

Gene Drives

Die neue Gentechnik zum Umbau der Evolution

von Mareike Imken und Benny Haerlin

Gene-Drive-Organismen sind die vielleicht gefährlichste Anwendung der Gentechnik, die bisher entwickelt wurde: Mit Hilfe des sog. CRISPR/Cas-Verfahrens sollen Tiere und Pflanzen, die sich sexuell fortpflanzen, so manipuliert werden, dass sie eine neue Eigenschaft an nahezu alle Nachkommen weitervererben – selbst wenn diese Eigenschaft der Art schadet. Wird ein solcher Organismus in die Umwelt freigesetzt, löst er eine gentechnische Kettenreaktion aus, die das Genom einer ganzen Art global verändern kann. Weil sich damit auch Eigenschaften verbreiten lassen, die eine weitere Vermehrung unterbinden, lassen sich mit Gene Drives Pflanzen- und Tierarten ausrotten. Eine Freisetzung von Gene-Drive-Organismen fand bisher noch nicht statt. Solche Freisetzungen könnten jedoch die Welt verändern: Sie bergen bisher nicht gekannte Gefahren und Risiken und stellen uns vor vollkommen neue ethische Herausforderungen. Der nachfolgende Beitrag berichtet über den Stand der Entwicklung und Anwendung dieser neuen Form von Gentechnik, benennt die kaum kontrollierbaren Risiken und zeigt die Notwendigkeit auf, bei der anstehenden fachlichen wie politischen Auseinandersetzung das Vorsorgeprinzip als entscheidenden Maßstab zu stärken.

Normalerweise setzen sich Mutationen nur dann langsam in einer Population durch, wenn sie dem Überleben ihrer Träger zuträglich sind. Gene Drives setzen diese natürlichen Regeln der Evolution außer Kraft: Sie erhöhen die Chance der Vererbung einer Eigenschaft von 50 Prozent auf nahezu 100 Prozent. Vererbt wird dabei nicht allein die neue, womöglich schädliche Eigenschaft, sondern auch der genetische Bauplan des CRISPR/Cas-Konstruktes, das die Manipulation in allen folgenden Generationen wiederholt (siehe Kasten). Gene Drives setzen damit eine gentechnische Kettenreaktion in Gang.

Nachdem 2015 erstmals das Funktionieren eines CRISPR/Cas-basierten Gene Drives im Labor an Fruchtfliegen demonstriert wurde, ist dies inzwischen mit einer Reihe von weiteren Versuchstieren gelungen. In die Natur wurden Gene Drives bisher noch nicht freigesetzt; zumindest ist darüber bisher nichts bekannt.

Anwendungsfelder von Gene Drives

Malariabekämpfung

Konkrete Vorbereitungen dafür laufen jedoch bei dem von der Gates-Stiftung finanzierten »Target Malaria«-

Projekt in Burkina Faso. Die Ausrottung der Malaria übertragenden Anopheles-Mücke mittels Gene Drive ist das Paradebeispiel, auf das Betreiber und Förderer der Technologie die Debatte über Risiken und Nutzen gerne zuspitzen. Die Stechmücke ist so bereits zu einer Art Wappentier der neuen Technologie geworden. Durch Freisetzung einer Gene-Drive-Mücke der Art *Anopheles gambiae*, die ausschließlich sterile weibliche Nachkommen hervorbringt, soll in einer ganzen Region gelingen, was im Labor im Jahr 2018 erstmals demonstriert wurde: Die Population bricht innerhalb von sieben bis elf Generationen zusammen. Mangels Überträger, so die Theorie, lässt sich auf diese Art auch der Malariaerreger *Plasmodium* ausrotten. Frühestens im Jahr 2024, spätestens jedoch in zehn Jahren, so die beteiligten Forscherteams, soll es soweit sein. Erste Freisetzungsversuche mit gentechnisch markierten Mücken fanden als Vorbereitung bereits im Jahr 2019 in Burkina Faso statt.

Anopheles-Mücken sind nicht die einzigen »Todeskandidaten«. Eine Vielzahl von Infektionen, die durch Tiere übertragen werden, könnten durch Ausrottung ihrer Übertragungsorganismen bekämpft werden. Dies ist auch in der Vergangenheit bereits erfolgreich exerziert worden. Allerdings ohne den Einsatz gen-

technischer Methoden. Denkbar wäre es auch, mittels Gene Drive diese Tierarten durch gentechnisch veränderte Varianten zu ersetzen, die sich dann nicht mehr zur Übertragung der Krankheit eignen.

Artenschutz durch Ausrottung

Ebenfalls auf Ausrottung bestimmter Tierarten beruhen die Strategien einzelner Forschergruppen und Naturschutzorganisationen, die damit die ursprüngliche Fauna und Flora vor invasiven Arten schützen wollen, die von Menschen eingeschleppt wurden und nun die ursprünglichen Ökosysteme massiv verändern.

Die Naturschutzorganisation Island Conservation und die Forschungsvereinigung Genetic Biocontrol of Invasive Rodents (GBIRD) beispielsweise halten Gene Drives für ein effektives und kostengünstiges Instrument gegen invasive Nagetiere, die den Artenreichtum auf Inseln bedrohen, auf die sie eingeschleppt wurden. In Neuseeland wurde die Anwendung der Technologie innerhalb des nationalen Artenschutzprogramms bereits erörtert. Angesichts dessen warnte allerdings selbst einer der Gene-Drive-Erfinder, Kevin Esvelt, vor vorschnellen Freisetzungen und der Anwendung von Gene-Drive-Organismen im Naturschutz.¹

Die Idee, Gene-Drive-Organismen gegen invasive Arten einzusetzen, stellt den Naturschutz vor grundsätzliche Fragen. Seit 2016 wird darüber bei der Weltnaturschutzorganisation IUCN diskutiert. Auf ihrer nächsten Mitgliederversammlung im Juni 2020 in Marseille könnte es zur Abstimmung darüber kommen. Grundlage für die Positionierung wäre ein von der IUCN in Auftrag gegebener Wissenschaftsbericht² zur Bewertung der synthetischen Biologie für den Artenschutz. Dieser steht dem Einsatz solcher Technologien wie Gene-Drive-Systemen für den Artenschutz offen gegenüber. Hunderte zivilgesellschaftliche Organisationen appellierten an die IUCN, den einseitigen Bericht, in dem sich vor allem Befürworter der Gentechnik durchsetzen konnten, nicht zur Grundlage ihrer Politik zu machen, sondern die Risiken der Technologie mit einem weiteren Bericht zu analysieren, der sich stärker an dem Vorsorgeprinzip orientiert. Auch unter den Mitgliedsorganisationen und -behörden des IUCN wächst das Unbehagen über den möglichen Durchmarsch der »Gene-Drive-Lobby«.

Neue Wunderwaffe industrieller Landwirtschaft

Während über Malaria und Mäuse intensiv berichtet wird, ist der auf die Dauer vielfältigste und möglicherweise auch profitabelste Anwendungsbereich von Gene Drives, die Landwirtschaft, bisher kein Thema, über das die Befürworter der Gene-Drive-Technologie in Wissenschaft und Wirtschaft öffentlich gerne reden.

Ein Blick in die Patentschriften³ der beiden Erfindergruppen der neuen Technologie zeigt allerdings,

welch enormes kommerzielles Potenzial die Forscher darin sehen. In der Patentschrift der Gene Drive Entwickler Esvelt und Smidler⁴ spielt die »landwirtschaftliche Sicherheit und Nachhaltigkeit« eine entscheidende Rolle. Sie benennt über hundert Beikräuter und mehr als 300 landwirtschaftliche Schädlinge, denen durch Gene Drives künftig beizukommen sei. Ebenso benennt sie nicht weniger als 186 Herbizide, Insektizide, Fungizide und sonstige Giftstoffe, gegen deren Wirkung wilde Arten per Gene Drive wieder »sensibilisiert« werden könnten, sollten sich dagegen resistente Varianten herausgebildet haben.

US-amerikanische Anbauvereinigungen wie die kalifornischen Kirschenbauern lassen bereits heute daran forschen, wie ein Gene Drive ihren »Lieblingsschädlingen«, etwa der Kirschessigfliege, den Garaus machen könnte. Die Großen der Agrarindustrie halten sich dagegen bisher – fast schon auffällig – zurück: Der Imageschaden für Firmen wie Bayer oder Syngenta könnte groß sein, ebenso jedoch für die Technologie, die ja zunächst einmal »Leben« und »Arten« retten soll.

Eine zentrale technische Herausforderung sowohl für die künftige Sicherheitsdiskussion als auch für denkbare Geschäftsmodelle mit Gene Drives ist, *ob, wie* und wenn ja, *wie verlässlich* die Ausbreitung von Gene-Drive-Organismen zeitlich und räumlich begrenzt werden kann. Auch hierfür gibt es zwar erste Patentanmeldungen,⁵ doch nicht einmal die Anmelder selbst, allen voran erneut Kevin Esvelt, behaupten bisher, dass diese zuverlässig funktionieren.

Sollte dies sich ändern, wäre eine Vielzahl von landwirtschaftlichen Anwendungen denkbar, die jeweils nur für einen begrenzten Zeitraum die Population von Insekten, Würmern und auch kleinen Säugetieren zum Zusammenbruch bringen oder auch nur die Verbreitung der jeweiligen »Zielorganismen« massiv reduzieren könnten. Ebenso wäre es denkbar, die Übertragung von Krankheiten auf Nutztiere durch bestimmte Parasiten und Insekten zu unterbinden oder zu reduzieren. Sollte es gelingen, den krankheitsübertragenden Organismen nur ihre Fähigkeit zur Übertragung zu nehmen, wären derartige Gene Drives möglicherweise deutlich weniger umstritten als solche, die ihr Ziel nur durch Ausrottung der Organismen und ihrer Populationen erreichen.

Ebenso wie die »Re-Sensibilisierung« resistenter Beikräuter wären auch Strategien denkbar, die pflanzlichen oder tierischen »Schädlingen« eine neue Verwundbarkeit aufzwingen, die zu ihrer chemischen Bekämpfung genutzt werden könnte, ohne dass die Pestizide sonstigen Schaden anrichten. Der Phantasie sind kaum Grenzen gesetzt.⁶ Die Entwicklung von Bienenstämmen, die nur bestimmte Blüten bestäuben oder auch der Einbau von Selbstvernichtungsmechanismen in gentechnisch veränderte Nutzpflanzen, um

deren Auskreuzung zu verhindern, gehören zu derartigen Vorstellungen.

Dass Gene Drives in der Rinder-, Schafs-, Schweine- und Geflügelzucht erhebliche Vereinfachungen erzielen könnten, liegt auf der Hand. Sie könnten beispielsweise das millionenfache Duplizieren einzelner Exemplare ersetzen, das heute zum Erhalt und zur Vermehrung eines einmal erreichten Zuchterfolges eingesetzt wird.

Einsatz als Biowaffe

Gene Drives könnten schließlich auch als Biowaffen gegen Pflanzen, Tiere und Menschen eingesetzt werden. Genauso, wie im Zuge der Malariabekämpfung ganze Mückenpopulationen mit Hilfe von Gene Drives ausgerottet werden sollen, könnten beispielsweise auch wichtige Nutzinsekten in einer bestimmten Re-

gion vernichtet werden, mit horrenden Folgen für die Landwirtschaft. Vor diesem Hintergrund ist es alarmierend, dass nun ausgerechnet das Forschungsinstitut des US-amerikanischen Militärs (DARPA) einer der größten Finanziere der Gene-Drive-Forschung ist. Auch viele Experten bei der UN-Biowaffenkonvention sehen Gene Drives sehr kritisch.

Eine neue Ära der Gentechnik

Gene Drives markieren ein neues Konzept im gentechnischen Umgang mit der Natur. Sollte bislang die Auskreuzung gentechnisch veränderter Organismen mit wilden Artverwandten möglichst *verhindert* werden, gilt bei Gene-Drive-Organismen das Gegenteil: Erklärtes Ziel ist die möglichst totale Auskreuzung und Veränderung bzw. Ausrottung ganzer Populatio-

Katharina Kawall

Die Funktionsweise von Gene Drives

Gene Drives sind gentechnische Methoden, die eingesetzt werden sollen, um eine Eigenschaft in wilden Populationen zu verändern oder neu einzubringen. Dabei wird durch die Gene Drives die natürliche Vererbung eines Gens an die Nachkommen von 50 Prozent umgangen und auf 100 Prozent erhöht. Gene Drives werden schon viele Jahre im Labor getestet und entwickelt. Ältere Methoden, die für Gene Drives eingesetzt werden, basieren auf »egoistischen«, genetischen Elementen wie beispielsweise Medea, das bisher im Labor nur bei Fruchtfliegen erfolgreich getestet wurde. Die Entwicklung der »Genschere« CRISPR/Cas als biotechnologisches Werkzeug vor wenigen Jahren hat auch die Forschung rund um Gene Drives beschleunigt.

Bei Gene Drives, die auf dem CRISPR/Cas-System basieren, wird der genetische Code des CRISPR/Cas-Konstruktes selbst mit im Erbgut der Keimzellen eines Organismus verankert. In der nächsten Generation öffnet CRISPR/Cas das Erbgut der Nachkommen an einer bestimmten Stelle, um dort die gentechnische Anlage erneut einzubauen. Dieser Vorgang gleicht einem genetischen Kopiermechanismus, der die gewünschten Veränderungen immer auf beide Kopien eines festgelegten Ziel-Gens überträgt. Die Verbreitung der neuen Eigenschaften geschieht auf diese Art sehr viel schneller, als es natürlicherweise möglich wäre, und kann damit ganze Arten verändern oder ausrotten.

Die Veränderungen, die durch Gene Drives bewirkt werden können, sind vielfältig: Zum einen kann der Einbau der »Genschere« wichtige Erbanlagen schädigen, sodass die Nachkommen in ihrer Entwicklung eingeschränkt sind und beispielsweise nur männliche Nachkommen überle-

ben. Es können aber auch bestimmte Eigenschaften der betroffenen Art verändert werden, damit sie nicht mehr in der Lage sind, z. B. die Erreger der Malaria zu übertragen. Zum anderen können neue Eigenschaften zusammen mit der Erbanlage der »Genschere« in das Erbgut des Zielorganismus eingebracht werden, die sich dann in der gesamten Population ausbreiten. Eine Voraussetzung für die Gene-Drive-Technik ist, dass sich die zu verändernde Art geschlechtlich fortpflanzt. Gene Drives funktionieren also nicht in Bakterien und Viren und kaum bei Pflanzen, die sich vor allem vegetativ vermehren. Außerdem eignen sich für die Anwendung von Gene Drives besonders Arten mit relativ kurzen Generationszyklen. Im Labor wurden bereits CRISPR/Cas-basierte Gene Drives erfolgreich bei Mücken⁷, Mäusen⁸ und Fruchtfliegen⁹ getestet, Freisetzungsversuche in der Umwelt wurden bislang jedoch noch keine durchgeführt.

Studien haben gezeigt, dass schnell Resistenzen gegenüber dem Gene Drive in einer Population auftreten und somit die Ausbreitung innerhalb der Population verhindern können.¹⁰ Wissenschaftler kombinieren nun beispielsweise mehrere Gene Drives, um damit die Resistenzentwicklung zu verzögern.



Dr. Katharina Kawall

bis Ende 2017 am Max-Planck-Institut für Infektionsbiologie in Berlin. Seit 2018 Leiterin der Fachstelle für Gentechnik und Umwelt (FGU) in München.

Frohschammerstr. 14, 80807 München
info@fachstelle-gentechnik-umwelt.de

nen und Arten. Objekte der gentechnischen Veränderung sind nicht mehr Kulturpflanzen des Menschen, die häufig ohnehin nur mit dessen Hilfe überlebensfähig sind, sondern wildlebende Organismen, über deren Biologie, Funktion und Verhalten in verschiedenen Ökosystemen oft wenig bekannt ist. Die vom Menschen bereits stark geschädigten Ökosysteme werden zum Objekt der gentechnischen Manipulation. Es handelt sich um eine *disruptive Innovation*, die weder kontrollier- noch rückholbar ist.

Mangels Kontrollmöglichkeiten und Rückholbarkeit sind Gene-Drive-Organismen nicht vereinbar mit dem Vorsorgeprinzip, der Grundlage des weltweiten, europäischen und auch deutschen Umwelt- und Naturschutzrechtes. Im schlimmsten Falle könnte bereits der Ausbruch eines einzelnen Gene-Drive-Organismus' aus dem Labor zur Ausrottung oder unwiederbringlichen Veränderung einer Art und zum Zusammenbruch ganzer Ökosysteme führen.

Es gibt eine Menge Fragezeichen in Bezug auf die Machbarkeit von Gene-Drive-Strategien. Sowohl innerhalb der Zelle, als auch innerhalb der Populationen bilden sich gegen einen derart massiven Angriff unvermeidlich Resistenzen heraus.

Im Falle des CRISPR/Cas-Mechanismus, der dem Gene Drive seine Turboeigenschaft verleiht, scheint die RNA-Sonde, die mit angeblich höchster Präzision die einzig richtige Stelle identifiziert, an der ein Doppelstrangbruch verursacht werden soll, die Achillesferse des Systems. Verändert sich die DNA-Sequenz, auf die die Sonde »abgerichtet« ist, auch nur leicht, kann sie dem Doppelbruch entkommen. Umgekehrt kommt es auch immer wieder zu Doppelstrangbrüchen an Stellen, die nicht das Ziel der Operation waren. Sollte der ursprüngliche Gene Drive im Laufe seiner weiteren Evolution in der Natur seine ursprünglichen Eigenschaften verändern, könnte er gar in artverwandte Organismen eindringen und dort neue Kettenreaktionen auslösen.

Vor den vielen technischen Detailfragen zur Funktionsfähigkeit und den damit verbundenen Risiken und Nebenwirkungen sollten wir uns jedoch eine grundsätzlichere Frage stellen: Ist die Menschheit wirklich reif, klug und weise genug, in den Gang der Evolution auf derart unwiederbringliche Art und Weise einzugreifen? Was spricht dafür und was dagegen, dass die Wirkungen derartiger Umprogrammierungen nicht nur einzelner Organismen, sondern ganzer Arten und Ökosysteme auf lange Sicht und unter allen möglichen denkbaren Umweltbedingungen tatsächlich ausreichend vorhergesehen und abgeschätzt werden können?

Gene Drives wären keineswegs der erste disruptive Eingriff des Menschen in die Natur. Von der Ausrottung tausender Arten über die Ausbreitung strahlen-

den Materials oder die flächendeckende Verbreitung von Plastikmüll bis hin zum Ozonloch und zur Erderhitzung ist der Menschheit bereits so manches gelungen. Einige der Disruptionen kamen überraschend, vieles wurde vorhergesehen und dennoch nicht unterlassen. Das Alleinstellungsmerkmal der Gene Drives wäre es allerdings, derartige Veränderungen in die DNA von Organismen und den globalen »Code des Lebens«, den viele Organismen auf unterschiedliche Art miteinander austauschen, gewissermaßen mit Gewalt einzubrennen. Die Disruption fände ausgerechnet an der Stelle statt, an der sich die Entwicklungsprinzipien und die Anpassungsfähigkeit des Lebens und seiner Fortpflanzung manifestieren.

Solch fundamentale Eingriffe mag man grundsätzlich ablehnen oder unter bestimmten Bedingungen doch für vertretbar halten. Es bedürfte dafür jedenfalls eines Entscheidungsmechanismus, der der zeitlichen und räumlichen Ausdehnung der Wirkung dieses Eingriffes gerecht wird.

- Wie also könnte die Menschheit darüber entscheiden, ob eine Tier- oder Pflanzenart ausgerottet werden soll?
- Wie könnte sie darüber befinden, ob eine sich möglicherweise global ausbreitende Eigenschaft in eine Insektenart oder Nagetierfamilie einführt werden darf oder nicht?
- Bedürfte es eines einstimmigen Beschlusses der UNO-Vollversammlung?
- Müssten indigene Gemeinden, wie in ähnlich gelagerten Fällen auch, eine besondere Stimme dabei haben?
- Wie würden künftige Generationen berücksichtigt?

Mit Sicherheit würde wohl eine deutliche Mehrheit der Menschheit diese Entscheidungen nicht ein paar Superreichen wie Bill Gates und Warren Buffett überlassen wollen, welche über die Bill & Melinda Gates Foundation gegenwärtig nicht nur die Forschung an Gene Drives massiv vorantreiben, sondern zudem Millionen US-Dollar in die Beeinflussung der wissenschaftlichen und öffentlichen Meinungsbildung darüber investieren. Auch der US-Agentur für fortgeschrittene Wehrforschungsprojekte (DARPA), nach der Gates Stiftung der zweitgrößte Investor in Gene Drives, würden wohl nur wenige diese Entscheidung überlassen wollen.

Gene Drives auf der globalen Agenda

Die Biodiversitätskonvention (CBD) ist das Abkommen der Vereinten Nationen, das sich mit all diesen Fragen befassen muss. Auf ihrer 14. Vertragsstaatenkonferenz im November 2018 in Sharm el Sheik ge-

hörten Gene Drives zu den umstrittensten Themen. Angesichts nicht zu überwindender Meinungsverschiedenheiten konnten sich die Delegierten nicht auf ein globales Moratorium einigen. Der Kompromiss, den sie verabschiedeten, fordert die Anwendung des Vorsorgeprinzips, vorherige Risikobewertungen sowie die Berücksichtigung und vorherige informierte Zustimmung (*prior informed consent*) »möglicherweise betroffener« lokaler und indigener Gemeinschaften. Ein Anfang, aber keine Lösung.

Die kommende 15. Vertragsstaatenkonferenz der CBD in China im Oktober 2020 wäre womöglich der letzte Moment, völkerrechtlich verbindliche Vereinbarungen zu treffen, bevor die Gene-Drive-Forschung umsetzungsreif ist. Wird es bei der COP 15 gelingen, ein Moratorium für diese Technologie zu beschließen, um Zeit für ihre technische wie politische Regulierung zu gewinnen? Wird das spezielle Biosicherheitsprotokoll der CBD die Erarbeitung von Leitlinien für die Risikobewertung von Gene-Drive-Organismen beschließen, eine nationalstaatliche Anpassung von Sicherheitsstandards in Forschungslaboren an Risiken durch die fraglichen neuen Organismen fordern, oder Haftungsfragen bei auftretenden Schäden vertiefen?

Die Verhandlungen in Kunming fallen in die Zeit der deutschen Ratspräsidentschaft der Europäischen Union, die dort eine wichtige Rolle spielen wird. Die Zeit drängt, zunächst in Deutschland und innerhalb der EU klare Positionen zum Einsatz von Gene Drives zu beziehen. Auf Nachfrage von »Save Our Seeds« bekannten sich bisher SPD, Grüne und Linke zu einem Moratorium, die CDU bezeichnete den Vorschlag als prüfenswert. FPD und AfD positionierten sich bisher nicht. Indes hat der Deutsche Bundestag sein Büro für Technikfolgen-Abschätzung (TAB) damit beauftragt, offene ökologische, ethische und regulatorische Fragen rund um die Risiken und Handlungsoptionen sowie Alternativen zur Gene-Drive-Technologie bis Ende 2021 zu beantworten.¹¹ Eine Mehrheit der Landesregierungen setzte im Sommer 2019 für die Forschung an Gene Drives gegen den Vorschlag der Bundesregierung in der Gentechniksicherheitsverordnung durch, dass solche Experimente nur unter der Sicherheitsstufe 3 (von vier) durchgeführt werden sollen. Die Agrarministerien der Bundesländer fordern die Bundesregierung dazu auf, Gene Drives erneut auf die Tagesordnung der CBD und des Biosicherheitsprotokolls in China zu setzen.

Die Europäische Kommission hat ebenfalls erste Schritte zur Evaluierung von Gene Drives eingeleitet. Sie beauftragte die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) damit, eine Einschätzung abzugeben, ob die von Gene Drives ausgehenden Risiken für die Umwelt eine Anpassung der aktuellen Leit-

linien für die Umweltrisikoprüfung für gentechnisch veränderte Insekten notwendig machen. Im Frühjahr 2020 will die EFSA eine erste Zusammenfassung gesammelter Erkenntnisse präsentieren. Ein Auftrag zur Anpassung der eigentlichen Leitlinien für die Risikobewertung von gentechnisch veränderten Insekten für die Umwelt steht jedoch noch unter dem Vorbehalt der Beauftragung durch die Europäische Kommission.

Politische Ziele

Das Ziel der kritischen zivilgesellschaftlichen Auseinandersetzung mit der gewaltigen Herausforderung der Gene-Drive-Technologie ist es, die Bundesregierung und auch die Europäische Union hinter ihre Forderung nach einem europäischen Freisetzungsverbot für zeitlich und räumlich nicht rückholbare Gene-Drive-Organismen sowie nach einem globalen Moratorium und der Einrichtung eines globalen Entscheidungsfindungsgremiums zum Einsatz von Gene-Drive-Organismen zu bringen. Bevor einfach Fakten geschaffen werden, könnten so zunächst riskante und verfrühte Freisetzungen von Gene-Drive-Mücken in Afrika verhindert werden. So könnte auch ausreichend Zeit und Raum gewonnen werden für eine demokratische und breite gesellschaftliche Debatte sowie die rechtliche Einordnung, die Risikobewertung und Regulierung der Technologie.

Auf der COP15 der Biodiversitätskonvention im Oktober 2020 ist das vordringliche Ziel, die Biosicherheit zu einer wichtigen Säule des neuen globalen Biodiversitätsrahmens zu machen, der dort beschlossen werden soll. Dabei geht es darum, das Vorsorgeprinzip prominent zu verankern und einen Auftrag zur Erarbeitung gemeinsamer Leitlinien für die Technologie- und Risikobewertung von Gene-Drive-Organismen zu beschließen, der auch sozioökonomische Auswirkungen und ethische Fragestellungen miteinbezieht.

Folgerungen & Forderungen

- Gene-Drive-Organismen sind eine globale Herausforderung und bedürfen globaler Regelungen.
- Wir brauchen ein Moratorium, eine globale öffentliche Debatte und verbindliche internationale Regeln.
- Zeitlich und räumlich nicht kontrollierbare Freisetzungen von Gene-Drive-Organismen sind grundsätzlich zu verbieten.
- Ebenso die gentechnische Manipulation ganzer Arten und Ökosysteme.
- Das Jahr 2020 ist der letzte Zeitpunkt, zu dem Bundesregierung und Europäische Union hierfür die Weichen stellen können.

Richtungsweisend für die kommenden CBD-Beschlüsse wird auch die Positionierung der IUCN zur Rolle der Synthetischen Biologie (einschließlich GDO) im Naturschutz sein. Die Bill & Melinda Gates Foundation verfügt über großen Einfluss und ist bestens vernetzt. Die mit ihr verbundenen Gene-Drive-Forschergruppen sind mit ihrem Expertenwissen in internationalen Gremien wie IUCN und CBD gefragt. Wird es der deutschen, europäischen und globalen Zivilgesellschaft gelingen, gegen diese sehr zielstrebige finanzielle und kommunikative Übermacht eine kritische gesellschaftliche, wissenschaftliche und politische Gene-Drive-Debatte anzustoßen? Ob es gelingt, Entscheidungsträger/-innen auf allen Ebenen die Tragweite ihrer Beschlüsse zu Gene Drives nahezubringen, wird eine der größten Herausforderungen rund um die Gentechnik im Jahr 2020 werden.

Das Thema im Kritischen Agrarbericht

- ▶ Katharina Kawall: Die neuen Gentechnikverfahren. Eine Bewertung aus naturwissenschaftlicher Sicht. In: Der kritische Agrarbericht 2019, S. 290–297.
- ▶ Stefanie Hundsdoerfer: Präzise, sicher und unentbehrlich!? Argumente von Befürwortern der neuen Gentechnikverfahren auf dem Prüfstand. In: Der kritische Agrarbericht 2019, S. 298–304.
- ▶ Christoph Then: Gentechnik, die keine sein soll ... Wie die Industrie versucht, neue Gentechnik-Verfahren bei Pflanzen und Tieren als konventionelle Züchtung einzustufen. In: Der kritische Agrarbericht 2016, S. 277–282.

Anmerkungen

- 1 K. M. Esvelt and N. J. Gemmill: Conservation demands safe gene drive. In: PLOS Biology 15/11 (2017). DOI: 10.1371/journal.pbio.2003850.
- 2 K. H. Redford et al. (Eds.): Genetic frontiers for conservation – an assessment of synthetic biology and biodiversity conservation: technical assessment. Gland 2019 (<https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2019-012-En.pdf>).
- 3 WO/2016/073559 – E. Bier, V. Gantz and W. L. Warren: Method for autocatalytic genome editing and neutralizing autocatalytic genome editing. 2016.
- 4 WO/2015/105928 – K. M. Esvelt and A. L. Smidler (2015): RNA-guided gene drives. Harvard College 2015.

- 5 WO/2018/049287 – K. M. Esvelt, J. Min and C. Noble (2018): Methods and compounds for gene insertion into repeated chromosome regions for multi-locus assortment and daisy-field drives. Harvard College 2018. – WO/2017/196858 – dies.: Methods to design and use gene drives. Harvard College 2017.
- 6 Zu möglichen Anwendungen von Gene Drives in der Landwirtschaft siehe auch den Bericht der ETC Group und Heinrich Böll Foundation: Forcing the farm. How gene drive organisms could entrench industrial agriculture and threaten food sovereignty. 2018 (www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/etc_hbf_forcing_the_farm_web.pdf).
- 7 K. Kyrou et al.: A CRISPR-Cas9 gene drive targeting doublesex causes complete population suppression in caged *Anopheles gambiae* mosquitoes. In: Nature Biotechnology 36/11 (2018), pp. 1062–1066. DOI:10.1038/nbt.4245.
- 8 H. A. Grunwald et al.: Super-Mendelian inheritance mediated by CRISPR-Cas9 in the female mouse germline. In: Nature 566/7742 (2019), pp. 105–109. DOI:10.1038/s41586-019-0875-2.
- 9 V. M. Gantz and E. Bier: Genome editing. The mutagenic chain reaction: a method for converting heterozygous to homozygous mutations. In: Science 348/6233 (2015), pp. 442–444. DOI:10.1126/science.aaa5945.
- 10 R. L. Unckless, A. G. Clark and P. W. Messer: Evolution of resistance against CRISPR/Cas9 gene drive. In: Genetics 205/2 (2017), pp. 827–841. DOI:10.1534/genetics.116.197285.
- 11 Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB): Informationen zur Untersuchung: Gene Drives – Technologien zur Verbreitung genetischer Veränderungen in Populationen (www.tab-beim-bundestag.de/de/untersuchungen/u50000.html).



Mareike Imken

Leiterin der »Stop Gene Drives«-Kampagne von Save Our Seeds in der Zukunftsstiftung Landwirtschaft.

Marienstr. 19–20, 10117 Berlin
imken@saveourseeds.org



Benny Haerlin

Leiter des Berliner Büros der Zukunftsstiftung Landwirtschaft, der europäischen Initiative Save Our Seeds und des Bildungsprojekts 2000 m² Weltacker.

Marienstr.19–20, 10117 Berlin
haerlin@zs-l.de