

# Newsletter zu aktuellen Entwicklungen in der Bereichen Genome Editing / Gene Drives / Xenotransplantation

Februar – März 2024

## Genome Editing

### Politischer Prozess in der EU

---

#### **Aktueller Stand der politischen Debatte und weiterer Fahrplan**

Anfang Februar 2024 hat sich das Europäische Parlament zum Verordnungsentwurf der EU-Kommission (Juli 2023) positioniert und seine Verhandlungsposition abgestimmt. Das sonst in vielen Fragen eher kritische Parlament sprach sich grundsätzlich für eine weitreichende Deregulierung von NGT-Pflanzen aus. Im Abstimmungsprozedere von Umwelt- und Agrarausschuss wurden auch einige kritische Änderungsanträge angenommen, darunter eine Kennzeichnungspflicht für NGT-Pflanzen. Demnach muss bei NGT-Pflanzen der privilegierten Kategorie 1 nicht nur das Saatgut gekennzeichnet werden, sondern auch die Pflanzen selbst sowie Erzeugnisse, die NGT 1 Pflanzen enthalten oder aus ihnen bestehen. „Neuartige genomische Verfahren“ soll dann auf dem Etikett stehen. Die Informationen dazu sind entlang der Produktionskette zu speichern und zu übermitteln. Noch ist allerdings offen, ob das EU-Parlament die Kennzeichnungspflicht auch im Trilog mit Rat und Kommission durchsetzen kann.

Eine grosse Mehrheit der Parlamentarier:innen hat sich auch für ein Verbot von Patenten auf NGT-Pflanzen, Pflanzenmaterial, Teile davon und genetische Informationen ausgesprochen. Um das Verbot durchzusetzen will das Parlament die EU-Biopatentrichtlinie ändern. Relevant für die Patenterteilung in der EU ist allerdings nicht die Biopatentrichtlinie, sondern das EPÜ (Europäisches Patentübereinkommen). Das EPÜ ist Grundlage für die nationalen Patentgesetze von 39 Ländern (EU- plus Nicht-EU Staaten wie Grossbritannien und die Schweiz) sowie für die Entscheidungsfindung des EPA (Europäisches Patentamt). Alle nationalen Patentgesetze müssen mit dem Text des EPÜ übereinstimmen. Egal, was in der EU-Patentrichtlinie 98/44 geändert wird, solange es dem EPÜ widerspricht, hat es keinerlei Auswirkungen auf die Entscheidungen des EPA, der nationalen Patentämter oder der nationalen Patentgerichte. Da das Parlament das EPÜ nicht ändern kann – eine Änderung würde das einstimmige Votum der 39 Vertragsstaaten des

EPÜ erfordern – ist mit einer deutlichen Zunahme von Patenten im Bereich der neuen gentechnischen Verfahren zu rechnen. Da diese Patente oft auch die konventionelle Züchtung betreffen, werden auch Züchter:innen und Bäuer:innen, die gar nicht mit NGT-Pflanzen arbeiten wollen, mit Patenten konfrontiert sein.

Im Rat haben es bislang weder die spanische, noch die belgische Ratspräsidentschaft geschafft, die EU-Minister:innen zu einem Verhandlungsvotum zu bewegen. Zu viele Fragen sind ungeklärt und wichtige Forderungen der Mitgliedstaaten sind (bisher) nicht aufgenommen worden. Aktuell ist also noch unklar, ob und wann die notwendige qualifizierte Mehrheit erreicht wird. Vermutlich wird sich der weitere politische Prozess auf die Zeit nach den EU-Wahlen im Juni verschieben.

Wenn der Rat (ev. im Herbst) eine gemeinsame Position gefunden hat, beginnen die Trilog-Verhandlungen aller drei Organe: EU-Kommission, Rat und EP. Je nachdem, wie weit die Positionen auseinander liegen, kann es schnell zu einer Einigung kommen – oder es kann länger dauern. Am Ende müssen Parlament und Ministerrat noch einmal über den Kompromisstext abstimmen. Dieser kann abgelehnt werden, was aber nur in sehr seltenen Fällen passiert.

☞ Nach Information aus einer Quelle des deutschen Landwirtschaftsministeriums stehen die NGTs am 26. März unter "Verschiedenes" auf der Tagesordnung des AGRIFISH-Rates. Spanien hatte am 20. März in der COREPER-Sitzung darum gebeten. Es ist höchst unwahrscheinlich, dass dies in eine Abstimmung umgewandelt wird. Die belgische Ratspräsidentschaft müsste dies noch beantragen.

### **Kommentare zum Votum im EU-Parlament:**

- **Kommentar von Annemarie Volling (Abl):** [Neue Gentechnik im Europäischen Parlament: Konservative halten Steigbügel für die Gentechnikkonzerne](#)
- **Pressemitteilung des Bund für Ökologische Lebensmittelwirtschaft:** [BÖLW](#)
- **Pressemitteilung Euroseeds:** [The EU Parliament today: a positive vote for innovation and plant breeding](#)
- **Bio Suisse für vorsichtigen Weg punkto Gentechnik:** [Bio Suisse](#)

# Genome Editing

## EU & International

---

### **EU-Kommission will Biotechbranche stärker fördern**

Die EU-Kommission will mit einer europäischen Biotech and Biomanufacturing Initiative die Biotechnologie-Branche in der Union stärken. Die Veröffentlichung in Form einer offiziellen Mitteilung steht für den 20. März im Arbeitsprogramm der Behörde. Laut einem Entwurf, der Tagesspiegel Background Agrar & Ernährung vorliegt, hat die Kommission bereits eine vergleichende Studie zu den Rahmenbedingungen für die Branche in Europa und anderen Weltregionen in Auftrag gegeben.

Folgen soll eine weitere Untersuchung, die die wichtigsten biobasierten Wertschöpfungsketten und regulatorischen Rahmenbedingungen kartiert. Dies soll die Grundlage für ein mögliches EU-Biotechnologiegesezt schaffen. Die Kommission will die Regulierung und Autorisierung von Biotech-Produkten weiter vereinfachen und „regulatorische Sandkästen“ einrichten, in denen neuartige Lösungen für eine begrenzte Zeit ausprobiert werden können. *[Mit „Regulatory Sandboxes“ sind im Prinzip „Deregulierungsmassnahmen“ gemeint. Die FDP möchte sie als Standardmodell durchsetzen]*

Laut dem Entwurf kann die Biotechnologie dazu beitragen, Importabhängigkeiten der EU im Agrar- und Lebensmittelsektor zu verringern. Biologische Pflanzenschutzmittel ([Biocontrol Agents](#) - BCA) bieten demnach Alternativen zu chemischen Pestiziden. Außerdem erwartet die Kommission geringere Ernte- und Nahrungsmittelverluste.

Der Beitrag der Biotechnologie bestehe zudem in Futter- und Lebensmitteln mit verbesserten Umwelt- und Gesundheitseigenschaften, etwa durch weniger gesättigte Fettsäuren und Allergene oder einem höheren Anteil gesundheitsfördernder Nährstoffen. Als Beispiel für den Forstsektor nennt der Entwurf genomische Instrumente zur Identifizierung von Genen, die die robustesten Phänotypen hervorbringen. Dazu gehöre eine erhöhte Feuerbeständigkeit von Bäumen und ihre Anpassung an sich ändernde Klimabedingungen.

**Quelle:** [Tagesspiegel, Background](#)

**Siehe auch:** [Euronews](#)

## **Neue Deregulierungsoffensive der Europäischen Industrie**

Nach dem [Ende des Green Deal](#) fordert die Industrie ein «vereinfachtes Regelungsumfeld».

Auf Druck und Initiative des CEFIC (Wirtschaftsverband der europäischen chemischen Industrie) und der belgischen Ratspräsidentschaft wurde kürzlich die <https://antwerp-declaration.eu/> lanciert (Euractiv: [In Antwerp, European industry kicks off fight for its future](#)). Die von Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen vorgelegte Erklärung wurde von 527 Unternehmen und 171 Industrieverbänden und Gewerkschaften unterzeichnet. Sie enthält einen Zehn-Punkte-Plan zur Änderung des Green Deal, der unter anderem einen "Omnibus-Vorschlag für Korrekturmaßnahmen an allen relevanten bestehenden EU-Regelungen" fordert, der das erste Gesetz in einer zweiten Amtszeit von der Leyens sein soll. EU-Vizepräsident Šefčovič hat vier Säulen skizziert, auf denen diese neue Strategie ruhen wird: ein "vorhersehbares und vereinfachtes Regelungsumfeld", "schneller und effizienter Zugang zu Finanzmitteln", ein Schwerpunkt auf Qualifikationen und Bildung im Bereich der neuen Technologien durch Berufsbildung und Universitäten sowie "offener Handel für widerstandsfähige Lieferketten".

**Siehe auch Euractiv:** [Industrial competitiveness, the mantra of a von der Leyen second term?](#)

## **EU: Elf Millionen Euro für Nachweisforschung**

Die Europäische Union fördert erstmals über ihr Forschungsprogramm Horizon zwei Projekte, die Technologien entwickeln wollen, mit denen sich Eingriffe mit neuen gentechnischen Verfahren (NGT) in das Erbgut von Pflanzen nachweisen lassen. Die beiden mit insgesamt elf Millionen Euro unterstützen, internationalen Projekte mit zahlreichen Beteiligten laufen über vier Jahre bis 2027. Da die Mehrheit der Verbraucher:innen wie auch viele Landwirte Transparenz wünschen, hatte das Europaparlament bei der jüngsten Debatte um neue Regeln für NGT-Pflanzen verlangt, dass diese erkennbar sein müssen.

Eines der beiden Projekte, das vom norwegischen Forschungsinstitut Norce koordiniert wird und unter den Namen Darwin läuft, erhält von der EU fünf Millionen Euro. Zu den 14 Projektpartnern aus ganz Europa und Israel zählen der Verband Lebensmittel ohne Gentechnik (VLOG), die Justus-Liebig-Universität Gießen und der Biodachverband Ifoam Organics Europe. Als Ziel nennt der Verbund auf seiner Webseite, er wolle „neun zuverlässige und bahnbrechende Nachweissysteme und vier digitale Lösungen entwickeln für Kennzeichnungskonzepte für die Agrar- und Ernährungswirtschaft“. Dazu zählen technische Verfahren wie eine Hochdurchsatz-Metagenomsequenzierung für das Screening und Datenlösungen wie Blockchains, um eine transparente und rückverfolgbare Erkennung entlang der Lebensmittelkette zu ermöglichen. Künstliche Intelligenz soll dabei helfen, genetische

Fingerabdrücke für bestimmte Erbgutveränderungen durch NGT-Verfahren wie Crispr/Cas zu verwirklichen. Die gefundenen Verfahren sollen validiert und in drei „realistischen Szenarien zusammen mit der Industrie und den Strafverfolgungsbehörden getestet werden, um zweckmäßige Lösungen für eine Vielzahl von NGT-Organismen im Agrar- und Lebensmittelsektor darzustellen“, schreibt Norce in einer Mitteilung. Das Institut arbeitet bereits in dem bis Ende 2024 laufenden norwegischen Projekt Foodprints an NGT-Nachweismethoden am Modellorganismus Ackerschmalwand und hat schon erste Ergebnisse veröffentlicht.

Sechs Millionen Euro gehen an das Projekt Detective, das die Agrar-Universität SLU im schwedischen Uppsala koordiniert. Zu dem Verbund von 20 europäischen Organisationen gehören der Lobbyverband Euroseeds, die Universität Bayreuth und mehrere Behörden. „Ziel des Projekts sind die Entwicklung, Validierung und Förderung innovativer Nachweismethoden für pflanzliche und tierische Erzeugnisse, die mittels Neuen Genomischen Techniken (NGTs) wie Genome Editing und Cisgenese erzeugt wurden“, schreibt das beteiligte Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL). Solche effizienten und umfassenden Nachweissysteme seien notwendig für die Rückverfolgbarkeit von Lebens- und Futtermittel liefernden Pflanzen und Tieren und diese wiederum sei „wichtig für die Kennzeichnung der Produkte und die Wahlfreiheit der Verbraucher“. Dabei sollen die technischen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich der Analysemethoden durch eine umfassende Untersuchung nichttechnischer Ansätze ergänzt werden. Zudem schreibt das BVL, Detective wolle die rechtlichen Entwicklungen aufmerksam verfolgen und „Analysen zu verschiedenen politischen Szenarien der EU durchführen, um die sozioökonomischen Auswirkungen sowohl auf EU- als auch auf internationaler Ebene zu identifizieren“.

Beide Projekte versprechen, Interessengruppen aktiv einzubeziehen. Es werde interessant sein zu sehen, „ob die beiden Projekte zu ähnlichen oder unterschiedlichen Schlussfolgerungen in Bezug auf die Machbarkeit des Nachweises von NGT kommen“, schreibt die gentechnikkritische Plattform GMWatch. Sie ordnet Detective als eher industriefreundlich ein, da neben dem Lobbyverband Euroseeds weitere für ihre gentechnikfreundlichen Ansichten bekannten Institutionen vertreten seien. GMWatch wirft auch die Frage auf, wie die künftigen Nachweisverfahren dann kommerzialisiert und wem sie unter welchen Bedingungen zur Verfügung stehen werden.

Die mühselige Arbeit, neue Testmethoden zu entwickeln, ließe sich bedeutend erleichtern, schreiben Forschende des Bayerischen Landesamtes für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL). Auch sie hatten nach Nachweismöglichkeiten für vier bereits zur Vermarktung anstehende NGT-Pflanzen gesucht: der Wachsmais von Corteva, die Gaba-Tomate von Sanatech, der herbizidresistente Cibus-Raps und die fettsäureveränderte Sojabohne von Calyxt. Ihr in der Fachzeitschrift Food Control veröffentlichtes Ergebnis: „Voraussetzung für die Entwicklung von Nachweismethoden für NGT-Pflanzen sind genaue Kenntnisse über den Ursprung und die Art

des Ereignisses sowie geeignetes Referenzmaterial.“ Doch genau daran hapert es bisher. Auch im NGT-Verordnungsvorschlag der EU-Kommission fehlt eine entsprechende Verpflichtung für die Hersteller und das EU-Parlament hatte es im Februar abgelehnt, eine solche in den Entwurf hineinzuschreiben. Dabei ist sich nicht nur GMWatch sicher: „Die Patentinhaber der Gentechnik-Industrie verfügen zweifelsohne bereits über eigene Nachweismethoden für ihre patentierten neuen NGTs.“

**Quelle:** [Infodienst Gentechnik](#)

- [Die Webseites des Projekts Darwin](#)
- [EU-Kommission, Cordis: Projektinformationen zu Darwin](#)
- [Norce: New Horizon Europe project awarded in the field of emerging biotechnologies in the food system \(07.03.2024\)](#)
- [Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: Start des Horizon Europe-Forschungsprojekts Detective \(27.02.2024\)](#)
- [EU-Kommission, Cordis: Projektinformationen zu Detective](#)

# Genome Editing

## Marktentwicklungen

---

### **US-Unternehmen Pairwise zieht sich aus Vermarktung von CRISPR-Senf zurück**

Laut einer Meldung des *Food Navigator* vom Februar 2024 setzt die US-Firma Pairwise die direkte Vermarktung von Senfblättern aus Neuer Gentechnik (NGT) aus. Sie will die Vermarktung der Pflanzen als Salat künftig über Kooperationspartner fortsetzen, die aber erst noch gefunden werden müssten. Der Senf wurde 2023 auf den US-amerikanischen Markt gebracht, als eine der ersten NGT-Pflanzen weltweit.

Der NGT-Senf (*Brassica juncea*), auf den die Firma bereits zwei Patente angemeldet hat (WO2021030738 und WO2024020360), weist deutliche Veränderungen in seinem Stoffwechsel auf: Durch die gentechnischen Veränderungen produziert er deutlich weniger scharf schmeckende Bitterstoffe, als für diese Art typisch sind.

Natürlicherweise dienen diese Bitterstoffe zur Abwehr von Schädlingen, beim Menschen gehen sie beim Verzehr mit positiven gesundheitlichen Effekten einher. Welche gesundheitlichen Vorteile VerbraucherInnen von den CRISPR-Senfblättern zu erwarten haben, ist ebenso unklar wie die Folgen eines Anbaus der Senfpflanzen auf die Umwelt.

**Quelle:** [Food Navigator](#)

### **CRISPR-Reis in Japan kurz vor Kommerzialisierung**

Laut einer neuen Publikation soll Reis aus Neuer Gentechnik (NGT) schon bald in Japan kommerzialisiert werden.

Japanische ForscherInnen haben Reispflanzen mithilfe von CRISPR/Cas so in seinen Erbanlagen verändert, dass der Glutelin-Gehalt in den Körnern drastisch verringert wurde. Gluteline sind Hauptbestandteile der Speicherproteine in den Reiskörnern und eine wichtige Eiweißquelle für die menschliche Ernährung. Eine Reduktion soll positive gesundheitliche Effekte bei VerbraucherInnen haben, die an Krankheiten wie Diabetes oder Niereninsuffizienz leiden.

Die Absenkung des Glutelin-Gehalts geht jedoch mit Nebenwirkungen einher: So steigt durch die Absenkung des Glutelins der Gehalt anderer Proteinen an. Deswegen sollten die Körner

unter anderem auf Allergene untersucht werden. Zudem gibt es Hinweise darauf, dass sich die Struktur der Körner so verändern kann, dass ihre Tauglichkeit für die Produktion von Nahrungsmitteln sinkt.

Auch Risiken für die Umwelt sollten berücksichtigt werden und Maßnahmen gegen eine unkontrollierte Ausbreitung ergriffen werden. Wenn der Reis zum Anbau kommt, könnte es in den betreffenden Regionen zu Auskreuzungen kommen, mit möglicherweise langfristigen Folgen für Züchtung, Reisanbau und die biologische Vielfalt.

Die ForscherInnen haben angekündigt, dass sie den Reis in Japan zum kommerziellen Anbau bringen wollen. Auch die Märkte in Europa könnten dann von Interesse sein, sowohl für den Import als auch einen Anbau in reisproduzierenden Ländern wie Italien, Spanien, Frankreich oder Ungarn. Nach den aktuellen Plänen der EU-Kommission für eine Deregulierung von NGT-Pflanzen könnte der Reis auch hier ohne eingehende Risikoprüfung angebaut werden.

**Quelle:** [Testbiotech](#)

**Testbiotech-Hintergrund:** [NGT rice with reduced glutelin content](#)

Wakasa, Y., Kawakatsu, T., Ishimaru, K. *et al.* Generation of major glutelin-deficient (*GluA*, *GluB*, and *GluC*) semi-dwarf Koshihikari rice line. *Plant Cell Rep* 43, 51 (2024). <https://doi.org/10.1007/s00299-023-03131-5>

# Gene Drives

---

## Uruguay erforscht Gene Drive-Fliegen

Das südamerikanische Land Uruguay will einen Tierparasiten gentechnisch mit Hilfe eines Vererbungsturbo (Gene Drive) ausrotten. Zunächst müssen aber Laborversuche bestätigen, dass das bei der Schraubenwurmfliege, die der örtlichen Rinderzucht massive Schäden zufügt, überhaupt funktionieren würde. Die staatlichen Agrarforscher hoffen, die Gene Drive-Fliegen in etwa drei Jahren im Freien testen zu können. Die USA haben den Schädling bereits ohne Gentechnik ausgerottet.

Die Neuwelt-Schraubenwurmfliege ist ein gefürchteter Tierparasit. Die Schmeißfliegenart legt ihre Eier in Wunden und Schleimhäute. Die daraus schlüpfenden Larven fressen sich ins Fleisch der Tiere und verursachen tiefe Geschwüre. Schon seit Jahren versuchen Gentechniker:innen der Universität von North Carolina, diesen Schädling mit gentechnischen Methoden zu bekämpfen. Dazu wollen sie dessen Erbgut so verändern, dass es sterile Weibchen erzeugt. Dieses Erbgut soll auf Männchen übertragen werden, die diese Eigenschaft dann mit Hilfe eines Gene Drives dominant innerhalb einer Population vererben. So entstünden immer mehr sterile Weibchen und die Population wäre nach wenigen Generationen ausgerottet. Dass dieses Konzept im Prinzip funktioniert, haben die US-Forschenden an der Kirschessigfliege bereits gezeigt. Nun wollen sie es zusammen mit dem staatlichen Agrarforschungsinstitut in Uruguay (INIA, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria) auf die Neuwelt-Schraubenwurmfliege übertragen.

In dem südamerikanischen Staat sind Rinder ein wichtiges Agrarerzeugnis und die Schäden durch die Fliegenlarven werden auf 37 bis 138 Millionen Euro pro Jahr beziffert, was zwei bis acht Prozent des Marktwertes der Rinderproduktion entspricht. Deshalb hat das Land bereits 2020 beschlossen, neben den herkömmlichen Bekämpfungsmethoden (siehe unten), auch auf Gentechnik zu setzen. Über den Stand der Entwicklung informierte kürzlich die MIT Technology Review, deren Artikel Heise.de ins Deutsche übertrug. Demnach experimentieren die INIA-Forschenden „im Labor mit verschiedenen Komponenten der Gene Drives in geditierten Schraubenwurmfliegen“. Die Entwicklung einer Population männlicher Schraubenwurmfliegen mit den veränderten Genen sei „geplant“, heißt es im Text, eine nächste Stufe von Käfigversuchen im Labor stünde kurz bevor. Doch könnte der Aufbau des Gene Drives, seine Erprobung und die Erteilung von Genehmigungen für die Freisetzung im Freiland viele Jahre dauern, zitiert der Text einen an der Arbeit nicht beteiligten Forscher. Dies sei „keine leichte Aufgabe; es gab schon viele gescheiterte Versuche mit Gene Drives“. Die INIA-Forschenden gehen davon aus, dass sie zwei bis drei Jahre brauchen, das System in die Fliegen zu integrieren

und die Technik zu validieren. Parallel wollen sie versuchen, eine Genehmigung für Versuche im Freien zu erhalten.

So lange will das Landwirtschaftsministerium in Uruguay nicht warten. Es hat 2020 damit begonnen, die Schraubenwurmfliege mit der herkömmlichen Sterile-Insekten-Technik (SIT) zu bekämpfen. Bei der SIT werden die Schadinsekten im Labor gezüchtet, mittels radioaktiver Strahlung oder Chemikalien sterilisiert und in großen Mengen freigesetzt. Die sterilen Männchen und Weibchen paaren sich mit ihren Artgenossen und sorgen so dafür, dass weniger Nachkommen entstehen und die Population langsam abnimmt. Auf diese Weise ist es in den vergangenen Jahrzehnten gelungen, den Parasiten in den USA und Mexiko ganz und in Panama weitgehend auszurotten. Doch diese Technik ist aufwändig und teuer.

Das Konzept mit den sterilen Weibchen ist übrigens schon der zweite Versuch der Wissenschaftler:innen an der Universität von North Carolina, schädlichen Insekten mit Hilfe der Gentechnik den Garaus zu machen. Ursprünglich setzten sie bei ihren Gene Drive Ideen auf eine Gentechnikentwicklung der britischen Firma Oxitec. Diese hatte Insekten so verändert, dass nur ihre männlichen Nachkommen überlebten, während die Weibchen im Larvenstadium starben. Doch diese Technik hatte eine unappetitliche Folge. Sowohl bei der Schraubenwurmfliege als auch bei der Kirschessigfliege wären die abgestorbenen Larven im Lebensmittel, also dem Fleisch oder dem befallenen Obst geblieben. Aus diesem Grund landete diese Idee schnell im Abfalleimer der Gentechnik-Entwicklungen, während bei anderen Insekten wie Moskitos weiterhin daran geforscht wird.

**Quelle:** [Infodienst Gentechnik](#)

- [North Carolina State University: CRISPR/Cas9-Based Gene Drive Could Suppress Agricultural Pests \(12.06.2023\)](#)
- [Amarish K. Yadav et.al.: CRISPR/Cas9-based split homing gene drive targeting doublesex for population suppression of the global fruit pest Drosophila suzukii \(PNAS, 12.06.2023\)](#)
- [Pablo Fresia et.al.: Historical perspective and new avenues to control the myiasis-causing fly Cochliomyia hominivorax in Uruguay \(Agrociencia Uruguay, 28.11.2021\)](#)

# Klima

---

## **Europäische Umweltagentur: Europa ist nicht auf die sich rasant verschärfenden Klimarisiken vorbereitet**

Von allen Kontinenten der Welt erwärmt sich Europa am schnellsten. Die Klimarisiken gefährden die Energie- und Ernährungssicherheit, die Ökosysteme, die Infrastruktur, die Wasserressourcen, die Finanzstabilität und die Gesundheit der Menschen in Europa. Laut der heute veröffentlichten Bewertung der Europäischen Umweltagentur (EUA) haben viele dieser Risiken bereits kritische Niveaus erreicht und könnten ohne sofortige, entschlossene Maßnahmen katastrophale Ausmaße annehmen.

Extreme Hitze, Dürre, Waldbrände und Überschwemmungen, wie wir sie in den letzten Jahren erlebt haben, werden sich in Europa selbst in den optimistischen Szenarien der globalen Erwärmung verschlimmern und die Lebensbedingungen auf dem gesamten Kontinent beeinträchtigen. Die EUA hat inzwischen die erste [European Climate Risk Assessment \(EUCRA\)](#) (Europäische Klimarisikobewertung) veröffentlicht, die helfen soll, politische Prioritäten für die Anpassung an den Klimawandel und für klimasensible Branchen zu bestimmen.

Aus dieser Bewertung geht hervor, dass die europäischen Strategien und Anpassungsmaßnahmen nicht mit den sich rasant verschärfenden Risiken Schritt halten. In vielen Fällen wird eine schrittweise Anpassung nicht ausreichen, und da viele Maßnahmen zur Verbesserung der Klimaresilienz sehr zeitaufwändig sind, kann auch bei bisher noch nicht kritischen Risiken ein sofortiges Handeln erforderlich sein.

Manche Regionen in Europa sind Hotspots für mehrere Klimarisiken gleichzeitig. Südeuropa ist besonders gefährdet durch Waldbrände und durch die Auswirkungen von Hitze und Wasserknappheit auf die landwirtschaftliche Produktion, die Arbeit im Freien und die menschliche Gesundheit. Überschwemmungen, Erosion und das Eindringen von Salzwasser bedrohen tief gelegene Küstenregionen Europas, darunter viele dicht besiedelte Städte.

### **Viele Klimarisiken in Europa erfordern dringende, sofortige Maßnahmen**

In der Bewertung werden die 36 Hauptklimarisiken für Europa innerhalb von fünf größeren Clustern ermittelt: Ökosysteme, Nahrungsmittel, Gesundheit, Infrastruktur sowie Wirtschaft und Finanzen. Mehr als die Hälfte der in dem Bericht genannten Hauptrisiken für das Klima erfordern eine sofortige Intensivierung der Maßnahmen, wobei acht Risiken besonders dringlich sind. Dabei geht es vor allem darum, Ökosysteme zu erhalten, die Menschen vor Hitze zu schützen, Menschen und Infrastruktur vor Überschwemmungen und Waldbränden zu schützen und die

Tragfähigkeit europäischer Solidaritätsmechanismen, beispielsweise des Solidaritätsfonds der Europäischen Union, zu sichern. ...

**Ernährung:** Die Risiken, die durch Hitze und Dürre für den Nutzpflanzenanbau entstehen, sind in Südeuropa bereits auf einem kritisch hohen Niveau, doch auch die Länder Mitteleuropas sind gefährdet. Insbesondere anhaltende und weiträumige Dürren stellen eine erhebliche Bedrohung für die Erträge, die Ernährungssicherheit und die Trinkwasserversorgung dar. Selbst eine teilweise Ernährungsumstellung von tierischen Eiweißen hin zu nachhaltig angebauten pflanzlichen Eiweißen wäre bereits eine Lösung, da sie den Wasserverbrauch in der Landwirtschaft und die Abhängigkeit von importierten Futtermitteln verringern würde. ...

**Quelle:** [EEA](#)

Statt grundlegender Anpassungsmaßnahmen reduziert die EU aktuell Umweltauflagen für die Landwirtschaft (in Reaktion auf die Bauernproteste): [European Commission ready to cut red tape for farmers' access to subsidies](#)

Siehe auch: [Pflichtbrache: EU-Kommission schlägt Abschaffung vor](#)

## Patente

---

### **Einspruch gegen Patent auf konventionell gezüchteten Salat abgewiesen**

Das Europäische Patentamt (EPA) hat am 7. Februar nach einer öffentlichen Anhörung einen Einspruch gegen ein Patent auf konventionell gezüchteten Salat zurückgewiesen. Das Patent (EP2966992) wurde 2018 für die niederländische Firma Rijk Zwaan erteilt und von *Keine Patente auf Saatgut!* eingesprochen. Die Erfindung: Das Saatgut soll auch bei höheren Temperaturen noch keimfähig sein.

Das Patent beansprucht Salatpflanzen und deren Saatgut mit den beschriebenen Merkmalen sowie deren Nachkommen, unabhängig davon, ob diese aus konventioneller Zucht oder gentechnischen Verfahren stammen. Die erwünschten Eigenschaften wurden durch konventionelle Zuchtmethoden (Zufallsmutagenese) entwickelt.

Die vom EPA erteilten Patente betreffen bereits mehr als 1.000 konventionell gezüchtete Pflanzensorten. Dadurch wird die Freiheit der Züchter\*innen, wie sie im europäischen Sortenschutz garantiert ist, unterlaufen. Es ist bekannt, dass Patente auf Pflanzen aus neuer Gentechnik (NGT) wie CRISPR/Cas hier mit besonderen Problemen verbunden sind, weil sich die Reichweite dieser Patente oft auch auf die konventionelle Zucht erstreckt.

*Keine Patente auf Saatgut!* fordert, dass auch in Zukunft das gesamte Spektrum der biologischen Vielfalt für die konventionelle Pflanzenzucht zur Verfügung steht und nicht durch Patentansprüche eingeschränkt wird. So lange Patente auf Saatgut nicht vollständig verboten sind, müssen diese strikt auf Pflanzen begrenzt werden, die aus gentechnischen Verfahren stammen.

**Quelle:** [No patents on seeds](#), [Informationen zum Salatpatent](#)

### **ALLEA Statement on Measures to ease the impact of the IP System on New Genomic Techniques for Crop Development**

Neue Genomtechniken (NGTs), wie das Genome Editing mit CRISPR-Cas, können die Geschwindigkeit und Präzision, mit der neue Pflanzensorten erzeugt werden, erheblich verbessern. In Europa wird der Schutz des geistigen Eigentums (IP) für biotechnologische Erfindungen, einschließlich NGTs, durch die Biotechnologie-Richtlinie 98/44/EG der Europäischen Union (EU) geregelt. Darüber hinaus können Züchter sowohl für Vermehrungs- als auch für Erntematerial einheitliche Rechte des geistigen Eigentums erwerben (d.h. "Plant

Breeders Rights"), aber insbesondere die Patentierung von Erntematerial wird heftig diskutiert und ist umstritten. Es wird erwartet, dass die beschleunigte Einführung von NGTs die Zahl der Patentanmeldungen und die Komplexität der Patentlandschaft in den kommenden Jahren erheblich steigern wird. Die Patentierbarkeit von NGTs und ihren Produkten ruft bei Züchtern und Landwirten verschiedene Bedenken hervor, darunter (1) mögliche unbeabsichtigte Patentverletzungen, (2) Monopolisierung von Technologien und Merkmalen und (3) erhöhte Schwierigkeiten und Kosten bei der Erlangung von Lizenzen für die Nutzung dieser Techniken und Pflanzensorten. In dieser Erklärung von ALLEA, der Europäischen Föderation der Akademien der Wissenschaften, wird untersucht, wie sich das derzeitige System des geistigen Eigentums auf die Tätigkeit der europäischen Züchter und Landwirte auswirkt. Sie enthält eine Reihe von kurz-, mittel- und langfristigen Empfehlungen für Maßnahmen, die dazu beitragen könnten, mögliche Hindernisse zu überwinden, die das derzeitige System des geistigen Eigentums mit sich bringt, damit alle Beteiligten in Zukunft in vollem Umfang von diesen Technologien profitieren können.

**Quelle:** [Allea Statement](#)

# Gentechnik allgemein

---

## GV-Banane in Australien zum Verzehr freigegeben

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts breitete sich auf den Bananenplantagen Lateinamerikas die sogenannte Panamakrankheit aus. Die florale Infektion geht auf einen Pilz zurück, dem die damals vorherrschende Bananensorte Gros Michel schließlich zum Opfer. Plantagenbesitzer mussten nach und nach auf die Sorte Cavendish umsteigen, die als weniger aromatisch, kleiner und empfindlicher beim Transport galt. Ihr großes Plus jedoch: Sie ist resistent gegen den Pilz.

99 Prozent unserer Supermarkt-Bananen gehören dieser Cavendish-Sorte an. Doch in den vergangenen Jahren ist die Panamakrankheit zurückgekehrt. Der neue Pilzstamm TR4 [befällt nun auch die Cavendish](#), doch anders als damals existiert heute keine TR4-resistente Ersatzbanane, obwohl weltweit intensiv an neuen, krankheitsresistenten Bananensorten gearbeitet wird.

### Vielleicht die Lösung

Einen möglichen Ausweg könnte die Gentechnik liefern: Ein Forschungsteam hat kürzlich eine genetisch veränderte Linie der Cavendish-Bananen entwickelt. QCAV-4 ist resistent gegen TR4 - und wurde in Australien nun [für den menschlichen Verzehr zugelassen](#).

Ist QCAV-4 die Rettung für die weltweit bedrohte Bananen-Industrie? "Ich glaube, dass das die Lösung sein wird", sagt der Pflanzenpathologe Remco Stam von der Christian-Albrechts-Universität Kiel. Panamakrankheit wird die Seuche genannt, wenn der [Pilz \*Fusarium oxysporum\* TR4](#) Stauden der Cavendish-Banane absterben lässt.

Ein Hauptgrund ist Experten zufolge wohl der Preis: Bananen sind in Supermärkten trotz des weiten Transports in Kühlschiffen oft unschlagbar billig. Das liegt an den vergleichsweise geringen Produktionskosten in den Hauptlieferländern in Süd- und Mittelamerika, aber auch daran, dass Bananen von Supermärkten oft als eine Art gelbes Werbebanner genutzt werden: Sie gehören zu den Dingen, die häufig gekauft werden und bei denen es keine große Produktvielfalt gibt - ideal für leicht vergleichbare Lockangebote.

### Kaum Preissteigerung

Obwohl sich TR4 (Tropical Race 4) von Südostasien aus schon seit etwa 1990 in Cavendish-Anbaugebieten ausbreitet, gebe es bisher keinen merklichen Preisanstieg. Das liegt vor allem daran, dass den entscheidenden Produzenten in Lateinamerika viel daran gelegen ist, dem Pilz so wenig Chancen wie möglich zu geben - Ecuador, Kolumbien, Costa Rica und Guatemala gehören zu den größten Bananenexporteuren der Welt.

Zwar wurde TR4 im Jahr 2019 erstmals auch im Nordosten von Kolumbien nachgewiesen. Aber auch fünf Jahre später ist die Lage im Land nach Einschätzung des Verbandes der Bananenbauern (Augura) noch weitgehend unter Kontrolle. "Von 53.000 Hektar, auf denen wir Bananen für den Export anbauen, sind nur 300 Hektar von der Krankheit betroffen", sagte Verbandspräsident Emerson Aguirre Medina zuletzt. Ausbrüche gab es allerdings auch schon in Venezuela und Peru.

Letztlich werde sich der Pilz weder ganz zurückdrängen noch dauerhaft eindämmen lassen, ist Stam überzeugt. Sei TR4 einmal in einer Plantage, lasse die sich nicht mehr nutzen: "Der Pilz überlebt im Boden mehrere Jahrzehnte." Ganze Plantagen abzugraben sei keine praxisnahe Lösung und der Einsatz immenser Mengen Fungizide im Boden keine gewünschte Massnahme.

### **Nur eine Sorte**

Der Industrie wird zum Verhängnis, dass sie derart auf eine einzige Sorte setzt. Während man bei Äpfeln oder Tomaten zumindest noch einige verschiedene Sorten in Supermärkten findet, ist es im Bereich der Dessertbananen fast ausschließlich Cavendish. "Ein derartiges Monopol einer einzelnen Sorte ist einzigartig", erklärt Stam. "Und das ist auch noch ein Klon, es findet also keine genetische Anpassung im Zuge sexueller Vermehrung statt."

Cavendish-Stauden werden ausschließlich aus Stecklingen gezogen, alle sind genetisch exakt identisch, die Früchte enthalten keine Samen. "Die Cavendish ist ein absolut unnatürliches Gewächs", so Stam.

Zwar sind inzwischen mehr als 1500 Bananensorten registriert. Doch nur sehr wenige haben die nötigen Resistenzen und sonstigen Eigenschaften sowie überhaupt für den Verzehr geeignete Früchte, wie Stam erklärt. Eine Sorte, die bei Ertrag, Transportfähigkeit und Geschmack halbwegs mit Cavendish mithalten könne, gebe es bisher wohl nicht.

### **Veränderte Banane**

Darum arbeiten Forschungsteams vor allem daran, Cavendish resistent gegen TR4 zu bekommen - über traditionelle Züchtung oder eben gentechnische Ansätze wie den des Teams um James Dale von der Queensland University of Technology (QUT). Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben ein Gen - das Resistenzgen RGA2 aus einer Wildbanane - in Pflanzen der Sorte Cavendish eingefügt. Die den Angaben zufolge erste gentechnisch veränderte Banane war geschaffen.

Seit einigen Jahren wurde der Anbau der QCAV-4 genannten Bananen in Feldversuchen getestet. Nun folgte die Freigabe in Australien als für den menschlichen Verzehr geeignet. In Supermärkten erhältlich sind QCAV-4-Bananen dort aber bisher nicht - und das soll vorerst auch so bleiben.

QCAV-4 wurde mit älteren Gentechnik-Methoden geschaffen - solche Lebensmittel müssen häufig eine spezielle Kennzeichnung tragen, die Verbraucher abschrecken kann. Mit der Genschere Crispr hergestellte Pflanzen und ihre Früchte brauchen eine solche Kennzeichnung hingegen in vielen Ländern nicht, wie Stam sagt. Dales Ziel ist deshalb nun zunächst die Schaffung einer Crispr-Banane: Das Gen RGA2 ist prinzipiell auch in Cavendish vorhanden, aber nicht aktiv, wie Stam erklärt. Mit einem Crispr-Verfahren könnte RGA2 reaktiviert und die Sorte damit resistent gegen TR4 gemacht werden, so die Hoffnung. ...

**Quelle:** [Der Standard](#)

**Siehe auch:** [SANZ: A1274 - Food derived from disease-resistant banana line QCAV-4](#)

## **US-Firma will Hobbygärtner mit lila gv-Tomaten locken**

Konventionell gezüchtete lila Tomaten gibt es schon lange. Ihre Früchte enthalten besonders viele Anthocyane, das sind blaue Farbstoffe, die antioxidativ wirken und deshalb als gesund gelten. In den USA können Hobbygärtner nun erstmals die Samen einer gentechnisch veränderten (gv) lila Tomate kaufen. Sie sollen der Gentechnikindustrie als Türöffner dienen.

Auf der Webseite der kalifornischen Firma Norfolk Healthy Produce können Hobbygärtner:innen seit Anfang Februar Saatgut der lila gv-Tomate des Unternehmens kaufen - für zwei US-Dollar je Samen. Die transgene Pflanze wurde von der US-Lebensmittelbehörde FDA im Sommer 2023 für die Vermarktung als Lebensmittel freigegeben. Dabei stützte sich die Behörde nur auf Unterlagen des Herstellers und betonte ausdrücklich, dass dieser für die Sicherheit seines Produktes selbst verantwortlich sei. In das Erbgut seiner gv-Tomate hat er zwei Gene des Löwenmäulchens eingebaut, die die Anthocyan-Herstellung der Tomate quasi anschalten sollen. Zudem enthält sie Resistenzgene gegen die Antibiotika Kanamycin und Neomycin, wie sie in vielen Produkten der klassischen alten Gentechnik vorkommen. Denn die lila Tomate ist keine mit neuen gentechnischen Verfahren hergestellte Pflanze, sondern ein Dinosaurier, der es nach zwanzig Jahren geschafft hat, zumindest in den USA auf den Markt zu kommen.

Entwickelt wurde die Pflanze von Cathie Martin vom britischen Forschungsinstitut John Innes Centre und Jonathan Jones vom Sainsbury Laboratory. Sie gründeten bereits 2007 Norfolk Plant Sciences, um die Tomate weiter zu entwickeln und kommerziell zu vermarkten. Deren US-Tochter Norfolk Healthy Produce soll die lila Tomate in den USA unter die Leute bringen. Die gentechnikkritische Plattform GMWatch wies darauf hin, dass das John Innes Centre die Tomate bereits 2008 als Lebensmittel zur Krebsvorbeugung positionierte. Die darin enthaltenen Anthocyane wirkten antioxidativ und könnten damit Zellschäden verhindern, die zu Krebs führen könnten, lautete die Argumentation des Herstellers. Er verwies auf einen Fütterungsversuch, bei

dem krebsempfindliche Mäuse mit lila Tomaten im Futter nach seinen Angaben länger lebten als die Kontrollgruppe. GMWatch berichtete, wie Lebensmittelbehörden und Krebsforscher diese Behauptungen damals zurückwiesen. Allerdings würden „einige Leute in der GVO-Industrielobby das trügerische Narrativ 'Krebsbekämpfung' immer noch aufrechterhalten“, schrieb die Plattform.

Dabei ist, wer sich gesund mit lila Tomaten ernähren will, nicht auf die nun angebotene Gentech-Variante angewiesen. Schon seit Jahren gibt es gentechnikfreie lila Tomatensorten mit einem hohen Gehalt an Anthocyanen nicht nur in der Schale, sondern auch im Fruchtfleisch. Der US-Radiosender NPR berichtete, dass der Pflanzenzucht-Professor Jim Myers an der Oregon State University schon 2011 die Sorte Indigo Rose vorstellte. Gezüchtet hatte er sie ganz traditionell durch das Einkreuzen von lila Wildtomaten. Weitere Indigo-Sorten folgten in den nächsten Jahren. „Myers weist darauf hin, dass er und die Erfinder der lila gv-Tomate etwa zur gleichen Zeit mit der Arbeit an diesen Tomaten begannen und dass es inzwischen mehr als 50 Sorten der Indigos gibt, die weltweit angebaut und gezüchtet werden, sowohl von kleinen Betrieben als auch von großen Unternehmen“, heißt es bei NPR.

Der Sender liefert auch eine Erklärung, warum die gv-Tomate jetzt dennoch mit viel Verspätung und ohne Bedarf auf den Markt gebracht wird: Die Schöpfer der lila Tomate hofften, dass ihre Freigabe für Gärtner die mangelnde Akzeptanz einer vor allem mit Herbizidresistenzen und Konzerngewinnen verbundenen Gentechnik verändern könnte. Gegenüber NPR bezeichnete der Gentechniklobbyist Mark Lynas die Vermarktung von Norfolk Healthy Produce an die Verbraucher als „Geniestreich“, der die Technologie entmystifizieren könnte. Norfolks Geschäftsführer Nathan Pumpllin bestätigte gegenüber NPR diesen Ansatz. Würde eine große Zahl von Verbrauchern die Vorteile der neuen Tomate annehmen, werde „die negative Wahrnehmung von GVO abgebaut und es können andere Produkte auf den Markt kommen, die wirklich solide Vorteile bieten“, beschrieb er dem Sender seine strategische Hoffnung.

**Quelle:** [Infodienst Gentechnik](#)

- [Norfolk Healthy Produce: Press Release for Norfolk Healthy Produce Purple Tomato Home Gardener Seeds \(06.02.2024\)](#)
- [US Food and Drug Administration \(FDA\): Biotechnology Notification File No. 000178 CFSAN \(13.06.2023\)](#)
- [GMWatch: As GM purple tomato goes on sale to home gardeners in US, dubious cancer claims reappear \(19.02.2024\)](#)

## **Glow way! Bioluminescent houseplant hits US market for first time**

Im April startet in den USA die Auslieferung von 50.000 bioluminiszenten, transgenen Petunien. (Man kann schon jetzt für 29 \$ vorbestellen: <https://light.bio>).

Die Pflanze wurde schon letztes Jahr vom US-Landwirtschaftsministerium zugelassen. Die Leuchtwirkung kommt durch ein Pilz-Gen (*Neonothopanus nambi*) zustande, das Luziferase produziert. Zugleich verleiht das Gen der Petunie eine Antibiotika-Resistenz.

Die Firma Light Bio will ihr Luziferase-System künftig bei weiteren Pflanzen nutzen, um nachts per Satellit oder Drohne gestresste oder von Viren befallene Pflanzen frühzeitig identifizieren zu können.

Light Bio hat Petunien ausgewählt, «weil sie in den USA als Zierpflanzen weit verbreitet sind» und «um das Risiko zu minimieren» (diese Art von Petunie in Nordamerika ist nicht heimisch und gilt nicht als invasiv). «Die Wahrscheinlichkeit, dass sich die veränderten Gene auf einheimische Pflanzen ausbreiten und die Ökosysteme stören, dürfte minimal sein» (so Nature).

**Quelle:** [Nature](#)

## gv-Mikroorganismen & Viren

---

### Stickstofffixierung im Visier der Agrarkonzerne

Noch spielen Produkte mit gentechnisch veränderten Mikroben in der Landwirtschaft kaum eine Rolle. Doch immer mehr Firmen setzen Gentechnik und Genomeditierung ein, um mikrobielle Dünger und Pflanzenschutzmittel zu entwickeln. Zeit, einen Blick auf die Entwicklungen zu werfen.

**Quelle:** [GID Magazin](#)

Artikel von Benno Vogel aus GID MAGAZIN - Gen-ethischer Informationsdienst GID Nr. 268, Februar 2024 vom 05.02.2024 / 40. Jahrgang, siehe **Anhang**.

### GVO-Pflanzen, -Bakterien, -Viren und -Tiere: Können sie alle dereguliert werden?

Als die Europäische Kommission am 5. Juli 2023 die Deregulierung von GVO vorschlug, legte sie fest, dass nur Pflanzen davon betroffen sind. Sie bat sogar darum, offiziell zu erklären, dass diese Deregulierung nicht für "Mikroorganismen, Pilze und Tiere, für die das verfügbare Wissen [über die Sicherheit] begrenzter ist", gelten würde. Sie erwähnt jedoch nicht, dass sie begonnen hat, den Boden für eine mögliche künftige Deregulierung dieser Mikroorganismen zu bereiten, wie es einige multinationale Unternehmen bereits von ihr verlangen. Sie erinnert auch nicht daran, dass sie bereits eine - teilweise - Deregulierung für bestimmte Mikroorganismen, die in Arzneimitteln verwendet werden, formuliert hat. ...

**Quelle:** [Inf OGM](#)

## Genome Editing

### Wissenschaftliche Publikationen & Forschung

---

**Winter, G. (2024). The European Union's deregulation of plants obtained from new genomic techniques: a critique and an alternative option**

[Environmental Sciences Europe](#), 36(1), 1-12.

Auf Deutsch verfügbar unter: [G. Winter Veröffentlichungen](#)

**Recent advances in the improvement of soybean seed traits by genome editing.**

Sim J, Kuwabara C, Sugano S, Adachi K, Yamada T.

Plant Biotechnol; 40(3), 193-200 (2023)

doi: 10.5511/plantbiotechnology.23.0610a.

**Abstract:** Genetic improvement of soybean seed traits is important for developing new varieties that meet the demand for soybean as a food, forage crop, and industrial products. A large number of soybean genome sequences are currently publicly available. This genome sequence information provides a significant opportunity to design genomic approaches to improve soybean traits. Genome editing represents a major advancement in biotechnology. The production of soybean mutants through genome editing is commonly achieved with either an *Agrobacterium*-mediated or biolistic transformation platform, which have been optimized for various soybean genotypes. Currently, the clustered regularly interspaced short palindromic repeat (CRISPR)/CRISPR-associated endonuclease 9 (Cas9) system, which represents a major advance in genome editing, is used to improve soybean traits, such as fatty acid composition, protein content and composition, flavor, digestibility, size, and seed-coat color. In this review, we summarize the recent advances in the improvement of soybean seed traits through genome editing. We also discuss the characteristics of genome editing using the CRISPR/Cas9 system with transformation platforms.

Dieser Übersichtsartikel fasst neuere Resultate in der Adaptation von Samen-basierten Eigenschaften wie z.B. Fettsäuregehalt und andere Inhaltsstoffe zusammen.

**Plant organellar genomes: much done, much more to do.**

Wang J, Kan S, Liao X, Zhou J, Tembrock LR, Daniell H, Jin S, Wu Z.

Trends Plant Sci. 23; S1360-1385 (2024)

doi: 10.1016/j.tplants.2023.12.014.

**Abstract:** Plastids and mitochondria are the only organelles that possess genomes of endosymbiotic origin. In recent decades, advances in sequencing technologies have contributed to a meteoric rise in the number of published organellar genomes, and have revealed greatly divergent evolutionary trajectories. In this review, we quantify the abundance and distribution of sequenced plant organellar genomes across the plant tree of life. We compare numerous genomic features between the two organellar genomes, with an emphasis on evolutionary trajectories, transfers, the current state of organellar genome editing by transcriptional activator-like effector nucleases (TALENs), transcription activator-like effector (TALE)-mediated deaminase, and clustered regularly interspaced short palindromic repeats (CRISPR)/CRISPR-associated protein (Cas), as well as genetic transformation. Finally, we propose future research to understand these different evolutionary trajectories, and genome-editing strategies to promote functional studies and eventually improve organellar genomes.

Neben dem Kerngenom sind viele wichtige Gene auch in den Genomen der Organellen (Chloroplasten und Mitochondrien) lokalisiert. Dort steuern sie zentrale Prozesse wie die Photosynthese und den Energiemetabolismus. Die Organellen enthalten also diverse Zielgene die für Züchter von Interesse sind. Um auch diese für Genom-Editierung zugänglich zu machen werden neue adaptierte Varianten der CRISPR- und TALEN-Technologie entwickelt. Dieser Artikel bietet eine Übersicht über diese Entwicklungen und diskutiert auch die Evolution der plastidiären und mitochondrialen Genome.

**Gene-edited protein kinases and phosphatases in molecular plant breeding.**

Sojka J, Šamajová O, Šamaj J.

Trends Plant Sci. 23, S1360-1385 (2023)

doi: 10.1016/j.tplants.2023.11.019.

**Abstract:** Protein phosphorylation, the most common and essential post-translational modification, belongs to crucial regulatory mechanisms in plants, affecting their metabolism, intracellular transport, cytoarchitecture, cell division, growth, development, and interactions with the environment. Protein kinases and phosphatases, two important families of enzymes optimally regulating phosphorylation, have now become important targets for gene editing in crops. We review progress on gene-edited protein kinases and phosphatases in crops using clustered regularly interspaced short palindromic repeats (CRISPR)/CRISPR-associated protein 9 (Cas9). We also provide guidance for computational prediction of alterations and/or changes in function, activity, and binding of protein kinases and phosphatases as consequences of CRISPR/Cas9-based gene editing with its possible application in modern crop molecular breeding towards sustainable agriculture.

Im Allgemeinen werden mit Genom-Editierung direkt Gene verändert, die den Phänotyp der Pflanze beeinflussen. Eine andere Strategie besteht darin, übergeordnete regulatorische Gene / Proteine anzusteuern, um veränderte Phänotypen zu erzeugen. In diesem Übersichtsartikel wird die Editierung von Proteinkinase und -phosphatasen diskutiert. Während viele der aufgelisteten Beispiele keine positiven Ergebnisse bringen, ist es doch von Interesse, die Technologie zu beobachten. Oft sind jedoch die Ergebnisse von Veränderungen an regulatorischen Genen weniger voraussagbar als der direkte Eingriff bei den Zielgenen selbst.

### **Unlocking Nature's Clock: CRISPR Technology in Flowering Time Engineering.**

Hodaei A, Werbrouck SPO.

Plants 12(23), 4020 (2023)

doi: 10.3390/plants12234020.

**Abstract:** Flowering is a crucial process in the life cycle of most plants as it is essential for the reproductive success and genetic diversity of the species. There are situations in which breeders want to expedite, delay, or prevent flowering, for example, to shorten or prolong vegetative growth, to prevent unwanted pollination, to reduce the risk of diseases or pests, or to modify the plant's phenotypes. This review aims to provide an overview of the current state of knowledge to use CRISPR/Cas9, a powerful genome-editing technology to modify specific DNA sequences related to flowering induction. We discuss the underlying molecular mechanisms governing the regulation of the photoperiod, autonomous, vernalization, hormonal, sugar, aging, and temperature signal pathways regulating the flowering time. In addition, we are investigating the most effective strategies for nominating target genes. Furthermore, we have collected a dataset showing successful applications of CRISPR technology to accelerate flowering in several plant species from 2015 up to date. Finally, we explore the opportunities and challenges of using the potential of CRISPR technology in flowering time engineering.

In vielen Nutzpflanzen ist der Zeitpunkt der Blüte einer der wichtigsten Traits. Wenn die vegetativen Teile der Pflanze von Interesse sind, kann eine Verzögerung oder Verhinderung der Blüte erwünscht sein. Wenn Samen erzeugt werden sollen, kann eine beschleunigte Blüte von Vorteil sein. In diesem Übersichtsartikel wird die Anwendung der CRISPR-Technologie zur Veränderung der Blühphase diskutiert. Ausserdem werden zahlreiche Beispiele dokumentiert, wo die Technologie angewendet wurde, angefangen bei der Modellpflanze Arabidopsis, bis zu Nutzpflanzen wie Kohl, Raps, Soja, Tomate, Weizen.

### **Development of Highly Efficient Resistance to Beet Curly Top Iran Virus ( *Becurtovirus*) in Sugar Beet ( *B. vulgaris*) via CRISPR/Cas9 System**

[K. Yıldırım](#), [M. Kavas](#), [İ. Sevgen Küçük](#), [Z. Seçgin](#), [Ç. Gökcek Saraç](#)

Int J Mol Sci, 24(7):6515 (2023)

doi: 10.3390/ijms24076515.

**Abstract:** Beet Curly Top Iran Virus (BCTIV, Becurtovirus) is a dominant and widespread pathogen responsible for great damage and yield reduction in sugar beet production in the Mediterranean and Middle East. CRISPR-based gene editing is a versatile tool that has been successfully used in plants to improve resistance against many viral pathogens. In this study, the efficiency of gRNA/Cas9 constructs targeting the expressed genes of BCTIV was assessed in sugar beet leaves by their transient expression. Almost all positive control sugar beets revealed systemic infection and severe disease symptoms (90%), with a great biomass reduction (68%) after BCTIV agroinoculation. On the other hand, sugar beets co-agronioculated with BCTIV and gRNA/Cas9 indicated much lower systemic infection (10-55%), disease symptoms and biomass reduction (13-45%). Viral inactivation was also verified by RCA and qPCR assays for gRNA/Cas9 treated sugar beets. PCR-RE digestion and sequencing assays confirmed the gRNA/Cas9-mediated INDEL mutations at the target sites of the BCTIV genome and represented high efficiencies (53-88%), especially for those targeting BCTIV's movement gene and its overlapping region between capsid and ssDNA regulator genes. A multiplex CRISPR approach was also tested. The most effective four gRNAs targeting all the genes of BCTIV were cloned into a Cas9-containing vector and agroinoculated into virus-infected sugar beet leaves. The results of this multiplex CRISPR system revealed almost complete viral resistance with inhibition of systemic infection and mutant escape. This is the first report of CRISPR-mediated broad-spectrum resistance against Becurtovirus in sugar beet.

Diese Studie beschreibt die Bekämpfung einer viralen Krankheit durch CRISPR/Cas9. Zuckerrüben sind empfindlich für verschiedene Viren, die oft durch Insekten (z.B. Blattläuse) übertragen werden. Solche Krankheiten können nur durch den großflächigen Einsatz von Insektiziden bekämpft werden. Die CRISPR/Cas9-Technologie erlaubt direkt und spezifisch das Virengenom zu mutieren, und dadurch gleichzeitig die Wirkung und Ausbreitung von Viren zu reduzieren.

### **Precision genetics tools for genetic improvement of banana.**

[Tripathi JN](#), [Ntui VO](#), [Tripathi L](#).

Plant Genome 27, e20416 (2023)

doi: 10.1002/tpg2.20416.

**Abstract:** Banana is an important food security crop for millions of people in the tropics but it faces challenges from diseases and pests. Traditional breeding methods have limitations, prompting the exploration of precision genetic tools like genetic modification and genome

editing. Extensive efforts using transgenic approaches have been made to develop improved banana varieties with resistance to banana *Xanthomonas* wilt, *Fusarium* wilt, and nematodes. However, these efforts should be extended for other pests, diseases, and abiotic stresses. The commercialization of transgenic crops still faces continuous challenges with regulatory and public acceptance. Genome editing, particularly CRISPR/Cas, offers precise modifications to the banana genome and has been successfully applied in the improvement of banana. Targeting specific genes can contribute to the development of improved banana varieties with enhanced resistance to various biotic and abiotic constraints. This review discusses recent advances in banana improvement achieved through genetic modification and genome editing.

Bananen sind anfällig auf verschiedenen pilzliche und bakterielle Krankheiten. Dies insbesondere, weil sie vegetativ vermehrt werden und deshalb riesige Anbauflächen mit identischen Klonen bebaut werden. Sobald eine neue Krankheit auftritt, oder sich ein Pathogen gegen eine Resistenz durchgesetzt hat, sind grosse Flächen bedroht. Ausserdem sind die meisten Bananen polyploid, was die Züchtung erschweren kann. So wurden schon länger durch klassische Transgenese, und neuerdings auch durch CRISPR/Cas9 die bestehenden Klone verändert, um verschiedene neue Eigenschaften zu erreichen, unter anderem die Resistenz gegen den bakteriellen Erreger *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*. Solche Strategien werden in dieser Review besprochen.

### **CRISPR gene editing to improve crop resistance to parasitic plants.**

Jhu MY, Ellison EE, Sinha NR.

Front Genome Ed. 5:1289416 (2023)

doi: 10.3389/fgeed.2023.1289416.

**Abstract:** Parasitic plants pose a significant threat to global agriculture, causing substantial crop losses and hampering food security. In recent years, CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats) gene-editing technology has emerged as a promising tool for developing resistance against various plant pathogens. Its application in combating parasitic plants, however, remains largely unexplored. This review aims to summarise current knowledge and research gaps in utilising CRISPR to develop resistance against parasitic plants. First, we outline recent improvements in CRISPR gene editing tools, and what has been used to combat various plant pathogens. To realise the immense potential of CRISPR, a greater understanding of the genetic basis underlying parasitic plant-host interactions is critical to identify suitable target genes for modification. Therefore, we discuss the intricate interactions between parasitic plants and their hosts, highlighting essential genes and molecular mechanisms involved in defence response and multilayer resistance. These include host resistance responses directly repressing parasitic plant germination or growth and indirectly influencing parasitic plant development via manipulating environmental factors. Finally, we evaluate CRISPR-mediated effectiveness and long-term implications for host resistance and crop improvement, including inducible resistance response and tissue-specific activity. In conclusion, this review highlights the challenges and

opportunities CRISPR technology provides to combat parasitic plants and provides insights for future research directions to safeguard global agricultural productivity.

In dieser Studie wird diskutiert, wie Pflanzen dank Genom-Editierung besser vor parasitischen Pflanzen geschützt werden können. Das Verständnis der genetischen Basis der Resistenz gegen solche Parasiten steckt noch in den Kinderschuhen, deshalb wären zusätzliche Mittel hochwillkommen. Allerdings ist das Thema kompliziert, weil Signale, die die Parasiten fördern nicht einfach weggezüchtet werden können, denn sie sind auch essentiell für die wichtige Mycorrhiza-Symbiose. In der Schweiz sind parasitische Pflanzen in der Landwirtschaft kein Problem, aber in verschiedenen wärmeren Regionen mit tiefer Bodenfruchtbarkeit (v.A. Afrika) können sie grosse Ernteaufälle verursachen.

# Xenotransplantation

---

## **Ethical and legislative advances in xenotransplantation for clinical translation: focusing on cardiac, kidney and islet cell xenotransplantation**

W. J. Hawthorne<sup>1,2\*</sup>

Front. Immunol. 15:1355609 (2024)

doi: 10.3389/fimmu.2024.1355609

**Abstract:** In this state-of-the-art review we detail the journey of xenotransplantation from its infancy, detailing one of the first published cases and the subsequent journey the field took in its inception and development. With a focus on the science, technological advances, precautions required along with the potential limitations in application, the ethics, guidance's, and legislative advances that are required to reach the safe and efficacious clinical application of xenotransplantation. Along with a view over the past several decades with the overall significant advancements in pre-clinical study outcomes particularly in islet, kidney, and heart xenotransplantation, to ultimately reach the pinnacle of successful clinical heart and kidney xenotransplants. It outlines the importance for the appropriate guidance's required to have been developed by experts, scientists, clinicians, and other players who helped develop the field over the past decades. It also touches upon patient advocacy along with perspectives and expectations of patients, along with public opinion and media influence on the understanding and perception of xenotransplantation. It discusses the legislative environment in different jurisdictions which are reviewed in line with current clinical practices. All of which are ultimately based upon the guidance's developed from a strong long-term collaboration between the International Xenotransplantation Association, the World Health Organisation and The Transplantation Society; each having constantly undertaken consultation and outreach to help develop best practice for clinical xenotransplantation application. These clearly helped forge the legislative frameworks required along with harmonization and standardization of regulations which are detailed here. Also, in relation to the significant advances in the context of initial xeno-kidney trials and the even greater potential for clinical xeno-islet trials to commence we discuss the significant advantages of xenotransplantation and the ultimate benefit to our patients.

In diesem Übersichtsartikel wird die Geschichte der Xenotransplantation der letzten 200 Jahre (!) aufgerollt. Dabei wird das Thema nicht nur unter technischen Gesichtspunkten beleuchtet, sondern es werden auch ethische Aspekte angesprochen.

### **Milestones on the path to clinical pig organ xenotransplantation**

David K C Cooper, Richard N Pierson

Am J Transplant 23(3):326-335 (2023)

doi: 10.1016/j.ajt.2022.12.023

**Abstract:** Progress in pig organ xenotransplantation has been made largely through (1) genetic engineering of the organ- source pig to protect its tissues from the human innate immune response, and (2) development of an immuno- suppressive regimen based on blockade of the CD40/CD154 costimulation pathway to prevent the adaptive immune response. In the 1980s, after transplantation into nonhuman primates (NHPs), wild-type (genetically unmodified) pig organs were rejected within minutes or hours. In the 1990s, organs from pigs expressing a human complement-regulatory protein (CD55) transplanted into NHPs receiving intensive conventional immunosup- pressive therapy functioned for days or weeks. When costimulation blockade was introduced in 2000, the adaptive immune response was suppressed more readily. The identification of galactose- $\alpha$ 1,3-galactose as the major antigen target for human and NHP anti-pig antibodies in 1991 allowed for deletion of expression of galactose- $\alpha$ 1,3-galactose in 2003, extending pig graft survival for up to 6 months. Subsequent gene editing to overcome molecular incompatibilities between the pig and primate coagulation systems proved additionally beneficial. The identification of 2 further pig carbohydrate xenoantigens allowed the production of 'triple- knockout' pigs that are preferred for clinical organ transplantation. These combined advances enabled the first clinical pig heart transplant to be performed and opened the door to formal clinical trials.

Dieser Übersichtsartikel diskutiert eines der grössten Probleme in der Xenotransplantation, nämlich die Abstossung der Organe durch den Empfängerorganismus. Dieses grundsätzliche Problem wurde schrittweise abgebaut durch das Entfernen von genetischen Komponenten in den Organspendern (v. A. Schweine), die die Abstossung auslösen. Neuerdings werden Schweine verwendet, denen drei genetische Komponenten entfernt wurden (triple knockouts), und deren Organe deshalb monatelang in den Empfängern funktionieren können.

### **Xenotransplantation experiments in brain-dead human subjects–A critical appraisal**

David K.C. Cooper, Takaaki Kobayashi

Am J Transplant. 28:S1600-6135 (2023).

doi: 10.1016/j.ajt.2023.12.020

**Abstract:** Brain-dead human subjects (decedents) were recently introduced as a potential preclinical experimental model in xenotransplantation. Brain death is associated with major patho- physiological changes, eg, structural injury and cell infiltration in vital organs, and major hormonal, metabolic, inflammatory, and hemodynamic changes. In 2 of the 3 initial ex- periments, the design of the experiments resulted in little or no new information becoming available. In the third, the experiment was unfortunately unsuccessful as neither of the 2 pig kidneys transplanted into the decedent functioned adequately. Failure may well have been associated with the effects

of brain death, but an immune/inflammatory response to the xenograft could not be excluded. Subsequently, 2 further pig kidney transplants and 2 pig heart transplants have been carried out in human decedents, but again the data obtained do not add much to what is already known. In view of the profound changes that take place during and after brain death, it may prove difficult to determine whether graft failure or dysfunction results from the effects of brain death or from an immune/inflammatory response to the xenograft. A major concern is that, if the results are confusing, they may impact decisions relating to the introduction of clinical xenotransplantation.

Ein grundlegendes Problem der Xenotransplantation ist, dass trotz mangelnder Spenderorgane gezögert wird, auch Patienten mit schwerer Prognose versuchsweise tierische Organe einzusetzen. Noch immer sind Abstoßungsreaktionen ein Problem, und die wenigen Empfänger von Schweine-Organen haben meist nicht lange überlebt. Deshalb wird propagiert, hirntoten Patienten versuchsweise tierische Organ einzusetzen. Diese Praxis wird in dieser Studie kritisch diskutiert. Insbesondere wird erörtert, ob Resultate von solchen Versuchen auf lebende Menschen übertragen werden können, da mit dem Hirntod verschiedene andere Abbau-Prozesse auftreten können, die die Reaktion des Immunsystems auf die eingesetzten Organe beeinflussen können.

### **Pig-to-human heart xenotransplantation in two recently deceased human recipients**

N. Moazami, J. M. Stern, K. Khalil, R. A. Montgomery

*Nature Medicine* **29**, 1989–1997 (2023)

[doi.org/10.1038/s41591-023-02471-9](https://doi.org/10.1038/s41591-023-02471-9)

**Abstract:** Genetically modified xenografts are one of the most promising solutions to the discrepancy between the numbers of available human organs for transplantation and potential recipients. To date, a porcine heart has been implanted into only one human recipient. Here, using 10-gene-edited pigs, we transplanted porcine hearts into two brain-dead human recipients and monitored xenograft function, hemodynamics and systemic responses over the course of 66 hours. Although both xenografts demonstrated excellent cardiac function immediately after transplantation and continued to function for the duration of the study, cardiac function declined postoperatively in one case, attributed to a size mismatch between the donor pig and the recipient. For both hearts, we confirmed transgene expression and found no evidence of cellular or antibody-mediated rejection, as assessed using histology, flow cytometry and a cytotoxic crossmatch assay. Moreover, we found no evidence of zoonotic transmission from the donor pigs to the human recipients. While substantial additional work will be needed to advance this technology to human trials, these results indicate that pig-to-human heart xenotransplantation can be performed successfully without hyperacute rejection or zoonosis.

In dieser Studie wird beschrieben, wie zwei Patienten nach ihrem Hirntod ein transgenes Schweineherz eingesetzt wurde, wonach die Körperfunktionen und das Organ für knapp drei Tage untersucht wurden. Soweit das beurteilt werden kann, wurde dabei keine akute Abstoßungsreaktion verzeichnet, was als ermutigender Fortschritt angesehen wird.