

Wie grüne Gentechnik dem Getreideanbau helfen könnte

Pflanzenviren befallen unser Getreide und verbreiten sich rasant. Millionen Tonnen Ernte fehlen bereits. Gentechnik kann helfen – nur gilt sie nicht als natürlich genug.

– Von **Manuel Stark**; 08. Oktober 2021; ZEIT ONLINE

Stellen Sie sich vor, Brötchen kosten drei Euro das Stück, ein Laib Brot ist Luxusgut. Schuld ist ein Virus. Es befällt keinen Menschen und auch kein Tier, zumindest nicht direkt. Das Virus nistet sich im Getreide ein, Stiel und Blätter werden gelb und schlaff, Teile sterben ab. Eigentlich ist Herbst, Erntezeit, aber den Pflanzen fehlen die Körner. Das Virus raubt zu viel Kraft.

Wie jedes Virus mutiert auch dieses, um sich zu vermehren – Alpha, Beta, irgendwann Delta. Erst berichtet die Tagesschau über Krisen in Teilen Afrikas und Indiens, irgendwann auch über ein nervöses China und Hamsterkäufe in den USA und Europa. Erst bleiben die Auslagen von Bäckereien, dann auch die Regale der Supermärkte leer. 7,89 Milliarden Menschen wollen essen, jeden Tag. Die Ernte reicht nicht mehr für jeden.

Realität ist, Viren infizieren unser Nahrungsnetz. Viren sind immun gegen chemische Mittel wie Pestizide. Und Viren verhindern rund um den Globus die Ernte von Millionen Tonnen Nahrung, jedes Jahr. Die meisten Menschen merken davon wenig, Wissenschaft und Zucht fanden bisher rechtzeitig einen Schutz. Manchmal war es knapp. Mutierte Viren haben schon einmal gedroht, ganze Getreidesorten in Deutschland auszurotten. Heute mehren sich die Hinweise auf immer mehr unbekannte Virusvarianten. Und die verbreiten sich sehr viel schneller als erwartet.

In Gatersleben, einem 2.000-Einwohner-Dorf im sachsen-anhaltischen Nirgendwo zwischen Leipzig und Hannover, arbeiten Wissenschaftler seit Jahrzehnten daran, uns vor solchen Gefahren zu schützen und unsere Nahrungsversorgung zu sichern. Das Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung erinnert von außen stellenweise an eine DDR-Kaserne – stählerne Pforten, bröckelnder Putz, rostende Schilder warnen vor Videoüberwachung. Innen durchziehen scheinbar endlose Straßen ein Gelände wie eine übergroße Gärtnerei – 92 Hektar mit Gewächshäusern, Kräuterbeeten und einem Freizeitgarten mit Teich.

Robert Hoffie forscht hier an Technologien, die dem Getreideanbau helfen sollen. Hoffie ist Genetiker. Anders als beim Menschen besitzt das Immunsystem von Pflanzen keine Antikörper, um Viren zu bekämpfen. Pflanzen sind entweder durch ihre Gene resistent oder schutzlos.

Das vielleicht wichtigste Hilfsmittel des Genetikers ist: sein Computer. Wie Hoffie in seinem Drehstuhl sitzt, umgeben von heimeligen Bürochaos aus Teepackungen und Notizzetteln, könnte der 29-Jährige genauso gut ein IT-Crack sein – struweliges Haar, Poloshirt, Brille. Der Bildschirm zeigt einen Balken, Bereiche in Rot, Grün und anderen Farben markieren einen Abschnitt der Gersten-DNA, den Hoffie für vielversprechend hält. "Hier, auf diesem Gen liegt die Resistenz", sagt er. "Hier brauchen wir eine Mutation."

Hoffie forscht an europäischer Wintergerste, nach Weizen Deutschlands wichtigstes Getreide. Gerste steckt in Müsli, Mehl, Tierfutter oder Bier. Und Gerste ist eine Art Modellorganismus: Ihre DNA ist komplex genug, dass Forschungsergebnisse auch bei anderen Kulturpflanzen

weiterhelfen. Zugleich ist ihr Erbgut übersichtlich genug, um die Auswirkungen eines Eingriffs genau nachzuverfolgen. Wer die Gerste versteht, der gewinnt wichtige Anhaltspunkte, um auch kompliziertes Getreide – wie Weizen – zu verstehen.

Hoffie will Gerste mit neuen Resistenzen gegen das Gerstengelb-Mosaikvirus ausstatten. Eine Mutation dieses Virus (BYMV-2) wurde 1988 auf gerade einmal vier Feldern in Deutschland und England nachgewiesen, inzwischen hat es sich flächendeckend in deutschen Ackerböden eingenistet. Noch ist die Europäische Gerste sicher, geschützt durch Genresistenz. Aber "erste Virusmutationen haben bereits bestehende Resistenzen überwunden", sagt Hoffie. Auch Forscherinnen des Instituts für Epidemiologie und Pathogendiagnostik in Braunschweig bestätigen: "Durch Proben aus den Bundesländern haben wir den deutlichen Eindruck: Da draußen verbreiten sich einige Sachen, von denen wir noch viel zu wenig wissen." Vor etwa 30 Jahren gab es schon einmal solche Alarmsignale, es war die Zeit, als Viren die Gerste in Deutschland beinahe ausrotteten.

Schneller Schutz durch Gentechnik

Virusvariante Alpha, Beta, irgendwann Delta – Genresistenzen sind ein Schutz auf Zeit, Viren finden früher oder später einen Weg, sie zu überwinden. Deswegen suchen Forscher in wilden Sorten nach unentdeckten Genen. Finden sie eine neue Resistenz, entwickeln Züchter daraus immer neue Kultursorten, die gegen immer neue Viren wirken. Ein Wettüben.

Viren mutieren unterschiedlich schnell, mal dauert es Tage, mal Monate oder Jahre. Unsere Verteidigung ist deutlich langsamer. Konventionelle Pflanzenzucht braucht schon bei der relativ simplen Gerste etwa zwölf Jahre, um ein Resistenzgen in die Kultursorte zu überführen. Hoffie kann diesen Prozess durch Gentechnologie verkürzen, auf weniger als zwei Jahre.

Dafür nutzt er das vielleicht mächtigste Instrument moderner Gentechnik: die Genschere Crispr/Cas9. Stellt man sich DNA als langen Code vor, ist jede Eigenschaft – wie etwa die Resistenz gegen ein Virus – als einzigartige Zahlenfolge an einer bestimmten Stelle im Code gespeichert. Die Genschere ist mit einer Art Navigationssystem ausgestattet, das die gewählte Stelle erkennt und ansteuert. Hoffie kann dadurch einzelne DNA-Bausteine genau anvisieren und sie anschalten, abschalten, schneiden oder umschreiben. Anders als bei älteren Formen der Gentechnik – oder auch bei konventioneller Zucht – bleiben bei der Genom-Editierung alle anderen Eigenschaften der Pflanze unverändert.

"Nach nur einem Jahr haben wir bereits resistente Pflanzen. Schon eine weitere Generation später finden sich keine Spuren der Genmanipulation mehr", sagt Hoffie es sind reinerbige Mutanten."

Manipulation. Mutanten. Solche Wörter verunsichern viele, wenn es um Gentechnik geht. Vier von fünf Deutschen wollen eine Landwirtschaft ohne Gentechnik, 95 Prozent fordern, genveränderte Nahrung zu kennzeichnen. Und die Bedenken steigen, heißt es vom Bundesumweltministerium. In der Naturbewusstseinsstudie urteilt die Behörde: "Erstaunlicherweise äußert nur eine Minderheit Vertrauen in Aussagen von Wissenschaftlern, dass die neuen gentechnischen Verfahren sicher sind."

Der Mensch schändet das doch eigentlich perfekte System der Natur – dieses Narrativ zeigt sich im Erfolg von Bioanbau genauso wie im Wunsch nach möglichst "natürlichen" Zutaten. Und es zeigt sich im Widerstand gegen Gentechnik. Greenpeace druckt Flyer, die Maiskolben

mit schwarzen Fratzen zeigen. Der WWF veröffentlicht ein Positionspapier, das über große "Risiken für Mensch, Tier und Umwelt" spekuliert. Gegner von Gentechnik überfallen immer wieder Versuchsfelder von Forschungseinrichtungen.

In der Wissenschaft wagt kaum noch jemand Feldversuche, zu groß ist das Risiko, dass Aktivisten die Äcker stürmen und Jahre an Forschungsarbeit vernichten. Auch im Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung, Hoffies Arbeitsplatz, haben sie schon Versuchsfelder zerstört. Eine Viertelmillion Euro Schaden und drei Jahre Arbeit umsonst, heißt es vom Institut. Aktivisten nennen solche Aktionen "Feldbefreiung". Für die Wissenschaft ist es ein Rückschlag bei der Arbeit, unsere Nahrungsversorgung zu sichern. Und das führt zu einem Zeitvorteil für die Viren.

"Natürlichkeit wird oft gleichgesetzt mit gut oder ungefährlich. Das ist ein großes Missverständnis", sagt Hoffie. "Die Natur begegnet uns Menschen bestenfalls gleichgültig, die ist zu uns genauso gut wie zu einem Virus. Das sehen wir ja gerade an Corona." Dieses Virus tötete bereits mehr als viereinhalb Millionen Menschen. "Natürlichkeit ist überhaupt kein gutes Kriterium, um zu bewerten, ob etwas gut, nützlich oder nachhaltig ist."

Hoffie sieht Gentechnik als logischen nächsten Schritt in der Jahrtausende alten Tradition der Pflanzenzucht. "Unser tägliches Essen, unsere Kulturpflanzen haben mit Natürlichkeit sowieso schon lange nicht mehr viel zu tun", sagt er. "Und das ist sehr gut so! Dadurch haben wir Hungersnöte überwunden."

Durch Zucht hat der Mensch die Evolution übernommen

Schon vor 10.000 Jahren begannen Menschen damit, Pflanzen auf ihre Bedürfnisse anzupassen. Siedler im Zweistromland, dem heutigen Irak, sortierten bei jeder Ernte Körner aus. Nur die der besten Pflanzen nutzten sie zur Zucht. Das für den Menschen Beste sind etwa Früchte, die fest am Halm wachsen und erst durchs Dreschen abfallen, Pflanzen mit gleichmäßiger Wuchshöhe und einheitlicher Reife – Faktoren, die für eine möglichst effektive Ernte wichtig sind. Für die Natur wäre oft das Gegenteil besser, um das Überleben der Art zu sichern. Fallen die Körner leicht ab, verbreitet sich die Pflanze schneller, reifen die Früchte unterschiedlich, konkurrieren nicht alle Pflanzen zugleich um dieselben Nährstoffe.

"Für Kulturpflanzen haben wir Menschen schon vor Jahrtausenden die Evolution übernommen. Wenn sich die Bedingungen ändern, müssen wir die Pflanzen anpassen", sagt Hoffie. "Ohne uns Menschen überleben sie nicht." Die Angst vor Monstergewächsen in der Landwirtschaft sei unbegründet. Selbst wenn eine Kulturpflanze mit schädlichen Eigenschaften gezüchtet werde – und schon das ist extrem unwahrscheinlich – sie hätte gar nicht die Fähigkeiten, sich wild zu vermehren.

Genetiker wie Hoffie kämpfen gegen zwei Feinde: Da sind die Viren, die sich in Kulturpflanzen einnisten. Und da ist die Angst. Ausgerechnet Naturschützer warnen vor Technologien, die eine umweltverträgliche Agrarwende möglich machen könnten. Ausgerechnet die Grünen sperren sich gegen die Chance einer nachhaltigen Lebensmittelversorgung. Zu groß die Skepsis vor Gentechnologie.

Ernährung, dafür braucht es Hände, die im Dreck graben, Pflanzen, die aus Erde sprießen, ein Traktor vielleicht noch, ja gut, so viel Moderne darf sein. Aber Petrischalen, Spritzen und Kanülen? Das ist doch unnatürlich.

Die Natur hilft den Viren. Und der Klimawandel verschärft das Problem

Die Natur als Bedrohung ist natürlich. Winde wirbeln über trockene Böden und wehen mit dem Staub auch Viren auf benachbarte Felder. Überschwemmungen spülen infizierte Erde über noch viel weitere Strecken. Der Klimawandel verschärft diese Effekte.

"Die Viren verbreiten sich gerade sehr viel schneller, als wir jemals gedacht hätten", sagt Dragan Perovic. Der Wissenschaftler arbeitet seit mehr als 30 Jahren in der Resistenzgenetik, heute als Leiter der Forschungsgruppe Molekulare Genetik und Komparative Genomik am Julius Kühn-Institut in Quedlinburg. "Egal ob Frankreich, Italien oder England, in Regionen, wo es große Flüsse gibt, wo also auch Getreide für Brot oder Pasta angebaut wird, da mehren sich merklich die Ausfälle. Je nach Fläche fehlt die Hälfte der Ernte. Auch in der Nähe der Elbe sind erste Felder infiziert."

Auch Monokulturen helfen den Viren. Als Spezialisten passen sie sich an die Eigenschaften ihres Wirts an. Wächst auf großer Fläche dieselbe Kultur, kann eine neue Virusvariante sich ungehindert verbreiten. "Klar, Monokulturen sind extrem effizient für unsere Ernte und bringen uns viele Vorteile", sagt Perovic. "Aber dadurch haben wir Menschen uns auch einen mächtigen Feind geschaffen. Monokulturen sind für ein Virus eine perfekte Welt."

Eine Variante, die alle Resistenzen überwindet, kann trotzdem nahezu ungefährlich sein. Mutation bedeutet immer auch Zufall, vielleicht verbreitet sich das neue Virus sehr viel langsamer oder ist weniger ansteckend. Ähnliches erleben wir in der Corona-Pandemie: Nicht jede Variante des Virus war gleichermaßen im Gespräch, weil nicht jede neue Mutation gleich gefährlich war. Alpha, Beta, irgendwann Delta – eine neue Mutation kann unbemerkt wieder verschwinden, oder unsere Lebensweise bedrohen.

Konventionelle Zucht ist nicht schnell genug

Das Gelbgersten-Mosaikvirus, an dem Robert Hoffie in Gatersleben forscht, ist langlebig. Verseuchte Ackerflächen bleiben etwa zehn Jahre lang kontaminiert. Sporen in der Erde übertragen den Erreger, der dringt in die Wurzel ein und infiziert von dort die Pflanze. Solche sogenannten bodenbötigen Viren befallen immer größere Flächen. "Wir sehen resistenzbrechende Varianten auftreten. Sorten mit neuer Resistenz anzubauen ist die einzige Möglichkeit, die Erträge zu sichern", heißt es von Virologinnen des Instituts für Epidemiologie und Pathogendiagnostik in Braunschweig. Dabei sind luftbötige Viren, wie etwa Insektenbisse sie übertragen, sehr viel mobiler. Die neue Mutation eines luftbötigen Virus könne sich "mit der Geschwindigkeit eines Buschbrands" verbreiten.

Durch den Klimawandel bleiben die Winter wärmer, Insekten und andere Schaderreger drängen weiter nach Norden. Jedes Virus greift anders an, deswegen brauchen auch die Pflanzen jeweils neue Resistenzen. Die konventionelle Zucht ist für eine solche Anpassung langfristig nicht schnell genug: Jede weitere Verteidigungslinie bedeutet mehr Schritte in Zucht- und Rückzucht, der Aufwand pro Gen potenziert sich.

Bei Hoffies Methode ist es hingegen egal, wie viele Resistenzen zugleich an die nächste Pflanzengeneration übertragen werden. Die geneditierten Pflanzen brauchen durch ihren inneren Schutz auch weniger Hilfe von außen, weniger Herbizide, weniger Fungizide und weniger Dünger. Selbst Bioanbau kommt kaum ohne schädliche Kupferpräparate aus, die sich

im Boden ablagern. Ist eine nachhaltige Zukunft also überhaupt möglich, ohne grüne Gentechnik?

"Auch Gentechnik kann nicht hexen", antwortet Hoffie. Genom-Editierung kann weder Hagel noch Sturmschäden aufhalten und auch gegen Verbisschäden hilft sie nicht. "Aber wir machen es uns unnötig gewaltig schwer, wenn wir leichtfertig auf sie verzichten." Er steht jetzt im Raum 0.79 des Leibniz-Instituts in Gatersleben, Molekularbiologisches Labor. Weißer Kittel, blaue Einweghandschuhe, die linke Hand hält eine Kanüle, die rechte zieht eine Art Spritze auf. Um Hoffie herum erinnert alles ein bisschen an Chemieunterricht, viel Stahlbesteck, weiß-graue Arbeitsflächen, wo gelb-oranges Kreppband klebt – NICHT BERÜHREN!

Die Mutanten entwickelt er in einer Kammer wenige Meter neben dem Labor unter künstlichem Licht. Zellhaufen in Petrischalen, sie sehen ein wenig aus wie sandige Klümpchen. Nach ein paar Tagen spitzt erstes Grün. Sobald das Grün am Petrischaldeckel tastet, wechseln die Mutanten in ein größeres Gefäß, eine Art Tupperbox. Dann erst, nach ein paar Wochen, werden die Setzlinge in Erde gepflanzt und dürfen im Gewächshaus weiter wachsen wie ganz normale Pflanzen.

2050 wollen 9,7 Milliarden Menschen essen. Jeden Tag. Genom-Editierung kann nicht nur die Gene einer wilden Art in eine Kultursorte übertragen. Sie kann auch DNA schneiden und einen Bauplan mitliefern, auf welche Weise das Erbgut sich reparieren soll. So entstehen teils völlig neue Eigenschaften. Es könnte Pflanzen geben, die in der Wüste wachsen, und wohl auch Kornfelder in der Flutzone zwischen Land und Meer.

So könnte sie auch aussehen, die neue Normalität.