

Die Genschere wird **GESCHÄRFT**

Die neue Gentechnik soll die Landwirtschaft produktiver und nachhaltiger machen. Sie gilt als präziser – und doch wird vor ihren Gefahren gewarnt. Dr. Eva Gelinsky erklärt, wie die Genschere funktioniert und ob die neue Technik die in sie gesetzten Erwartungen erfüllen kann.

Dürre, Hitze, Starkregen, neue Schädlinge und Krankheiten – die Landwirtschaft steht mit dem Klimawandel vor gewaltigen Herausforderungen. Um Ernteausfällen vorzubeugen, wird nicht nur auf Maßnahmen wie Beregnung gesetzt; es sind auch widerstandsfähige Sorten gefragt, die mit den sich ändernden klimatischen Bedingungen besser zurechtkommen. Neue gentechnische Verfahren wie CRISPR/Cas sollen über das Potenzial verfügen, in relativ kurzer Zeit zur Lösung solcher Herausforderungen beizutragen.

Zusätzlichen Auftrieb erhält die Diskussion um die neuen gentechnischen Verfahren aktuell durch die Turbulenzen auf dem Weltagrarmarkt, die durch den Krieg in der Ukraine ausgelöst wurden. Die markant steigenden Preise für Agrargüter wie Weizen, Mais oder Sonnenblumenöl werden in Teilen der EU-Agrarwirtschaft dazu genutzt, um einen Paradigmenwechsel einzuleiten: Es brauche nun einen Produktionsschub, die vorgesehene Stilllegung von Agrarflächen gehöre gekippt, ebenso der Ausbau des Biolandbaus und die anvisierte Reduktion des Pestizideinsatzes vorläufig gestoppt. Europa, so heißt es, könne sich derzeit keine Ertragsreduktion leisten. Die Agrar- und Ernährungswirtschaft müsse alle verfügbaren technischen Innovationen – darunter auch die neue Gentechnik – nutzen, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

Doch wie sind die Versprechen der neuen Gentechnik zu bewerten? Kann sie tatsächlich dazu beitragen, die Landwirtschaft produktiver und resilienter zu machen? Wie funktionieren die neuen Verfahren, und wel-

che Risiken sind mit ihnen verbunden? Werden bereits Pflanzen kommerziell angebaut, die mit den neuen Verfahren entwickelt wurden, und wie sieht der weitere politische Zeitplan in der Europäischen Union aus? Diesen Fragen widmet sich dieser Beitrag.

Neue Gentechnik – was ist das?

Seit einigen Jahren sind unterschiedliche neue gentechnische Verfahren in der Entwicklung, die sowohl in der Pflanzen- und Tierzucht als auch im humanmedizinischen Bereich und der Grundlagenforschung eingesetzt werden. In der aktuellen Diskussion steht vor allem

die sogenannte Genom-Editierung im Fokus. Im Gegensatz zur „alten“ Gentechnik soll es mit diesen Verfahren, allen voran mit CRISPR/Cas, möglich sein, sehr präzise in das Erbgut von Pflanzen einzugreifen.

Das CRISPR/Cas-System ist von einem natürlichen Mechanismus abgeleitet, mit dem sich Bakterien vor schädlichen Viren schützen. Dabei steht die Abkürzung „CRISPR“ für die englische Bezeichnung von kurzen, sich wiederholenden Abschnitten des Erbgutes. Das System kann gezielte Brüche im DNA-Doppelstrang der eingedrungenen Erreger erzeugen. Dieser recht drastische Eingriff ins Erbgut lässt sich oft



Im Ausland werden bereits Mais, Soja und Tomaten angepflanzt, die mittels CRISPR/Cas verändert wurden (Beispielbilder).

Fotos: sima - adobe-stock.com, Sabine Rübensaat, Christian Gehler

nicht ohne bleibende Schäden reparieren. Doch genau das ist es, was man sich mit der Anwendung dieses Systems als molekularbiologisches Werkzeug, unter anderem in der Pflanzenzüchtung, zunutze machen will (siehe Kasten).

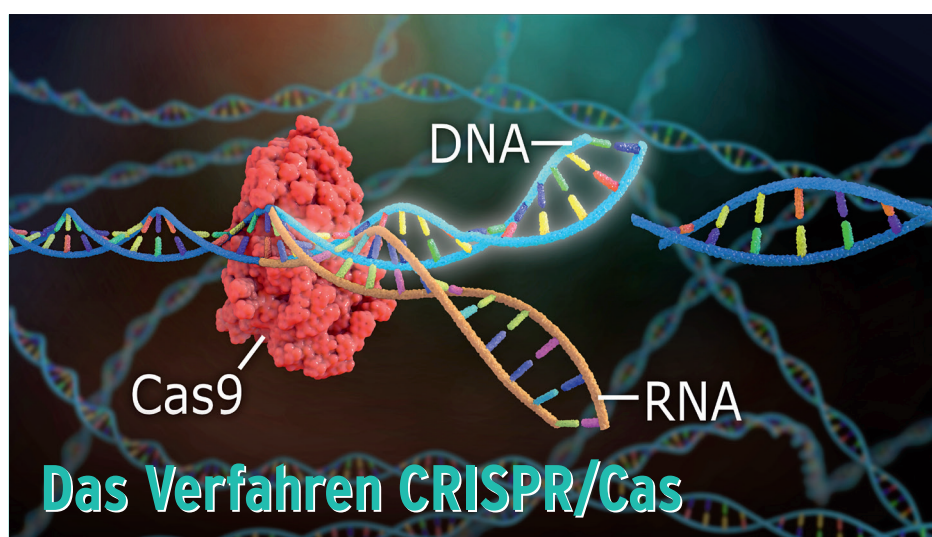
Auch wenn mit neuen gentechnischen Verfahren in bestimmten Fällen nur einzelne Basen des Erbguts eingefügt oder entfernt, also sogenannte Punktmutationen erzeugt werden, kann dies Organismen stark verändern. Solche Eingriffe können zum Beispiel dazu führen, dass Proteine fehlerhaft oder gar nicht mehr erzeugt werden. Die Eingriffe mit Verfahren wie CRISPR/Cas müssen nicht immer mit Risiken verbunden sein, sie können auch völlig folgenlos bleiben. Nur kann dies niemand im Voraus abschätzen. Genau darum müssen die Folgen auch eines vermeintlich kleinen Eingriffs – der allerdings eine große, patentierbare neue Veränderung mit sich bringen soll – eingehend untersucht werden, bevor die Organismen unwiederbringlich in die Umwelt entlassen werden.

Was wird angebaut?

Angesichts des euphorischen Diskurses über die neue Gentechnik mag es überraschen, dass bislang – Stand: April 2022 – wohl lediglich vier Pflanzensorten kommerziell angebaut werden, die mit den neuen Verfahren entwickelt wurden. Darunter befinden sich eine Sojasorte mit einer veränderten Fettsäure (Anbau in den USA), eine Tomatensorte mit veränderten Inhaltsstoffen (Anbau in Japan) und eine herbizidresistente Maissorte, die zudem ein Insektengift produziert (Anbau in den USA). In Europa ist der Anbau dieser Pflanzensorten derzeit nicht erlaubt.

In den nächsten Jahren ist die Einführung weiterer gentechnisch veränderter Pflanzensorten zu erwarten, doch die angekündigte und von vielen erwartete Zulassungsschwemme im Bereich der neuen Gentechnik lässt noch auf sich warten. Zudem zeigt sich, dass die Pflanzensorten, die kurz vor der Markteinführung stehen sollen, kaum den versprochenen Beitrag zu einer produktiveren und gleichzeitig nachhaltigeren oder gar klimaresilienten Landwirtschaft leisten werden. Die Entwicklung solcher Pflanzensorten mit derart komplexen Eigenschaften ist schwierig; entsprechende Projekte sind überwiegend noch im Bereich der Grundlagenforschung.

Dass die neue Gentechnik das bestehende Agrarmodell wohl nur kosmetisch etwas grüner machen wird, lässt sich nicht nur aus der aktuellen Produkt-Pipeline ableiten, sondern auch aus der Patentierungswelle, die



Wie funktionieren Verfahren wie CRISPR/Cas? Das System besteht aus einer Erkennungs- und einer Schneidekomponente. Die einzelnen Bestandteile werden synthetisch hergestellt und dann in die Pflanzenzelle eingeschleust. Dort gelangen die Moleküle zielgerichtet an eine bestimmte Stelle der DNA, zerschneiden sie dort und bewirken am Ende eine Veränderung des entsprechenden Erbgut-Abschnittes. Bei der Erkennungskomponente handelt es sich um ein kleines Molekül, „guide RNA“ genannt. Sie erkennt den Zielbereich auf der DNA und bindet die Schneidekomponente, also das Cas-Protein, und bringt es in Position. Das Cas-Protein – genutzt werden unterschiedliche Proteine wie Cas9, Cas6 oder Cpf1 – spaltet die DNA im Zielbereich auf.

Daraufhin erkennt die Zelle den entstandenen Bruch als Schaden und aktiviert zelleigene Reparaturmechanismen. Einige dieser Reparaturmechanismen arbeiten mitunter ungenau. So können zum Beispiel falsche Bausteine, die Basen, am Zielbereich eingebaut, kleinere Bereiche der DNA herausgenommen oder auch kleine DNA-Stücke eingefügt werden. Auf diese Weise können wenige Basenpaare der DNA verändert und Gene ausgeschaltet beziehungsweise manipuliert werden. In über 90 % der Anwendungen an Pflanzen haben Forschende CRISPR und andere Verfahren dazu genutzt, um Gene auszuschalten oder zu entfernen, und damit sogenannte Knockout-Pflanzen geschaffen, bei denen ein Gen nicht mehr aktiv ist.

Verfahren wie CRISPR/Cas ausgelöst haben. Von den patentierten Pflanzensorten profitieren vor allem jene Großunternehmen, deren Geschäftsmodell auf der Nutzung geistiger Eigentumsrechte aufgebaut ist. Kleinere Unternehmen, die mit diesen Verfahren arbeiten möchten, müssen sich erst für viel Geld die entsprechenden Lizenzen von den Patentinhabern beschaffen. CRISPR/Cas ist also kein demokratisches Verfahren für den Mittelstand, sondern vor allem ein einträgliches Geschäftsmodell für die Agrarindustrie. Diese muss aus Konkurrenzgründen auch in Zukunft Pflanzensorten entwickeln, die sich möglichst weltweit auf großen Flächen anbauen lassen. Diese Entwicklung fördert die weitere Konzentration auf dem Saatgutmarkt: Immer weniger Firmen produzieren Saatgut und beschränken sich dabei auf ihre speziellen Sorten. Dabei bräuchte es, auch angesichts der Klimakrise, mehr Unterneh-

men, die an vielen verschiedenen Orten Züchtung betreiben.

Schon vor 40 Jahren, als die erste Generation der Gentechnik entwickelt wurde, waren die Versprechen groß: weiter steigende Erträge, ein Ende des Welthungers, weniger Pestizide und dazu Pflanzen, die Krankheiten und Schädlingen trotzen. Dass diese Versprechen nicht eingelöst wurden, müssen inzwischen sogar diejenigen zugeben, die diese Technik befürworten. Die Bilanz fällt vielmehr ernüchternd aus: Bis heute sind 99 % aller gentechnisch veränderten Pflanzen, die kommerziell angebaut werden, herbizid- und/oder insektenresistent und werden als Tierfutter oder Biotreibstoff verwendet. Sie dienen also nicht direkt der menschlichen Ernährung. Da der Dauereinsatz der Pestizide rund um die herbizidresistenten Pflanzen zudem die Entwicklung resistenter Superunkräuter fördert, müssen auch wieder vermehrt ältere und ➔

Foto: Nathan Devery com - adobe-stock.com

giftigere Wirkstoffe eingesetzt werden. Dieses Agrarsystem, in dem vor allem Produktion und Produktivität die obersten Ziele sind, hat gravierende Folgen für Bienen und andere Insekten. Dies wurde inzwischen durch unzählige wissenschaftliche Studien belegt. Daher sollten auch die weitreichenden Versprechen der neuen Gentechnik weiterhin kritisch geprüft werden.

Lobbyarbeit für die Gentechnik

Im Jahr 2018 hatte der Europäische Gerichtshof entschieden, dass der Einsatz von Verfahren wie der Genschere CRISPR/Cas unter das Gentechnik-Recht fällt, und zwar auch dann, wenn dabei kein fremdes Erbgut in Pflanzen oder Tiere eingefügt wird. Ein wichtiger Punkt ist dabei die Vorsorgepflicht. Demnach muss vor einer Zulassung sichergestellt sein,

dass die gentechnisch veränderten Produkte weder Gesundheit noch Umwelt wesentlich beeinträchtigen. Seither laufen allerdings – angetrieben von den großen Agrarkonzernen und ihren Lobbyverbänden, aber auch unterstützt vonseiten der liberalen und rechtskonservativen Politik – massive Deregulierungsversuche mit dem Ziel, die neuen Verfahren wie CRISPR/Cas aus der bestehenden Gentechnik-Verordnung herauszunehmen. Auf diese Weise könnten etwa die Kennzeichnungspflicht sowie wissenschaftliche Risikoprüfungen einschließlich des Vorsorgeprinzips umgangen werden. Die Europäische Kommission muss dafür eine öffentliche Konsultation abhalten, die voraussichtlich im zweiten Quartal 2022 beginnt. Zeitgleich dazu wird eine zivilgesellschaftliche Gegenbewegung Petitionen und Kampagnen starten. Denn was wir wirklich brauchen, ist die

Beibehaltung und konsequente Anwendung des europäischen Rechtsrahmens für Gentechnik. Nur so können sich Verbraucherinnen und Verbraucher, die Imkerei sowie Bäuerinnen und Bauern auch in Zukunft auf eine gentechnikfreie Land- und Lebensmittelwirtschaft verlassen.

DIE AUTORIN

Dr. Eva Gelinsky

ist politische Koordinatorin der Interessengemeinschaft für gentechnikfreie Saatgutarbeit. Diese setzt sich seit 2005 mit Aufklärungs-, Öffentlichkeits- und Vernetzungsarbeit für politische und rechtliche Rahmenbedingungen ein, die die gentechnikfreie Saatgutarbeit dauerhaft sichern sollen.



Gentechnik im Bienenvolk

Im Labor: Im Jahr 2014 berichtete die Forschungsgruppe von Prof. Martin Beye an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf zum ersten Mal von der erfolgreichen Aufzucht gentechnisch veränderter Honigbienen. Die Gruppe hatte mithilfe eines sogenannten springenden Gens fremde Erbinformationen in die Versuchsbienen eingeschleust. Bis dahin waren entsprechende Versuche an technischen Problemen gescheitert. Das Vorgehen vereinfachte sich maßgeblich durch die Verwendung des Verfahrens CRISPR/Cas, das 2016 erstmals durch die Universität von Tokio bei Honigbienen gezeigt wurde.

Seither wird CRISPR/Cas in mehreren Ländern in der Honigbienen-Forschung eingesetzt. Dabei geht es in aller Regel um Grundlagenforschung wie die Frage, welche Gene für welche Entwicklungsprozesse, für die Geschlechtsbestimmung oder die Ausprägung bestimmter Eigenschaften verantwortlich sind. An der Julius-Maximilians-Universität in Würzburg wurde auf diese Weise beispielsweise die Funktion eines der drei Zucker-Geschmacksrezeptoren der Honigbiene bestimmt. Es zeigte sich, dass der ausgeschaltete Rezeptor allein für die Wahrnehmung von Fruchtzucker verantwortlich ist.

Die Erschaffung einer Biene, die resistent gegen Pflanzenschutzmittel ist, lehnen die allermeisten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ab. Solche Gedankenspiele wurden allerdings vereinzelt durchaus geäußert. Momentan gibt es jedoch keine Veröffentlichungen über etwaige laufende Arbeiten.

Im Futter: Schon seit einigen Jahren ist eine Bekämpfung der Varroa und von Bienenmilen mittels RNA im Bienenfutter im Gespräch. Bei der RNA handelt es sich um diejenigen Moleküle, die unter anderem die Information der DNA aus dem Zellkern zu den Proteinfabriken der Zellen transportieren. Die Bienen nehmen die Moleküle beispielsweise mit Zuckerwasser auf. Fressen die Milben dann von deren Fettkörper, gehen diese Moleküle in die Parasiten über und schalten dort zielgerichtet ein Milbengen ab. Dieser Mechanismus nennt sich RNA-Interferenz.

Als Erstes arbeitete das israelische Start-Up Beeologics an dieser Methode. Die Firma wurde von Monsanto übernommen, dann ging Monsanto an Bayer, und vergangenes Jahr verkaufte Bayer die Eigentumsrechte an der Technik an das Unternehmen GreenLight Biosciences. Nachdem Monsanto bereits Feldversuche mit mehreren Tausend Bienenvölkern durchgeführt hatte, laufen momentan weitere Versuche in den USA. Nach eigenen Angaben will GreenLight Biosciences noch in diesem Jahr einen Zulassungsantrag stellen, um ein Produkt 2024 auf den Markt zu bringen.

Im Bienendarm: Statt die RNA immer wieder zu verfüttern (siehe oben), haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Universität von Texas sich eine Methode patentieren lassen, in der gentechnisch verän-



derte Darmbakterien die gewünschten Moleküle produzieren. Das Patent nennt mehrere Einsatzmöglichkeiten, wie die Bekämpfung unterschiedlicher Bienenkrankheiten oder auch Änderungen beispielsweise des Sammel- oder des Verteidigungsverhaltens. Kritiker nennen den Vorgang eine indirekte gentechnische Veränderung der Honigbiene.

In Laborversuchen, die in der Fachzeitschrift *Science* veröffentlicht wurden, lebten virusinfizierte Bienen länger, wenn sie die veränderten Bakterien in sich trugen. Varroen, die entsprechende Bienen parasitierten, starben früher als Milben auf unbehandelten Bienen. Der Mechanismus hält offenbar das gesamte Bienenleben lang an, sodass eine einmalige Gabe der Bakterien ausreichen könnte. Zudem werden die veränderten Bakterien durch gegenseitige Fütterung im gesamten Bienenvolk verbreitet. Dies ist jedoch zugleich einer der größten Kritikpunkte an der Methode: Eine Verbreitung der Bakterien wäre kaum kontrollierbar. Zudem könnte es zum Gen-Austausch zwischen unterschiedlichen Darmbakterien kommen, wobei einschränkend erwähnt werden muss, dass Darmbakterien außerhalb des Verdauungstraktes nur sehr kurzlebig sind.

Ein weiterer kritischer Punkt: Das Patent beansprucht nicht nur die Rechte an den veränderten Bakterien, sondern auch an allen Bienen, die diese beherbergen – ein Zustand, der bei einer unkontrollierten Ausbreitung nicht akzeptabel wäre. *Sebastian Spiewok*