

Foto: Jakob Berr

Gottesgabe oder Teufelswerk?

Crispr/Cas, Genome Editing, Grüne Gentechnik 2.0? Die Debatte um gentechnisch unterstützte Pflanzzüchtung ist unversöhnlich festgefahren. Doch die Techniken haben sich verändert und es ist Zeit neu abzuwägen.

Moderne Gentechnikverfahren können eine ganze Menge Probleme lösen – vielleicht sogar den Welt hunger stillen. Oder doch nicht? Löst die Gentechnik nicht nur die Probleme NICHT, sondern erzeugt stattdessen neue gravierende Probleme?

Die Antworten auf diese zwei Fragen fallen vielen Menschen ganz leicht. Sie fallen aber komplett unterschiedlich aus – je nachdem, wel-

che Interessen die Menschen leiten, welche Haltung sie sich zu diesem streitbaren Thema bereits gebildet haben. So leicht kann ich es mir nicht machen. Deshalb möchte ich an dieser Stelle den Versuch wagen, abzuwägen – so gut ich es kann.

Grüne Gentechnik ist in Europa – bildlich gesprochen – verbrannte Erde. Europa hat sich von der Gentechnik in der Pflanzzüchtung weitgehend abgewandt. Insektenresistenter Bt-Mais oder

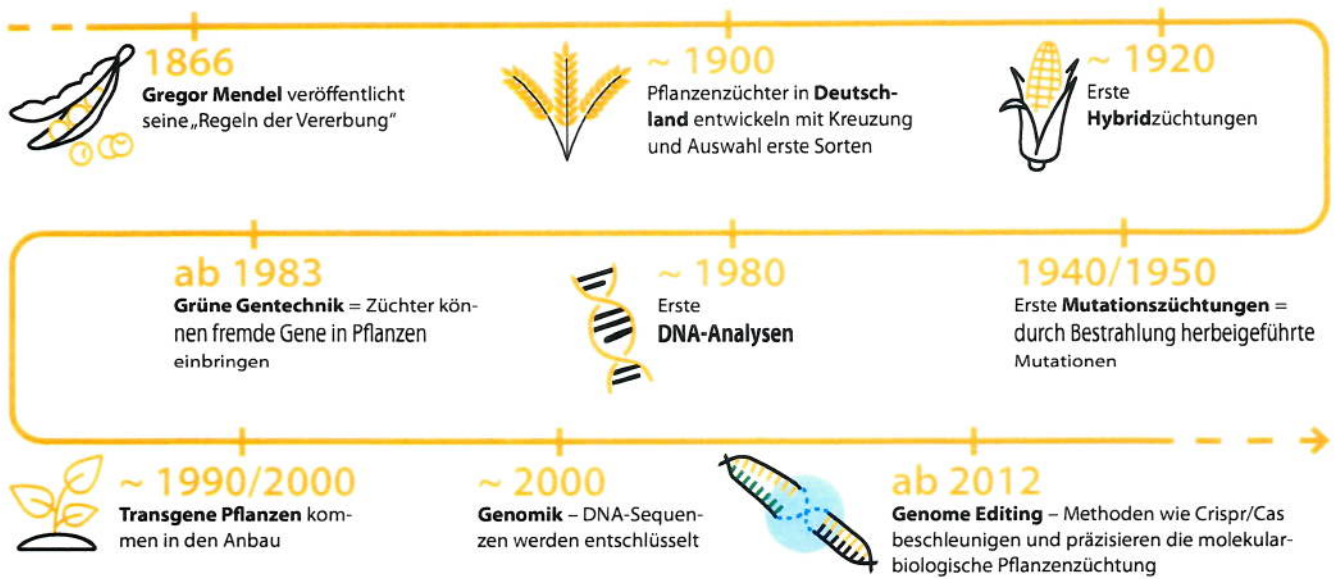
Pflanzensorten, die gegen Roundup resistent sind, haben die Landwirtschaft kaum und noch weniger die Verbraucher überzeugt. Die seit Jahrzehnten hitzig geführte Debatte hat dazu geführt, dass die Grüne Gentechnik beinahe wie ein Spielball des Teufels angesehen wird. Ändert sich das gerade?

Wenn ja, ist daran maßgeblich die Erfindung von Crispr/Cas, der „Genschere“, schuld. Sie und weitere sogenannte Neuartige Geno-

mische Verfahren werden als NGT und die daraus entstehende Pflanzen und Sorten als NGT-Pflanzen bzw. NGT-Sorten bezeichnet. Seit dem Bekanntwerden der Erfindung der beiden US-Forscherinnen Emmanuelle Charpentier und Jennifer Douda im Jahr 2012 hat die Crispr-Genschere in der Pflanzzüchtungsforschung geradezu einen Hype ausgelöst.

In der Pflanzzüchtung geht es immer um Vielfalt – bestehende

Von Gregor Mendel zu Crispr/Cas



Sorten sollen interessante neue Merkmale erhalten oder unerwünschte Merkmale verlieren. Seit Jahrzehnten versuchen Pflanzenzüchter, die Genome von Kulturpflanzen zu verändern und damit neue (wünschenswerte) Merkmale zu erzeugen. Das nennt man Mutagenese. Ganz grob gesagt gibt es folgende drei große Stränge:

1 Mittels Bestrahlung oder Chemikalien erzeugen seit mehr als 70 Jahren Züchtungsforscher/Pflanzenzüchter völlig ungerichtet eine Vielzahl an Veränderung im Genom. Erst anschließend wird dann zum Beispiel durch Screeningverfahren nach erwünschten Eigenschaften gesucht und diese in eine Sorte ein- und rückgezüchtet.

2 Die bisherige Grüne Gentechnik hat versucht, Gene von fremden Organismen (etwa des *Bacillus thuringiensis* = Bt) in die Genome der Kulturpflanzen einzubringen. Das künstliche Überwinden der sogenannten Artgrenzen, also das Kreuzen nicht verwandter Arten, hat in besonderem Maß für Kritik gesorgt.

3 Das Genome Editing (mit der Crispr-Genschere als bekanntestem Werkzeug) gilt als Quantensprung. Sie bildet im Labor nach, wie sich Bakterien seit Jahrtausenden gegen Angriffe von Viren immun machen.

Die Genschere erlaubt ein sehr präzises Vorgehen und kann quasi an

jedem einzelnen Gen einer Pflanzenzelle wirken. Forscher arbeiten daran, Gendefekte gezielt auszuschalten und/oder neue Merkmale im Genom zu verankern. Dabei reicht es oft, bestimmte DNA-Abschnitte abzuschalten. Bei den überwiegenden Forschungsprojekten und Sortenentwicklungen wird lediglich im ursprünglichen Genom gearbeitet, fremde Gene bleiben außen vor.

Die Genschere kann überall im Genom ihren Schnitt setzen

Die Züchtungsforscher und Pflanzenzüchter stellen vor allem zwei Vorteile heraus: Sobald bekannt ist, wo in einem Genom die Ursache für ein Pflanzenmerkmal liegt, kann die Genschere dort eine Ver-

änderung herbeiführen: Die Möglichkeiten erscheinen äußerst weitschichtig. Im Erfolgsfall verkürzt diese Methode (wiederum, weil sie so präzise ist) die jahrelange Sortenentwicklung oft um die Hälfte der Zeit.

Bedeutend ist folgendes: Die durch Crispr hervorgerufenen Veränderungen könnten genauso gut auf natürlichem Weg entstehen. In diesen Fällen ist es später nicht möglich zu sagen, wie die Veränderung im Endprodukt ursprünglich stattfand – im Labor oder in einem Zuchtgarten.

Bislang gelten NGT-Pflanzen in der EU laut einem Urteil des EU-Gerichtshofes aus dem Jahr 2018 als gentechnisch verändert und fallen damit unter das Gentechnik-

Foto: Jakob Berr



Gersten-Embryonen auf Nährlösung (S. 8), Arabidopsis-Pflanzen mit fluoreszierenden Markern (l.) und Kartoffel-Mutanten (r.) in Gewebekultur (alles fotografiert am TUM-Lehrstuhl für Systembiologie der Pflanzen in Weihenstephan) – modernes Genome Editing verspricht sehr präzise Verbesserungen an Pflanzeigenschaften und verkürzte Sortenentwicklung.

recht. Derzeit gibt es Bestrebungen, das zu verändern. EU-Kommission und EU-Parlament haben sich auf einen gemeinsamen Vorschlag geeinigt, der bestimmten NGT-Organismen den Weg heraus aus der strikten Gentechnik-Regulierung erlauben würde. Der EU-Agrarrat, also die Vertreter der EU-Mitgliedsstaaten, zeigt sich noch zurückhaltend. Es ist ungewiss, wie das Verfahren ausgehen wird. Doch hat die Politik das Ergebnis tatsächlich in der Hand?

In England gelten NGT-Pflanzen nicht als gentechnisch verändert
Vor etwa einem Jahr stockte mir am Max-Planck-Institut für Pflanzenzüchtungsforschung in Köln schier der Atem: Der Instituts-Direktor Paul Schulze-Lefert zeigte eine Weltkarte, die die Länder dieser Erde in zwei Farben darstellte. In Grün alle Länder, wo NGT-Verfahren und daraus entstehende Pflanzen auch im Freiland akzeptiert und erlaubt sind, und alle anderen Länder in Rot. Die rote Gruppe ist klein: die EU und wenige weitere Staaten etwa in Ozeanien, also Australien und Neuseeland. Aufmerksame Leser haben die

Crispr/Cas aktuell
Forscher des Schweizer Instituts Agroscope und der Freien Universität Berlin führen derzeit an einem geschützten Standort einen Versuch mit Sommergerste durch. Mit Crispr/Cas wurde das Gen CKX2 ausgeschaltet. Japanische Forscher hatten zuvor entdeckt, dass damit bei Reis ein unerwarteter Ertragseffekt verbunden war: Die Pflanzen bilden mehr Körner je Ähre.

Einschränkung in Europa wahrgenommen: Es sind nicht alle europäischen Länder, die rot eingefärbt waren. Ein Land hat die Farbe von rot in grün geändert: England. United Kingdom, das Vereinigte Königreich, hat mit dem Brexit das Lager gewechselt. Es orientiert sich in Richtung USA, und dort sind die neuen Verfahren auf dem Vormarsch. Wenn mit Crispr/Cas entwickelte Pflanzen sich nicht von herkömmlichen Pflanzen unterscheiden lassen, scheint mir das von Bedeutung für Europa. Nord- und Südamerika ist weit weg von Europa, die Äcker Englands aber liegen jenseits des Ärmelkanals. Da kann man mit einem Lieferwagen in 90 Minuten durch den Eurotunnel herüberfahren. Können wir daran glauben, dass sich Pflanzen mit interessanten neuen Eigenschaften von der EU fernhalten ließen?

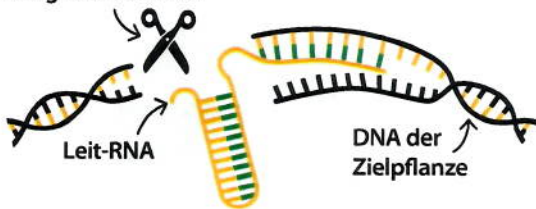
Kritiker verweisen auf die Profitinteressen der Firmen
Doch dieser hypothetische und bislang auch illegale Fall darf natürlich niemals den Ausgang der Debatte bestimmen. In ihr übernehmen Natur- und Umwelt-

schutzverbände, aber auch die Vertreter der ökologischen Landwirtschaft und kritische Stimmen aus der konventionellen Landwirtschaft sowie aus dem Verbraucherschutz den ablehnenden Part. Die Kritiker verweisen darauf, dass die Gentechnik bislang wenig überzeugt hat, wenn es darum ging, Versprechen einzulösen. Habe denn zum Beispiel der Bt-Mais oder die Roundup-resistente Sojabohne auch nur ein Umweltproblem der Welt gelöst, oder nicht doch fast ausschließlich dazu gedient, die Profitinteressen von Firmen zu erfüllen? Das ist schwer zu widerlegen. Und dieses Argument führt sogleich in die Welt der Juristen und der Auseinandersetzung, ob die Ergebnisse der Pflanzenzüchtung patentiert werden dürfen? Dahinter steckt die Warnung, dass die Erzeugung von ausreichenden und gesunden Nahrungsmitteln ein Menschheitsinteresse ist und nicht sozusagen im Eigentum von – zugespitzt ausgedrückt – Aktieneigentümern sein dürfe und damit deren Streben nach Profitmaximierung dienen.

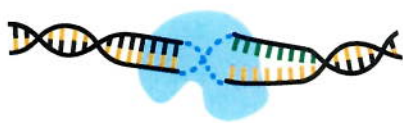
Diese Einwände verweisen auch auf die unterschiedlichen Möglichkeiten innerhalb der Pflanzenzüchtungsbranche. Verfügen große internationale Konzerne nicht über ganz andere Mittel, um NGT zu nutzen, als etwa die mittelständischen Pflanzenzüchter in Bayern, Deutschland und Europa? Führt die Entwicklung nicht zwangsläufig dazu, die hiesige Pflanzenzüchtung zu verlieren und damit auch den Einfluss auf die hierzulande gesetzten Züchtungsziele? Unmittelbarer wirkt die Forderung seitens der Ökobauern auf die Koexistenz von Anbausystemen mit und ohne Gentechnik. Dahinter steckt ihre Sorge, dass Pollen von NGT-Pflanzen sozusagen auf dem kleinen Dienstweg auf Ökofelder fliegen und dort unerwünscht die Ökopflanzen bestäuben. Dies ist einerseits ein ökonomisches Argument: Ökobauern sind vertraglich an Gentechnikfreiheit gebunden und Ökokunden wollen, so der Erfahrungswert, Ökoware, die frei sein muss von gentechnischen Verunreinigungen. Andererseits ist es auch ein ökologisches Argument: Einmal am Acker könne die Verunreinigung niemals wieder eingefangen und ungeschehen gemacht werden. Spätestens jetzt sind wir beim Vorsorgeprinzip angelangt. Dieses Rechtsprinzip hat in Europa

So arbeitet die Genschere

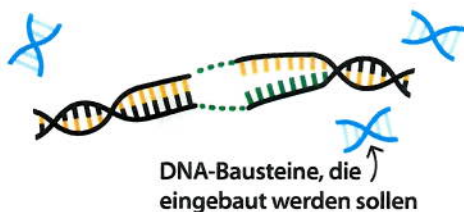
Das Cas-Protein fungiert als Schere



Phase 1: Eine Leit-RNA lenkt die Genschere (= das CAS9-Protein) an die Stelle einer DNA, wo der Doppelstrang zerschnitten werden soll. Forscher/Pflanzenzüchter müssen zuvor die Schnittstelle identifiziert haben.



Phase 2: Die Zelle versucht den zerschnittenen DNA-Strang zu reparieren, doch das gelingt nicht ohne Fehler: Das betroffene Gen kann nicht mehr abgelesen werden.



Phase 3: Forscher können an der zerschnittenen Stelle auch neue Gene (z. B. von einer Wildsorte) einsetzen. Der Reparaturmechanismus der Zelle fügt dann den DNA-Strang neu zusammen.

Was kommt bei Crispr/Cas heraus?

- Stufe 1 = SDN-1-Pflanzen: ohne fremder DNA
- Stufe 2 = SDN-2-Pflanzen: mit zusätzlicher DNA (z. B. von anderen Sorten)
- Stufe 3 = SDN-3-Pflanzen: mit zusätzlicher DNA wie klassische Gentechnik

Experten schätzen: Knapp 97 % der Crispr/Cas-Projekte haben SDN-1-Pflanzen zum Ziel, unter 3 % SDN-2-Pflanzen und nur rund 0,5 % SDN-3-Pflanzen.

einen sehr hohen Status, ähnlich einem der Menschenrechte. Es besagt sehr grob gesagt, dass der Gesetzgeber Schutzmaßnahmen ergreifen könne, wenn begründete Gefahr droht. Die Kritiker (und auch der EU-Gerichtshof bei seiner 2018er Entscheidung) berufen sich genau darauf.

Das ist übrigens einer jener Punkte, an dem sich Kritiker und Befürworter nahezu unversöhnlich gegenüberstehen. Denn für die Ersteren gilt das Prinzip Nulltoleranz – jede kleinste Verunreinigung müsse verhindert werden. Für die Zweiteren hingegen gilt: Nulltoleranz gibt es in der Wirklichkeit nicht und müsse es auch nicht geben.

Vorsorge treffen? Erforderlich bei einem begründeten Risiko

Denn Teil des Vorsorgeprinzips sei es, dass es einen hinreichenden wissenschaftlich begründeten Verdacht einer Gefährdung gebe. Die Erfahrungen und die Forschung hätten keine Gefährdungen gezeigt, die nicht auch mit herkömmlich gezüchteten Pflanzen einhergingen. Für das Genome Editing, also die NGT, gesprochen, gelte sogar das Gegenteil: Die Genschere arbeite so präzise, dass unerwünschte Effekte in den Genomen sehr viel seltener stattfinden und zudem gut erkennbar und überwachbar seien.

Die Crispr-Technik ist noch jung, quasi kaum den Kinderschuhen entsprungen. Viele Forscher arbeiten an den wissenschaftlichen Grundlagen, doch es gibt bereits angewandte Forschung und auch Sortenentwicklung, die kurz vor der Markteinführung steht, – und einige wenige Pflanzen bzw. Sorten, die in einzelnen Ländern der Welt zugelassen sind.

Frühere gentechnisch veränderte Pflanzen lösten Probleme, die überhaupt nur für unmittelbar Betroffene wahrnehmbar waren. Glyphosatresistenz, um Mais oder Soja ganz einfach anbauen zu können? Völlig uninteressant für Europa. Bt-resistenter Mais, um Schädlingen abzuwehren? Nur für wenige Anbauer interessant, für Verbraucher ein Schreckgespenst.

Aber Weizen, der trotz Trockenphasen Ertrag bringt? Rüben und Raps, die keine Insektizide brauchen? Obstbäume, die Bakterienangriffe wegstecken? Äpfel, die nicht braun werden, wenn sie angeschnitten sind? Wildpflanzen, die den Speiseplan vielfältiger machen können? Das trifft das Interesse

Foto: Jakob Herr



Gerste in der Milchreife: In diesem Stadium können Molekularbiologen Crispr-Mutanten aus den Embryonen erzeugen. Die Embryonen wachsen später auf einer Nährlösung (Foto auf Seite 8) heran.

Ein Essay von Wolfgang Piller
Der langjährige Pflanzenbauredakteur und jetzt stellvertretende Chefredakteur beschäftigt sich seit mehr als 20 Jahren mit dem Thema Grüne Gentechnik. Zuletzt besuchte er Mitte Februar an der Evangelischen Akademie Tutzing ein Seminar mit dem Titel „Innovation und Vorsorge“, bei dem Naturwissenschaftler, Ethiker und Theologen sich mit Genome Editing auseinandersetzten.



wolfgang.piller@dlv.de

vieler Landwirte und Verbraucher und liefert in Verbindung mit den großen Herausforderungen Klimawandel und Bevölkerungsexplosion ein Menschheits-Versprechen! Noch gibt es diese Pflanzen nicht für den großflächigen Anbau. Doch immer öfter melden sich Wissenschaftler zu Wort mit Forschungsergebnissen, die genau solche Versprechen (und auch andere) offenbaren. Die modernen Verfahren sind unbestritten sehr, sehr, sehr viel genauer und damit leistungsstärker als die früheren. Die ersten Sorten werden derzeit zugelassen. Forscher und Sortenzüchter vor allem in China und den USA entwickeln Sorten, die Akzeptanz finden könnten, weil sie ökologische Probleme lösen oder herausragende Qualitäten liefern, oder weil sie wichtige Themen wie Versorgungssicherheit garantieren. Wer könnte dann noch Nein sagen?

Verliert Europa die Kontrolle über eine Schlüsseltechnologie?

Nein sagen mittlerweile offenbar sehr viele Wissenschaftler – sie verlassen die Institute Europas, um anderswo forschen zu können, ohne dass sie um den Erfolg ihrer Forschung fürchten müssen. Viele gehen in die USA und nehmen ihre Expertise mit. Für Europa sind sie verloren. An dieser Stelle möchte ich noch einmal auf das Vorsorgeprinzip zurückkommen. Denn es gibt auch die Sorge, dass sich Europa selbst abkoppelt von der technologischen Entwicklung. Das ist ein wirtschaftliches Problem für die hiesigen Pflanzen-

züchter, die in ihrem Werkzeugkoffer die modernsten Werkzeuge nicht vorfinden. Werkzeuge, die die Entwicklungszeit von Sorten halbieren können. Es ist auch ein politisches Problem: Man verliert Einfluss auf eine Technologie, die in einem Zeitalter, das zunehmend durch biologische Verfahren geprägt sein wird, im Moment in ihrer Bedeutung noch gar nicht einschätzbar ist.

Eine Gruppe von Kritikern ist noch nicht zu Wort gekommen: Es sind all jene Menschen, die gentechnische Veränderungen aus ihrem Glauben heraus ablehnen. „Was Gott schuf, soll der Mensch nicht ändern“, wäre in etwa der Glaubenssatz, der sie solche Verfahren ablehnen lässt. Damit aber verlassen wir nun die Grundlagen, auf der ich dieses Thema abwägen wollte: die Wissenschaft und die marktwirtschaftlichen Zusammenhänge. Doch es zeigt ein letztes Mal, wie schwer diesem Thema beizukommen ist.

Wenn ich für mich abwäge, fällt es mir schwer, eine Technik vorschnell abzulehnen, die dabei hilft, die immer noch rasant mehr werdenden Menschen auf dieser Welt satt zu machen. Denn bedenken wir: Die Welt wird nicht größer, die Anbauflächen sinken sogar. Doch das Thema Gentechnik bleibt eines, wo die Antwort nicht generell „Nein“ oder „Ja“ lauten kann. Was trotzdem generell zu sagen ist: Jeder sollte offen dafür bleiben, das „Richtig oder Falsch“ abzuwägen. Vielleicht habe ich dazu beigetragen.