

Neue Gentechnik: Gene-Drive-Mücken

Ein mögliches Zukunftsszenario

**TEST
BIOTECH**

Testbiotech e. V.
Institute for Independent
Impact Assessment in
Biotechnology

Testbiotech arbeitet strikt nach wissenschaftlichen Kriterien. Im Video-Clip zu „Gene-Drive-Mücken“ überschreiten wir zwar die Grenzen des gesicherten Wissens, wir bauen aber darauf auf. Wir entwerfen ein mögliches Zukunftsszenario und verwenden dazu ein gängiges Erzählmuster: Ein rätselhaftes Ereignis, das in diesem Fall rund um das Jahr 2040 passieren könnte, steht am Anfang und wird dann Schritt für Schritt aufgeklärt.

Wozu soll dieser Video-Clip dienen? Was ist Realität? Was ist das Zukunftsszenario?

Was ist der Anlass für diesen Video-Clip?

Derzeit findet im Bereich der Gentechnik eine dramatische Entwicklung statt: Mithilfe neuer Werkzeuge, wie z.B. der Gen-Schere CRISPR-Cas, die billiger und effizienter sind als bisherige Methoden, sollen weit mehr Pflanzen und Tiere innerhalb kürzerer Zeiträume gentechnisch verändert werden, als das bislang der Fall war. Das technische Potential des Genome Editing geht dabei weit über das hinaus, was mit bisheriger Gentechnik möglich war: Auch radikale Veränderungen des Erbgutes sind damit möglich. Eine extreme Variante: Mithilfe sogenannter „Gene Drives“ sollen künftig auch natürliche Populationen wie Insekten, Wildpflanzen und wildlebende Säugetiere in ihrem Erbgut manipuliert werden. Um solche „Gene Drives“ geht es in unserem Video.

Was ist die Funktion eines „Gene Drives“?

Bei der dem Film zugrundeliegenden Variante des „Gene Drives“ wird mit der „Gen-Schere“ CRISPR-Cas gearbeitet. Diese Gen-Schere soll das Erbgut an einer bestimmten Stelle öffnen, um dort die DNA zu verändern. Dabei soll in diesem Fall, um einen Gene Drive zu erzeugen, auch das Gen für die Gen-Schere selbst verankert werden.

Die Gen-Schere besteht aus einem Enzym (Eiweiß). Dieses Enzym wird in den Zellen auf der Grundlage des zusätzlich eingeführten Gens produziert. So wird die Veranlagung für den Vorgang der gentechnischen Veränderung erblich gemacht und wiederholt sich in der nächsten Generation automatisch. Das Enzym wird in jeder Generation neu gebildet. Werden beispielsweise bei der Paarung von Insekten von einem der Partner natürliche Varianten des Zielgens auf die Nachkommen vererbt, „erkennt“ die Gen-Schere diese Genregion als ihr Ziel, wird aktiv und verändert den Bauplan des natürlichen Gens. Im Ergebnis soll sich das veränderte Gen reinerbig weiter vererben und sich so rascher in natürlichen Populationen ausbreiten, als das sonst der Fall wäre.

Es werden also nicht nur genetische Eigenschaften, sondern auch die Mechanismen der Vererbung verändert. Der Prozess der gentechnischen Manipulation wird nicht mehr im Labor durchgeführt. Er wird zu einem sich selbst organisierenden Vorgang, der sich ohne menschliche Kontrolle in der freien Umwelt vollzieht. Das bedingt eine ganz neue Dimension von Risiken. Unser Video

beschreibt ein mögliches Szenario.

Warum sind Gene Drives ein wichtiges Thema für die Öffentlichkeit?

Bisher hat der Mensch Pflanzen und Tiere insbesondere zu Zwecken der Landwirtschaft gezüchtet oder auch gentechnisch verändert. Jetzt soll mit dem Gene Drive auch das Erbgut wildlebender Arten verändert werden. Der Mensch plant gewissermaßen einen Eingriff in die „Keimbahn“ der biologischen Vielfalt.

Bei der Entwicklung von Gene Drives gibt es grundsätzlich zwei Strategien: (1) Die natürlichen Populationen sollen in ihren Eigenschaften verändert und sozusagen durch gentechnisch veränderte Populationen ersetzt werden. (2) Die natürlichen Populationen sollen dezimiert oder ausgerottet werden.

Wegen der besonderen Risiken, aber auch wegen ethischer Fragen befasst sich die internationale Gemeinschaft im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (CBD) mit diesem Thema: Angesichts der vielen Arten, die vom Menschen bereits ungewollt ausgerottet wurden, stellt sich die Frage, ob wir ethisch dazu berechtigt sind, ganze Arten nach unserem Gutdünken gentechnisch zu verändern oder sie gezielt auszulöschen. Dazu kommt die Frage nach den Risiken für Mensch und Umwelt: Wie vorhersagbar ist das Ergebnis eines Gene Drives und welche ungewollten Auswirkungen sind zu befürchten?

Es gibt bereits ein erhebliches Interesse am Einsatz von Gene Drives, sie sind längst nicht mehr nur ein theoretisches Konzept: Eine Recherche aus dem Jahr 2017 zeigt in diesem Zusammenhang ein weit verzweigtes Netzwerk, zu dem unter anderem Lobby-Organisationen, akademische Einrichtungen und MitarbeiterInnen von Behörden gehören. Aktiv ist hier u.a. die Bill & Melinda Gates-Stiftung. Diese hat unter anderem eine Spezialagentur damit beauftragt, Einfluss auf die öffentliche Meinung und die Ausgestaltung künftiger Regelungen für die Anwendungen von Gene Drives zu nehmen.

Die veröffentlichten Dokumente zeigen auch eine Beteiligung des US-Militärs. Die US-Militärbehörde DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) ist sogar an der Finanzierung der Gene-Drive-Forschung in Deutschland beteiligt: In einem Labor in Göttingen wurden Gene-Drive-Versuche mit Fliegen durchgeführt. Dabei kamen keine ausreichend hohen Sicherheitsstandards zum Einsatz, um ein Entkommen der gentechnisch veränderten Fliegen in jedem Fall zu verhindern.

Warum wurden die Mücken als Beispiel gewählt?

Es gibt derzeit mehrere Gene-Drive-Projekte. Unter anderem wurde bereits an Mücken, Fliegen, Nagetieren und Hefen gearbeitet und grundsätzlich gezeigt, dass man entsprechende „genetische Kettenreaktionen“ auslösen kann. Dabei geht es keineswegs nur um die Bekämpfung von Krankheiten, sondern auch um die Landwirtschaft und Eingriffe in die Ökosysteme.

Besonders viele Aktivitäten konzentrieren sich auf Malaria-Mücken, die zu den *Anopheles*-Arten gehören. Das Konsortium „Target Malaria“, das u.a. von der Gates-Stiftung unterstützt wird, plant Aktivitäten in mehreren Regionen Afrikas, in denen Malaria ein besonderes Problem ist. 2018 wurden in Burkina Faso Freisetzungsversuche mit Gentechnik-Mücken genehmigt, die zwar noch keinen Gene-Drive in sich tragen, aber dazu dienen sollen, entsprechende Freisetzungen vorzubereiten.

Bei Malaria-Mücken werden verschiedene Ansätze verfolgt: Teils geht es um eine Dezimierung oder Ausrottung der Mücken. In anderen Projekten wird an einer Veränderung der biologischen Eigenschaften der Mücken geforscht, so dass sie den Erreger der Malaria nicht mehr übertragen können – um solche geht es in unserem Video.

Das Beispiel berührt komplexe ethische Fragestellungen. Außer Frage steht, dass die Bekämpfung der Malaria ein drängendes Problem ist. Doch auf der anderen Seite wirft eine unkontrollierte Freisetzung von Gene-Drive-Mücken erhebliche Risiken und somit auch ethische Fragen nach unserer Verantwortung für kommende Generationen auf.

Wie wahrscheinlich ist das geschilderte Zukunftsszenario?

Im Video erkranken Menschen an hohem Fieber, wenn sie von den gentechnisch veränderten Mücken gestochen werden. Zudem wird darüber berichtet, dass (1) der Erfolg bei der Bekämpfung von Malaria nur vorübergehend war, nachdem die Gene-Drive-Mücken freigesetzt wurden, (2) der Gene Drive auf eine andere Mückenart übertragen wurde und (3) sich diese Mücken durch den Klimawandel auch in Deutschland ausbreiten konnten. Dort (4) kommt es dann zu den Krankheitsfällen.

Wie wahrscheinlich sind diese verschiedenen Ereignisse? Der Reihe nach:

(1) Aus Versuchen im Labor ist bekannt, dass die Vererbung von Gene Drives und deren Funktion nach einigen Generationen ganz oder teilweise verloren gehen kann. Grund dafür sind u.a. technische Mängel der Gen-Schere. Der Erreger der Malaria könnte sich aber auch an die Gentechnik-Mücken anpassen oder vermehrt durch andere Mückenarten übertragen werden. Es kann also mehrere Gründe geben, warum der Einsatz der Gene-Drive-Mücken letztlich auch dann erfolglos bleiben kann, wenn sich die Genkonstrukte tatsächlich in den Mückenpopulationen ausbreiten.

(2) Es gibt mehrere Anopheles-Mückenarten, die sich auch untereinander kreuzen können. Dabei kann der Gene Drive auch von einer Art zu einer anderen Art übertragen werden. In dieser anderen Art könnten sich Wechselwirkungen mit natürlichen Genen ereignen, die man in der ursprünglichen Art nicht beobachtet hat. Unerwartete Wechselwirkungen zwischen zusätzlich eingeführten Genen und dem natürlichen Genom sind bereits mehrfach beschrieben worden. Man spricht davon, dass die Wirkung einzelner Gene vom jeweiligen „genetischen Hintergrund“ beeinflusst wird.

(3) Mückenarten, die Malaria übertragen, können nach Deutschland gelangen. Die Malaria war früher auch in Europa verbreitet. Der Klimawandel könnte dazu beitragen, dass die Mücken sich hier stärker ausbreiten. So wurde 2018 in der EU verschiedentlich über das Auftreten von Mücken berichtet, die das West-Nil-Virus übertragen können.

(4) Im Speichel der Mücken finden sich natürlicherweise Enzyme (Eiweißstoffe), die das Jucken nach einem Mückenstich auslösen. In unserem Beispiel verändert sich die Zusammensetzung dieser Enzyme so, dass durch den Stich hohes Fieber ausgelöst wird. Grund dafür sind die erwähnten Wechselwirkungen zwischen den zusätzlich eingeführten Genen und dem Erbgut der Mücken.

Ob dieses Szenario so eintritt, kann natürlich nicht vorhergesagt werden. Es ist aber keinesfalls unmöglich.

Soll uns das Video Angst machen?

Dieses Video soll vor allem eines: zur Diskussion anregen! Die Gesellschaft muss sich intensiv mit

den neuen Entwicklungen im Bereich der Bio- und Gentechnologie auseinandersetzen. Wie können wir verhindern, dass sich gentechnisch veränderte Organismen unkontrolliert in natürlichen Populationen ausbreiten und erhebliche Schäden bei Menschen und der biologischen Vielfalt verursacht werden, die nicht mehr reversibel sind?

Testbiotech ist der Ansicht, dass es wirksame gesetzliche Regeln geben muss, die es untersagen, Gentechnik-Organismen freizusetzen, deren Ausbreitung nicht ausreichend kontrolliert werden kann. Derartige Regelungen wären im Einklang mit den Bestimmungen der EU, die dem Vorsorgeprinzip eine hohe Priorität geben.

Wir freuen uns auf eine informierte und kontroverse Diskussion.

Hier finden Sie das Video: www.testbiotech.org/gentechnik-grenzen/videos

Weitere Informationen:

Gene Drive Basistext: www.testbiotech.org/gentechnik-grenzen/gene-drive/basistext

Umstrittene Gene Drives: Experimente mit Gentechnikfliegen finden in Deutschland unter niedrigsten Sicherheitsstandards statt: www.testbiotech.org/node/2229

Gates-Stiftung lobbyiert für Einsatz von Gentechnik-Mücken mit ‚Gene Drive‘:
www.testbiotech.org/pressemitteilung/gates-stiftung-lobbyiert-f-r-einsatz-von-gentechnik-m-cken-mit-gene-drive