

## Gentechnik oder nicht?

Neue Züchtungsverfahren bei Pflanzen und Tieren

von Christoph Then

*In den letzten Jahren wird verstärkt über den Einsatz von neuen Verfahren bei der Züchtung von Pflanzen und Tieren diskutiert, von denen einige mit dem Begriff der »Synthetischen Gentechnik« zusammengefasst werden können. Die Verfahren umfassen unter anderem Entwicklung neuer Genscheren (Nukleasen) für den zielgerichteten Einbau oder Umbau von DNA sowie Eingriffe in die Genregulierung. Strittig ist, ob und in wieweit diese neuen Züchtungsverfahren der Gentechnikregulierung durch die EU unterliegen sollten. Der vorliegende Beitrag stellt die wichtigsten dieser Neuerungen kurz vor und bewertet sie im Hinblick auf ihr Risikopotenzial.*

Seit einigen Jahren wird, neben der bisherigen Gentechnik, über eine Reihe von weiteren Technologien diskutiert, die im Rahmen der Tier- und Pflanzenzüchtung eingesetzt werden könnten. Einige dieser Verfahren sind schon seit Jahren verfügbar, andere sind erst in der Erprobungsphase. Für die Verfahren werden unter anderem Sammelbegriffe wie »Synthetische Gentechnik«, »Genome Editing«, »Präzisionszüchtung«, »SMART-Breeding« oder »molekulare Züchtung« verwendet, die aber nicht deckungsgleich sind. Einige dieser Verfahren sind eindeutig als Gentechnik im Sinne der EU-Regulierung anzusehen, bei anderen ist die Zuordnung (noch) unklar. (Einen kurzen Überblick über einige der derzeit diskutierten Verfahren und den Stand der Entwicklung bietet Tabelle 1.)

### Was unterliegt der EU-Zulassungspflicht?

Die EU-Freisetzungsrichtlinie 2001/18<sup>1</sup> definiert gentechnisch veränderte Organismus wie folgt: »ein Organismus [...], dessen genetisches Material so verändert worden ist, wie es auf natürliche Weise durch Kreuzen und/oder natürliche Rekombination nicht möglich ist«. (Artikel 2)

Relevante Methoden sind nach dem Wortlaut der Richtlinie:

- »DNS-Rekombinationstechniken, bei denen durch die Insertion von Nukleinsäuremolekülen, die auf unterschiedliche Weise außerhalb eines Organismus

erzeugt wurden, [...] neue Kombinationen von genetischem Material gebildet werden und diese in einen Wirtsorganismus eingebracht wurden, in dem sie unter natürlichen Bedingungen nicht vorkommen [...]«;

- »Verfahren, bei denen in einen Organismus direkt Erbgut eingeführt wird, das außerhalb des Organismus zubereitet wurde«;
- »Zellfusion (einschließlich Protoplastenfusion) oder Hybridisierungsverfahren, bei denen lebende Zellen mit neuen Kombinationen von genetischem Erbmateriale durch die Verschmelzung zweier oder mehrerer Zellen anhand von Methoden gebildet werden, die unter natürlichen Bedingungen nicht auftreten«. (Anhang 1)

Die Industrie und verschiedene Experten fordern, Methoden wie die Cisgentechnik, die Oligonukleotidtechnik, die Verwendung von Nukleasen (Genscheren) und Eingriffe in die Epigenetik (Genregulierung) nicht als gentechnische Verfahren einzuordnen. Man kann aus dem Wortlaut bestehender EU-Regelungen aber ableiten, dass Methoden, bei denen Substanzen (wie DNA) im Labor aufbereitet und dann in Organismen eingeführt werden, um deren Genetik zu verändern, grundsätzlich als regulierungspflichtige Gentechnik anzusehen sind. Dies ist bei der Cisgentechnik, der Oligonukleotidtechnik, der Verwendung von Nukleasen (Genscheren) und meist auch Eingriffen in die Genregulierung der Fall. Damit sind diese Verfahren – im Sinne der EU-Richtlinie 2001/18 – als gentechnische

**Tab. 1: Überblick über neuere Verfahren für den Einsatz in der Pflanzenzüchtung**

Stichwort	Verfahren	Regulierungspflicht nach Gentechnikrecht	Stand der Entwicklung
<i>Markergestützte Selektion</i>	Pflanzen oder Tiere werden auf Grund einer Gen-diagnose ausgewählt.	Nein	Produkte sind auf dem Markt.
<i>Tilling</i>	Es werden nach dem Zufallsprinzip Mutationen ausgelöst, anschließend werden diejenigen Pflanzen selektiert, die eine bestimmte Mutation aufweisen.	Nein	Produkte sind wahrscheinlich auf dem Markt.
<i>Protoplastenfusion</i>	Zwischen einigen Pflanzenarten kann man durch Verschmelzung von Zellen im Labor auch deren Genome kombinieren.	Meist nicht	Produkte sind auf dem Markt.
<i>Cisgenteknik</i> (Cisgenese)	Hier werden isolierte DNA-Abschnitte übertragen, die im Unterschied zu transgenen Pflanzen aber aus dem Pool der jeweiligen Arten stammen.	Ja	Insbesondere Obstbäume werden versuchsweise erprobt. In der EU sind keine Produkte auf dem Markt.
<i>Oligonukleotidtechnik</i> (Oligonukleotid-gerichtete Mutagenese, ODM)	Kurze, synthetisch hergestellte DNA-Abschnitte sollen die Zellen dazu bringen, die Struktur ihrer eigenen DNA zu verändern.	Ja (aber umstritten)	In der EU sind vermutlich noch keine Produkte auf dem Markt.
<i>Nukleasen oder Genschere</i> (CRISPR-Cas, TALEN, Zink-Finger-Nukleasen, Meganukleasen)	Die DNA wird an bestimmten Stellen mit Hilfe von Enzymen aufgetrennt, die mit Gensonden gekoppelt sind. Nach der Reparatur der DNA durch die Zellen entstehen an den jeweiligen Stellen oft Mutationen. Es können an diesen Stellen auch zusätzliche DNA-Abschnitte eingebaut werden.	Ja (aber umstritten)	In der EU sind vermutlich noch keine Pflanzen auf dem Markt.
<i>Eingriffe in Epigenetik/ Genregulierung</i> (unter anderem RNA-Interferenz, RNAi oder Veränderungen der Chromatinstruktur/ Methylierung)	Hier wird unter anderem der Botenstoff RNA genutzt, die Aktivität bestimmter Gene zu verändern. Die Effekte können vorübergehend sein (ohne Veränderung der DNA-Struktur) oft beruhen sie aber auf einer gentechnischen Veränderung.	Meist ja	Auf dem Markt sind unter anderem gentechnisch veränderte Sojabohnen mit verändertem Ölgehalt.

Eingriffe anzusehen und müssen reguliert werden. Tatsächlich wird die Cisgenteknik auch von der Europäischen Lebensmittelbehörde (EFSA) als gentechnische Verfahren eingeordnet.

Dagegen sind unter anderem Verfahren wie »Mutagenese« sowie »Zellfusion (einschließlich Protoplastenfusion) von Pflanzenzellen von Organismen, die mittels herkömmlicher Züchtungstechniken genetisches Material austauschen können«, nach dem Wortlaut der EU-Richtlinie 2001/18 (Anhang 1) nicht als Gentechnik anzusehen. Diese Ausnahmen von der Zulassungspflicht ist wissenschaftlich begründbar, da beispielsweise Verfahren, bei denen Mutationen nach dem Zufallsprinzip ausgelöst werden, den Mechanismen der natürlichen Genregulation unterworfen sind. In die Zellen der Pflanzen werden keine isolierten biologisch aktive Stoffe wie DNA oder RNA eingeführt, um diesen neue Stoffwechselwege aufzuzwingen, vielmehr steht die Nutzung des natürlichen Potenzials im Vordergrund. Trotzdem kann es durchaus berechtigt sein, von Fall zu Fall einzelne Produkte auf ihre Risiken zu prüfen.

### Eine Ära der Super-Gentechnik?

Auf der Grundlage von Verfahren wie der Oligonukleotidtechnik, der Verwendung von Nukleasen (Genschere) und bei der Veränderung der Epigenetik proklamieren manche Experten eine neue Ära der Super-Gentechnik. Nachdem man drei Jahrzehnte in der Pflanzenzucht lang mit Schrotschussverfahren gearbeitet hat, bei denen nicht einmal der Ort des Einbaus der zusätzlichen DNA kontrolliert werden konnte und komplexere gentechnische Veränderungen oft scheiterten, glaubt man sich jetzt in der Lage, das Erbgut und die Genregulation zielgerichtet, nach Belieben und ohne erhebliche Nebenwirkungen manipulieren zu können. Wortschöpfungen wie »Genome Editing«, »Präzisionszüchtung« oder »molekulare Züchtung« sollen deutlich machen, dass man die Ära der Gentechnik-Steinzeit verlassen hat. Tatsächlich bieten die sog. Genschere neue Möglichkeiten für den Eingriff ins Genom.

Wie erste Studien an Pflanzen (etwa Ackerschmalwand, Sorghum, Reis), Fischen, an Insekten und Säu-

getieren (unter anderem Rinder) zeigen, sind Systeme der Genscheren wie CRISPR und TALEN universell einsetzbar und bieten die Möglichkeit, DNA gezielt und auch an mehreren Orten gleichzeitig zu verändern. Diese Technologien haben auch deswegen eine besondere Brisanz, weil in den letzten Jahren die Verfahren zur DNA-Synthese immer weiter entwickelt wurden: Längst ist nicht mehr nötig, DNA aus Lebewesen zu isolieren, um Gene zu übertragen. Es genügt die Kenntnis der Struktur der DNA, um diese im Labor künstlich zu synthetisieren. Dabei können auch künstliche Sequenzen kreiert werden, die keine natürliche Vorlage haben. Diese synthetische DNA kann mit Hilfe der neuen Technologien an jeder beliebigen Stelle der DNA eingebaut werden – im Ergebnis erhält man so Möglichkeiten zum radikalen Umbau des Erbgutes.<sup>2</sup>

### 1. CRISPR-Cas und TALEN

Nukleasen sind Eiweiße (Enzyme), mit denen die DNA aufgetrennt werden kann – man nennt sie deswegen auch Genscheren. Solche Genscheren gibt es schon länger, allerdings konnte man damit die DNA nur an relativ wenigen Stellen »schneiden«. In den letzten Jahren wurden verschiedene neue Nukleasen entwickelt, die einen zielgerichteten Einbau oder Umbau von

DNA an jeder beliebigen Stelle des Erbgutes ermöglichen sollen. Der aktuelle Star unter den Nukleasen wird CRISPR-Cas abgekürzt. CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats) ist eine Art Gensonde bestehend aus RNA, mit der eine bestimmte Stelle in der DNA angesteuert werden kann. RNA ist in der Lage, die Bausteine der DNA sozusagen spiegelbildlich abzubilden. Über die spezifische RNA-Sequenz kann das CRISPR-Cas-System so auf ein Ziel »programmiert« werden.

Die eigentliche »Genschere« ist das Enzym Cas, das mit der RNA zu einem Komplex verbunden ist. Es kann einen der Stränge der DNA oder beide gleichzeitig »aufschneiden«. Bei der Reparatur durch die zell-eigenen Mechanismen entstehen an der fraglichen Stelle oft Mutationen. So können beispielsweise Gene stillgelegt werden. Es kann mit Hilfe des CRISPR-Cas-Systems an dieser Stelle aber auch zusätzliche (im Labor synthetisierte) DNA eingebaut werden. Das System ist überraschend einfach und effizient zu handhaben. Die Entdeckung der Anwendungsmöglichkeiten des CRISPR-Cas-System liegt erst etwa zwei Jahre zurück, die Zahl von Publikationen hat seitdem rasch zugenommen, es gibt bereits erste kommerzielle Anwendungen bei Versuchstieren.

*Eva Gelinsky*

### Alte Probleme mit neuen Pflanzen

Das Beispiel »Clearfield«-Raps

»Clearfield« – der klingende Name verspricht einen »sauberen« Acker ohne Unkraut (engl. »gereinigtes Feld«). Hinter der Marke »Clearfield« verbirgt sich ein vom Agrar- und Chemiekonzern BASF entwickeltes Produktionssystem aus Saatgut und dazu »passendem« Herbizid. Der in Deutschland seit 2012 angebaute Clearfield-Raps ist gegen das Herbizid Vantiga D mit dem Wirkstoff Imazamox (Gruppe der ALS-Hemmer) resistent. Die BASF stellt selbst nur das Herbizid her, hält aber auch beim Saatgut alle Fäden in der Hand. Das Unternehmen besitzt die Rechte an der Dachmarke »Clearfield«, unter der beide Produkte verkauft werden.

BASF stellt den Züchterhäusern das genetische Material mit der Resistenzeigenschaft zur Verfügung, damit diese sie in ihr Sortenprogramm einkreuzen können. Bei Winterraps beteiligen sich derzeit unter anderem die Norddeutsche Pflanzenzucht, Deutsche Saatveredelung, Monsanto, Pioneer und Bayer CropScience. Das System kommt seit einigen Jahren auch bei Sonnenblumen (seit 2003, Anbau in Spanien, Osteuropa, Frankreich, Österreich) und Reis (2005, Anbau in den USA, Italien) zum Einsatz. Erste herbizidresistente Winterrapsorten haben ihre Zulassung 2011 in England erhalten und sind seither über die EU-Sortenliste auch

in Deutschland vertriebsfähig. Angebaut wurde Clearfield-Raps in Deutschland erstmals 2012 auf 3.000 Hektar. 2013 wurde der Raps laut Angaben der BASF bereits auf 9.000 Hektar angebaut. Wo genau diese Flächen liegen, gibt die BASF – auch auf Anfrage – nicht bekannt.

### Rechtlicher Rahmen fehlt

Bei herbizidresistenten Pflanzen dachte man bislang vor allem an den berüchtigten Wirkstoff Glyphosat (»Roundup«) und an Gentechnik. Nach Aussagen der BASF ist die Resistenz beim hier angebauten Raps aber mit Hilfe eines als konventionell definierten Verfahrens (Mutagenese) gezüchtet worden. Und genau da beginnen die (altbekannten) Probleme, die man von den entsprechenden gentechnisch veränderten (GV) Rapsorten kennt. Aber während es im Fall der GV-Pflanzen zumindest einen rechtlichen Rahmen gibt, so mangelhaft dieser auch sein mag, findet der Anbau der neuen Pflanzen ungeregelt statt – und gerade das macht ihn so brisant.

Denn für »konventionelle« Zuchtverfahren bzw. die daraus resultierenden Pflanzen gibt es weder Kennzeichnungsvorschriften für das Saatgut noch Regelungsvorschriften, ►

Auch andere Genscheren wie TALEN (Transcription Activator-Like Effector Nucleases) und Zink-Finger-Nukleasen funktionieren nach ähnlichen Prinzipien, sind aber schwieriger zu handhaben. Obwohl die Genscheren bereits vielfach Anwendung finden, ist ihre genaue Funktionsweise im Detail noch nicht bekannt.

## 2. Oligonukleotidtechnik

Schon wesentlich länger verfügbar als das CRISPR-Verfahren ist die Oligonukleotidtechnik. Es ist unklar, ob entsprechende Produkte in der EU bereits auf dem Markt sind. Mit Oligonukleotiden veränderte Pflanzen können ohne Registrierung und Kennzeichnung kaum identifiziert werden. So könnte unter anderem der Clearfield-Raps der Firma BASF mit diesem Verfahren hergestellt worden sein. Nach Auskunft von BASF soll dies aber nicht der Fall sein. Bei dieser Methode arbeitet man mit sehr kurzen DANN-Abschnitten, die im Labor nach natürlichen Vorbildern hergestellt werden. Dabei wird die DNA aber an einer Stelle technisch verändert, um beispielsweise eine Resistenz gegen Unkrautvernichtungsmittel zu bewirken. Diese kurzen, synthetischen DNA-Abschnitte (Oligonukleotide) werden in die Zellen eingeschleust, sie sollen sich dann

an der Stelle der DNA anlagern, nach deren Vorbild sie synthetisiert wurden.

Die Zelle kann so dazu veranlasst werden, die eigene DNA dem fremden Vorbild anzupassen, wodurch es zu einer Veränderung der pflanzlichen DNA an der gewünschten Stelle kommen soll. Dabei wird die künstliche DNA angeblich nicht direkt in das Erbgut der Zellen eingebaut. Die genauen Mechanismen für diese Genomveränderung sind nicht bekannt. Berücksichtigt werden muss, dass Verfahren unter Einbringung von Oligonukleotiden auch dazu verwendet werden können, längere Abschnitte der DNA zu verändern, wie das z. B. beim Multiplex Automated Genome Engineering (MAGE) der Fall ist. Hierbei werden entweder nacheinander oder parallel mehrere Veränderungen am Erbgut einer Zelle vorgenommen. Nach Ansicht eines bekannten Protagonisten der Synthetischen Biologie, George Church, könnten derartige Technologien sogar dazu verwendet werden, das Erbgut einer Art in das einer anderen »umzuschreiben«.

## 3. RNA-Interferenz

Auch die RNAi-Technik, die zur Manipulation der Genregulation eingesetzt wird, ist nicht wirklich neu, es werden aber immer neue Anwendungsgebiete ent-

wie z. B. Koexistenzabstände, Mitteilungs- und Aufzeichnungspflichten des Erzeugers, Vorgaben zur Lagerung und Beförderung, Anzeigepflichten gegenüber Lohnunternehmern, Ansprüche bei einer Nutzungsbeeinträchtigung benachbarter Flächen oder öffentlich einsichtige Standortregister. Zwar gibt es derzeit eine freiwillige Kennzeichnung des Saatgutes – am Ende der Sorte kann ein »CL« angehängt werden – doch dieses »CL« (für Clearfield) ist nicht selbsterklärend. Zudem gibt es keine Möglichkeit, als betroffener Landwirt zu erfahren, ob in der unmittelbaren Nachbarschaft CL-Raps angebaut und ggf. die eigene Ernte beeinträchtigt wird.

Einige der neuen (alten) Probleme, die sich beim Anbau von Clearfield-Raps ergeben können, sind z. B.:

- Durch Erntemaschinen und Transport kann sich Clearfield-Raps ungewollt auf Flächen von Landwirten verbreiten und dort deren Ernten beeinträchtigen.
- Ausfallraps, der z. B. in Getreideäckern auftritt, senkt die Erträge dieser Nachfolgekultur und lässt sich mit gängigen Mitteln, die zur Unterdrückung von Raps eingesetzt werden, nicht bekämpfen, da diese Präparate ebenfalls ALS-Hemmer enthalten.
- Der Wirkstoff Imazamox fördert die Entwicklung weiterer Herbizidresistenzen. Bislang war Winterraps eine ALS-Hemmer-freie Kultur. Bei Raps in Getreidefruchtfolgen erfolgte daher automatisch ein Wirkstoffwechsel. Ein durch Imazamox erweiterter Einsatz von ALS-Hemmern

erhöht den Selektionsdruck auf Unkräuter und fördert damit Resistenzen. Betroffen sind unter anderem Kamille, Fuchsschwanz, Windhalm und Weidelgräser.

- Raps ist zu einem hohem Anteil Fremdbefruchter. Die bestäubenden Insekten haben sehr weite Aktionsradien. Auch der Wind kann die leichten Pollen über 20 Kilometer tragen. Problematisch ist ferner, dass Rapsamen relativ klein sind und gut rollen, d. h. entlang der Transportwege wächst Ausfallraps, sodass eigene Wildpopulationen sich etablieren können.
- Rapsamen können außerdem 15 bis 20 Jahre im Boden überdauern. Wenn sie keimen, wächst Raps wild oder als Durchwuchs auf. So kann auch die Eigenschaft der Herbizidresistenz noch über Jahre an nachfolgend angebauten oder anderen Ausfallraps weitergegeben werden. Darüber hinaus muss mit Auskreuzungen in nahe verwandte Kultur- und Wildpflanzen gerechnet werden.
- Besonders problematisch ist der Anbau von Clearfield-Raps in Zuckerrübenanbaugebieten, da die Rapsverunkrautung die Erträge senkt und die holzigen Stängel die Zerkleinerungsanlagen der Zuckerrübenfabriken stilllegen können.

### Kritische Stimmen ...

Zwar hat inzwischen ein seit 2012 angekündigtes Fachgespräch der Bundesregierung stattgefunden, auch die Agrarministerkonferenz (AMK) hat sich des Themas angenom- ▶

wickelt: Die erste gentechnisch veränderte Pflanze, die 1994 in den USA zugelassen wurde, war die sog. Anti-Matsch-Tomate. Die gentechnische Veränderung bestand darin, dass man ein pflanzeigenes Enzym blockierte, das für den Abbau der Zellwände zuständig ist – die Tomate blieb länger »in Form«. Man hatte das Gen für das Enzym, das am Abbau der Zellwände beteiligt ist, so in das Erbgut der Tomaten eingebaut, dass es sozusagen rückwärts abgelesen werden musste. Die daraus in den Zellen produzierte RNA führte dazu, dass die Genfunktion blockiert wurde. Derzeit auf dem Markt zugelassen sind unter anderem nach diesem Prinzip hergestellte Sojabohnen, deren Ölqualität verändert wurde.

Wie man inzwischen weiß, sind die Mechanismen der RNA-Interferenz (RNAi) ein komplexes Instrument der Genregulation, das gleichermaßen bei Wirbeltieren, Insekten, Pflanzen und anderen Lebewesen vorkommt. Die Möglichkeiten ihres Einsatzes haben in den letzten Jahren stetig zugenommen. So entwickelt zurzeit Monsanto beispielsweise Maispflanzen mit einer speziellen RNA zur Schädlingsabwehr: Fressen Schadinsekten an den Pflanzen, sollen sie auch die RNA aufnehmen, die dann im Körper der Insekten lebenswichtige Gene abschalten sollen.

men. Bisher jedoch gibt es zur längst bekannten Problematik des Clearfield-Anbaus keine konkrete rechtliche Regelung. Weil die Folgen dieses Anbausystems von Anfang an absehbar waren, haben sich z. B. die Nordzucker AG sowie sieben Landwirtschaftskammern bereits vor mehr als zwei Jahren sehr kritisch zum Clearfield-Raps geäußert. Die Nordzucker AG rät seit 2011 »dringend« vom Anbau von Clearfield-Raps in Zuckerrübenfruchtfolgen ab und auch das umfangreiche Informationsblatt der Landwirtschaftskammern<sup>1</sup> spricht eine deutliche Sprache. Zwar werden dem System z. B. bei der Bekämpfung von Kreuzblütlern im Raps durchaus Vorteile bescheinigt, doch wird es als »besonders kritisch« erachtet, »dass eine verbindliche Regelung für eine saubere Koexistenz zwischen Clearfield- und konventionellem Raps fehlt«. Weiter heißt es: »Dort, wo eine unkontrollierte Ausbreitung der Clearfield-Eigenschaft nicht ausgeschlossen werden kann, lehnen wir das System ab.«

#### »Optisch recht schön ...«

Die BASF hofft indes, durch die Clearfield-Herbizide die Milliardenumsätze mit Pflanzenschutzchemie noch weiter steigern zu können. Auf die Kritik der Landwirtschaftskammern, die auch 2014 nicht verstummt ist, reagiert der Konzern zum einen mit einer zahlen-, fakten- und bildreichen Gegeninformationskampagne (z. B. mit einem, auf der BASF-Homepage verfügbaren »Weißbuch Clearfield®«) und zum anderen mit Beschwichtigungen, die in ihrer Schlich-

Im Ergebnis ermöglichen diese Methoden, die man unter dem Begriff »Synthetische Gentechnik« zusammenfassen kann, die radikale Veränderung des Erbgutes und der Genregulation jeglicher Lebensform. Die Grenzen der Machbarkeit haben sich deutlich verschoben.

#### Weniger Kontrolle?

Nach Meinung verschiedener Experten, wie sie z. B. in einer Stellungnahme der Zentralen Kommission für die Biologische Sicherheit (ZKBS)<sup>3</sup> zum Ausdruck kommt, sollen Verfahren wie die Oligonukleotidtechnik nicht als Gentechnik, sondern als Mutationszüchtung eingestuft und von der Regulierung ausgenommen werden. Doch wie beschrieben, handelt es sich bei der Oligonukleotidtechnik um ein Verfahren, das von der Mutationszüchtung grundlegend verschieden ist: Hier wird mit invasiven Verfahren in das Erbgut eingegriffen, um eine ganz bestimmte Veränderung zu erzwingen. Dabei kommt es auch zu ungewollten Effekten (sog. *off-target effects*): Durch den Eingriff in die Zellen kann das Erbgut auch unbeabsichtigt an anderen Stellen in seiner Struktur verändert oder die Genregulation gestört werden. Bisher gibt es keine

heit und Ignoranz kaum zu überbieten sind. In einem im Januar 2013 ausgestrahlten Fernsehbeitrag im ARD-Wirtschaftsmagazin Plusminus kommentierte der BASF-Pflanzenschutzsprecher die ungewollte Verbreitung von Clearfield-Raps folgendermaßen: »Transportwege heißt in dem Fall Schiene oder Straße. Dort findet normalerweise keine Ackerernutzung statt. Von daher ist es auch kein Problem, wenn dort ein bisschen Raps steht. Das ist dann sogar optisch oft recht schön [...]«<sup>2</sup>

#### Anmerkungen

- 1 Informationsblatt der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen et al.: Clearfield®-Raps. 2012 ([http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/Clearfield\\_Raps12042012.pdf](http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/Clearfield_Raps12042012.pdf)). Die folgenden Zitate finden sich auf S. 33.
- 2 Eine frühere Fassung dieses Beitrags ist erschienen in: Unabhängige Bauernstimme, Nr. 378, Juni 2014, S. 17.



**Dr. Eva Gelinsky**

Interessengemeinschaft für gentechnikfreie Saatgutarbeit

Nonnenstieg 38, 37075 Göttingen  
E-Mail: [gentechnikfreie-saat@gmx.de](mailto:gentechnikfreie-saat@gmx.de)  
[www.gentechnikfreie-saat.org](http://www.gentechnikfreie-saat.org)

## Folgerungen & Forderungen

- Vor einer raschen Einführung der umstrittenen Verfahren muss gewarnt werden – einige dieser Verfahren sind so neu, dass noch keine ausreichenden Daten für eine Risikobewertung vorliegen. Andere Verfahren sind zwar seit Jahren verfügbar, aber nie systematisch auf Risiken untersucht worden.
- Die Forderung, die Verfahren der Synthetischen Gentechnik von der Regulierung auszunehmen, muss zurückgewiesen werden. Eine Markteinführung ohne Risikoprüfung und systematische Erfassung bzw. Kennzeichnung der Produkte wäre unverantwortlich. Betroffen von einer derartigen Freistellung wären nicht nur Pflanzen, sondern auch auf diese Weise manipulierte Nutztiere oder Insekten.
- Im Gegenteil muss man die Prüfverfahren zum Teil sogar verschärfen, um die neuen Technologien ausreichend auf Risiken untersuchen zu können.
- Es muss darauf geachtet werden, dass geplante Handelsabkommen wie CETA und TTIP nicht dazu genutzt werden, Sonderregeln einzuführen, um entsprechende Technologien ohne ausreichende Prüfung auf den Markt zu bringen.

systematischen Untersuchungen darüber, welche spezifischen Risiken mit diesen Veränderungen einhergehen.

Auch beim CRISPR-Cas-System wurden bereits zahlreiche Nebeneffekte beobachtet: Unter anderem treten Verwechslungen der jeweiligen DNA-Zielregionen auf, die Nuklease zerschneidet das Erbgut dann an der falschen Stelle. Wichtige Details der Wirkungsmechanismen der Genschere sind noch unbekannt und geben Rätsel auf: So zeigte sich bei Versuchen an Pflanzen, dass die entsprechenden Mutationen zum Teil erst eine Generation später auftraten als erwartet. Hier wird also möglicherweise nicht eine Genveränderung, sondern die Veranlagung zur Veränderung des Erbgutes vererbt, die dann erst in der Folgegeneration zum Tragen kommt.

Vielfältig sind auch die Risiken der RNAi-Technik: Bislang hatte man deren Risiken eher als gering eingeschätzt, weil in diesen Pflanzen keine neuen Eiweißstoffe produziert werden. Doch 2011/2012 sorgten Publikationen aus China für großes Aufsehen: Chinesische Forscher glauben nachgewiesen zu haben, dass MikroRNA (miRNA), die in den Pflanzen gebildet wird, von Mensch und Tier direkt aus der Nahrung aufgenommen wird. Es sind demnach biologisch aktive Substanzen, die direkt in den Stoffwechsel von Mensch und Tier eingreifen können. Die Diskussion zeigt, dass die biologischen Mechanismen, die hinter

der Wirkung von miRNA stehen, längst noch nicht ausreichend erforscht sind.

Dies wurde auch bei Konferenzen bestätigt, die 2013/2014 von den Behörden in den USA und der EU veranstaltet wurden und sich erstmals eingehend mit den Risiken der RNAi befassten: Weder kann man eindeutige Aussagen darüber machen, in welchen Mengen miRNA aus dem Darm aufgenommen wird, noch welche Folgen der Einsatz dieser gentechnisch veränderten Pflanzen für Mensch und Umwelt haben wird.

Insgesamt wissen wir über die erwähnten Verfahren viel zu wenig, um über ihre Einführung in die Praxis zu entscheiden. Es gibt unter anderem keine ausreichenden Daten über Art und Folgen ungewollter Effekte bei Pflanzen und Tieren, keine Daten über die Reaktion der Organismen auf Stressbedingungen und ihren möglichen Interaktionen mit den Ökosystemen. Die bisherigen Publikationen zeigen zudem, dass die Effekte von Fall zu Fall sehr unterschiedlich sein können. Forderungen, bestimmte Verfahren von der Regulierung pauschal auszunehmen, sind auch aus dieser Perspektive wissenschaftlich nicht zu begründen.

### Das Thema im Kritischen Agrarbericht

- ▶ Christoph Then: Neues aus dem Gentechnik-Zoo. Erste Zulassung von gentechnisch veränderten Nutztieren in Europa wird erwartet. In: Der kritische Agrarbericht 2014, S. 257–261.

### Anmerkungen

- 1 Richtlinie 2001/18/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. März 2001 über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt und zur Aufhebung der Richtlinie 90/220/EWG des Rates - Erklärung der Kommission. Amtsblatt Nr. L 106 vom 17. April 2001, S. 1–39.
- 2 Eine kritische Würdigung der Synthetischen Biologie findet sich bei C. Then und S. Hamberger: Synthetische Biologie. Teil 1: Synthetische Biologie und künstliches Leben. – Eine kritische Analyse. Hrsg. von Testbiotech. München 2010 ([https://www.testbiotech.org/sites/default/files/Synthetische%20Biologie%20Teil%201\\_7.Juni%202010.pdf](https://www.testbiotech.org/sites/default/files/Synthetische%20Biologie%20Teil%201_7.Juni%202010.pdf)).
- 3 Stellungnahme der ZKBS zu neuen Techniken für die Pflanzenzüchtung (Juni 2012) ([www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/06\\_Gentechnik/ZKBS/01\\_Allgemeine\\_Stellungnahmen\\_deutsch/04\\_Pflanzen/Neue\\_Techniken\\_Pflanzenzuechtung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](http://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/06_Gentechnik/ZKBS/01_Allgemeine_Stellungnahmen_deutsch/04_Pflanzen/Neue_Techniken_Pflanzenzuechtung.pdf?__blob=publicationFile&v=3)).



### Dr. Christoph Then

Tierarzt und Geschäftsführer von Testbiotech e.V., einem Verein für unabhängige Risikoforschung

Frohschammerstr. 14, 80807 München  
E-Mail: [christoph.then@testbiotech.org](mailto:christoph.then@testbiotech.org)  
[www.testbiotech.org](http://www.testbiotech.org)