

Einseitige Angriffe und eine voreingenommene Berichterstattung zum EuGH Urteil über neue Gentechnikmethoden entlarven ein anmassendes und unaufgeklärtes Wissenschafts- Demokratie- und Rechtsverständnis

European Network of Scientists for Social and Environmental Responsibility (ENSSER), Berlin, Germany

Verfasst von: Dr. Eva Gelinsky und Dr. Angelika Hilbeck - ENSSER

Einleitung

“Nothing has been “banned”. Interpreting laws that simply recognise the novelty and distinctiveness of different kinds of GM breeding processes, the ECJ is merely offering a consistent framework of interpretation within which continuing healthy reasoned argumentation can be more rigorously played out.”¹

Mit dem Urteil des Europäischen Gerichtshofes vom 25. Juli 2018 (in der Rechtssache C-528/16), in der u. a. die Frage behandelt wurde, ob neue Verfahren der „zielgerichteten Mutagenese“ als gentechnische Verfahren anzusehen und entsprechend zu regulieren sind, geht der Streit um die Agro-Gentechnik in Europa in eine neue Runde. Im Kern geht es erneut um die Frage, wie die Risiken der Verfahren bzw. der damit entwickelten Organismen einzuschätzen sind und wie mit diesen umzugehen ist. Während diejenigen, die sich für eine *unregulierte* Anwendung der Verfahren und Zulassung von deren Produkten einsetzen, deren Präzision und Sicherheit betonen sowie ihr Potential für eine „nachhaltige“ Landwirtschaft hervorheben, verweisen *Regulierungsbefürworter* auf die Neuheit der Verfahren, auf die Geschwindigkeit, mit der nun genetische Veränderungen möglich sind, auf die zunehmenden Hinweise aus der Forschung, dass die Verfahren unerwünschte und tendenziell problematische Folgen haben könnten sowie die vielen offenen Fragen, die deshalb einen *vorsorglichen* Umgang nahelegen.

Etliche der von Pro wie Contra vorgebrachten Punkte, sind aus der Auseinandersetzung um die herkömmliche Gentechnik bekannt. Neu ist, dass sich der Ton, in dem sich insbesondere die Fürsprecher der neuen Verfahren äussern, noch einmal deutlich verschärft hat. Darüber hinaus ist es deren äusserst polarisierende Position, die auch die mediale Berichterstattung zu den neuen Verfahren und zum EuGH-Urteil fast vollständig beherrscht. Unser Beitrag ist eine Reaktion auf diese einseitige und voreingenommene Berichterstattung, die nichts als Meinungsmache ist und journalistische Sorgfaltspflicht vermissen lässt.

¹ <https://steps-centre.org/blog/european-court-of-justice-ecj-gene-editing-anti-science/>

Einige der zentralen, wiederholt in den Medien aufgegriffenen Behauptungen aus Gentechnik-Kreisen lauten wie folgt:

- Das Urteil des EuGH sei unwissenschaftlich, weil bereits nachgewiesen sei, dass die neuen gentechnischen Verfahren so sicher seien wie konventionelle Züchtungsmethoden. Was im Urteil eher vorsichtig und im Konjunktiv formuliert wird – die mit dem Einsatz der neuen Verfahren verbundenen Risiken *könnten* sich als vergleichbar mit den bei der Erzeugung und Verbreitung von GVO durch Transgenese auftretenden Risiken erweisen (Ziffer 48) – wird kategorisch zurückgewiesen.²
- Aus diesem Verdikt der Unwissenschaftlichkeit wird abgeleitet, das Urteil sei rückwärtsgewandt und fortschrittsfeindlich.³
- Darum sei die Innovationsfähigkeit des Forschungs- und Wissenschaftsstandortes Europa grundsätzlich gefährdet,⁴ weshalb auch notwendige Innovationen, wie eine vielfältigere Landwirtschaft, die mit weniger Pestiziden auskommt, sich nun ebenso grundsätzlich nicht entwickeln liessen.⁵

Keine dieser Behauptungen lässt sich belegen.

Dem Disput zugrunde liegt, dass das Objekt, der gentechnisch veränderte Organismus (meist eine Pflanze), grundsätzlich unterschiedlich definiert wird. Die Definition ist unabhängig davon, welche gentechnischen Werkzeuge angelegt werden. Je nach Position werden konträre Anforderungen an die Regulierung abgeleitet (Hilbeck et al. 2015). Während die Kritiker der Gentechnikregulierung gentechnische Pflanzen quasi wie Chemikalien (Summe der Teile) behandeln und nur einzelne Inhaltsstoffe einer isolierten Prüfung unterziehen wollen (reduktionistischer Ansatz), setzen sich die Regulierungsbefürworter für eine umfassende Risikobewertung des gesamten gentechnisch veränderten Organismus ein, in der auch Wechselwirkungen zwischen Organismus und Umwelt berücksichtigt werden.

Umweltwissenschaftl*innen, Ökolog*innen und viele Mediziner*innen wissen, dass es oft nicht ausreicht, erst dann zu reagieren, wenn es bereits dokumentierte Schäden gibt und Gewissheit über eine drohende weitere Gefahr besteht. Mit der Etablierung des Vorsorgeprinzips in den 1970er Jahren wurde es möglich, auch bei verbleibender wissenschaftlicher Unsicherheit über die Eintrittswahrscheinlichkeiten grösserer Schäden (i.e. definitivem Schadensbeweis), Massnahmen anzuordnen. Der Grundsatz fusst auf der wissenschaftlichen Erkenntnis, dass die komplexen und oftmals nicht vollständig verstandenen Wechselwirkungen zwischen Naturvorgängen und technologischen Eingriffen es nicht immer erlauben, mit Sicherheit die passenden Massnahmen zur Vermeidung einer Umweltbedrohung rechtzeitig zu treffen, ein Unterlassen von Vorsorgemassnahmen aber möglicherweise zu irreversiblen, fatalen Umwelt- und Gesundheitsschäden führen kann. Der Wissenschaft kommt in diesem Zusammenhang eine

² <https://www.tagesspiegel.de/wissen/reaktionen-auf-den-eugh-zur-gen-schere-crispr-ein-richtig-schlechtes-urteil/22851838.html>

³ <https://www.vci.de/presse/pressemittelungen/rueckwaertsgewandt-und-fortschrittsfeindlich-vci-zu-eugh-urteil-genome-editing.jsp>

⁴ <https://www.tagesspiegel.de/wissen/reaktionen-auf-den-eugh-zur-gen-schere-crispr-ein-richtig-schlechtes-urteil/22851838.html>

⁵ <https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2018-07/crispr-gentechnik-europaeischer-gerichtshof-urteil-kommentar>

Schlüsselrolle zu, um Daten zu liefern, offene Fragen zu diskutieren, auf Unsicherheiten hinzuweisen und das Augenmerk vor allem auf überraschende, kumulative, synergistische oder indirekte Effekte und deren Folgen zu richten. So die Theorie.

In der Argumentation derjenigen, die sich für eine unregulierte Anwendung der alten und neuen gentechnischen Verfahren einsetzen, wird diesem Vorsorgegedanken jedoch grundsätzlich widersprochen, es wird für einen sogenannten „evidenzbasierten Ansatz“ (auch ‘sound science’ genannt) plädiert, der staatliche Eingriffe erst dann rechtfertigt, wenn Schäden für Umwelt und Gesundheit, die von einem GVO ausgehen, eindeutig bewiesen sind (z. B. EASAC 2013). Es geht also nicht um das ‘Vor’sorgeprinzip sondern um das alt bekannte ‘Nach’sorgeprinzip bzw. den z. B. in den USA gebräuchlichen Schadensbeweis (*proof-of-harm*), den in der Regel das Opfer zu erbringen hat; so es das noch kann. Dem setzt Europa das Vorsorgeprinzip entgegen; eine kollektiv-zivilisatorische Errungenschaft, entstanden aus den bitteren Lehren vergangener ‘Innovationen’. Die in den beiden Bänden „Late lessons from early warnings“ (EEA 2001, 2013) versammelten Fallstudien über neuartige Technologien und chemische Substanzen, deren Anwendungen sich im Nachhinein als fatal erwiesen haben, zeigen, dass zu oft Warnungen ignoriert oder beiseite geschoben wurden, bis Schäden an Gesundheit und Umwelt unabwendbar waren. In vielen Fällen stellten Unternehmen kurzfristige Gewinne vor die öffentliche Sicherheit und verbargen oder ignorierten die Anzeichen von Schäden. In anderen Fällen haben Wissenschaftler*innen die Risiken heruntergespielt, manchmal auf Druck von Interessengruppen.

Es zeigt sich jetzt erneut, was aus der Auseinandersetzung um die alte Gentechnik bereits bekannt ist: Stimmen, die auf Risiken hinweisen und das ‘Nachsorge’Prinzip ablehnen, deshalb vor einer kommerziellen Anwendung weitere Abklärungen vornehmen wollen, werden abqualifiziert, diffamiert und beschimpft. Nun trifft es auch die Richter*innen des EuGH, deren Aufgabe es ist, geltendes Europäisches Recht zu interpretieren; Recht, das auf dem Vorsorgeprinzip basiert. Dieses Verhalten offenbart nicht nur ein bedenkliches Wissenschafts- und Demokratieverständnis, sondern auch eine fragwürdige Auffassung dessen, was das Recht in einer bürgerlichen Gesellschaft kann und soll.

Präzision ist nicht gleich Sicherheit – auch die neuen gentechnischen Verfahren müssen einer umfassenden Risikobewertung unterzogen werden

Zunächst lohnt sich ein kurzer Blick zurück, zu den Anfängen der Gentechnikdiskussion. Auffällig ist, dass bereits die alte Gentechnik mit ‘Natürlichkeits-’ und ‘Präzisions-’Postulaten beworben wurde. *“Genetic engineering is (...) a complementary research tool to identify desirable genes from remotely related taxonomic groups and **transfer these genes more quickly and precisely** into high-yield, high-quality crop varieties.”* (Borlaugh 2000)

*“Molecular techniques now permit the direct and **precise introduction of genes** from wild relatives, and cellular methods allow screening for the desired phenotype to proceed more efficiently.”* (Tiedje et al. 1989)

Auch damals wurde daraus abgeleitet, dass die Gentechnik grundsätzlich sicher sei, sicherer als alle Formen der konventionellen Züchtung und insbesondere der Mutationszüchtung und darum nicht über das übliche Mass einer Sortenzulassung reguliert werden sollte.

“On the one hand so-called GM techniques which in the precise and targeted way bring in a

*couple of genes that you know what they do and you know where they are is **vastly safer, vast, vastly more controlled than this so-called conventional breeding** that reshuffles about a tenth of the genome.”* (Sir Robert May, BBC Interview, 9 March 2000)⁶

Inzwischen stimmen interessanterweise aber sogar die Biotechnolog*innen der Einschätzung der frühen Kritiker zu, dass die herkömmliche Gentechnik doch nicht präzise ist und damit sicherheits-relevante Aspekte eine Rolle spielen könnten. Dies wird allerdings nur erwähnt, um die neuen gentechnischen Verfahren als endgültig sicher oder noch viel sicherer zu bewerben, als die ohnehin schon sichere herkömmliche Gentechnik. *„In den letzten Jahren war es bereits möglich, mit gentechnischen Methoden neue Gene in die Pflanzen einzubringen. Das konnten Gene von anderen Pflanzenarten, aber auch aus gänzlich anderen Organismen wie Bakterien sein. Ein **Nachteil dieser Verfahren ist bis heute, dass nicht kontrolliert werden kann, wo die neuen Gene im Erbgut landen.**“* (Prof. Dr. Detlef Weigel, Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie, Tübingen)⁷

Dagegen die neuen Verfahren: *„Man kann daher mit dieser Methode auch **sehr präzise** Gene einer Art durch Gene von anderen Sorten oder nahen Verwandten ersetzen. Das ist auch ein Ziel von konventioneller Züchtung. Genom-Editing ist damit ein Weg, dieselben Veränderungen zu erzielen wie konventionelle Züchtung, allerdings **sehr viel schneller.**“* (Prof. Dr. Detlef Weigel, Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie, Tübingen)⁸

Weder für die herkömmliche, noch die neue Gentechnik werden jedoch belastbare Evidenzen präsentiert, die das Postulat der ‘Schnelligkeit’ belegen könnten oder das Postulat der Sicherheit. Hingegen besteht grundsätzlich Klärungsbedarf darüber, welcher Prozess hier überhaupt beschleunigt wird. CRISPR-Cas ermöglicht es zwar in einem kurzen Zeitraum allerlei neue Versuchslinien herzustellen; daher die hohen Publikationszahlen in diesem Bereich. Ob und wie schnell sich daraus jedoch marktfähige Sorten entwickeln lassen, die sich in der Umwelt und Praxis zu bewähren vermögen, ist fraglich; nur in den wenigsten Fällen dürfte dies problemlos möglich sein. Was die unzähligen Publikationen zur neuen Gentechnik nicht belegen können, ist deren hohe Präzision und grundsätzliche Sicherheit.

Präziser heisst nicht sicherer

Es stimmt zwar, dass neue Gentechnik-Verfahren wie CRISPR im Vergleich zur alten Gentechnik Erbgut gezielter an bestimmten Stellen verändern können. Dennoch können auch diese Eingriffe ungewollte, nicht vorhersehbare Auswirkungen haben, z. B. auf den Stoffwechsel der Pflanze. In der Medizin ist dies alles völlig unumstritten. Wird die Aktivität eines Enzyms verändert, kann dies unbeabsichtigte biochemische Reaktionen hervorrufen. Auch kann der gentechnische Eingriff dazu führen, dass Pflanzen ungewollt veränderte Proteine erzeugen. Dies ist z. B. hinsichtlich ihres Potentials, Allergien auszulösen, bedenklich (ENSSER 2017, FGU 2018, Steinbrecher, Paul 2017). Die Anwendung neuer gentechnischer Verfahren kann sich zudem auf die Umwelt auswirken, beispielsweise wenn neue Eigenschaften dazu führen, dass Pflanzen einen Überlebensvorteil gegenüber anderen besitzen (BfN 2017).

⁶ http://www.bbc.co.uk/science/horizon/1999/gmfood_script.shtml

⁷ <https://www.mpg.de/9943004/gen-editierte-pflanzen>

⁸ <https://www.mpg.de/9943004/gen-editierte-pflanzen>

Wirklich so präzise?

Von Seiten der Biotechnolog*innen wird im Zusammenhang mit den Eingriffen durch Verfahren wie CRISPR gerne der Vergleich mit Textverarbeitungsprogrammen bemüht (vgl. McLeod, Nerlich 2017, O’Keefe et al. 2015); ein solcher Eingriff soll nichts anderes sein, als das Editieren eines Textes, in dem ein einzelner Buchstabe gelöscht oder ausgetauscht wird.

“So what is gene editing? Scientists liken it to the find and replace feature used to correct misspelling in documents written on a computer. Instead of fixing words, gene editing rewrites DNA, the biological code that makes up the instruction manuals of living organisms. With gene editing, researchers can disable target genes, correct harmful mutations, and change the activity of a specific gene in plants and animals, including humans.”⁹

Um bei diesem Vergleich zu bleiben, auch wenn er sachlich nicht korrekt ist: Zwar verfügen wir über alle Möglichkeiten, einzelne Buchstaben exakt aus einem Text auszuschneiden (to ‘cut’) und woanders im Text wieder einzusetzen (to ‘paste’), wer jedoch sowohl die Sprache als auch die Grammatik kaum, unvollständig oder gar nicht beherrscht, wird mit grosser Präzision und hoher Wahrscheinlichkeit auch Unfug zusammenbasteln. Nun sind aber Nukleotide keine Buchstaben und Nukleotidsequenzen keine Sätze, sondern chemische Moleküle, die den Regeln der Biochemie folgen und nicht jenen der menschlichen Sprache oder der IT Branche, und unser Verständnis über diese Regeln und der daraus resultierenden Genfunktionen im Zusammenspiel mit der Umwelt und epigenetischen Regulationsfaktoren kann bisher bestenfalls als rudimentär beschrieben werden. Die Erkenntnisse auf dem Gebiet der Epigenetik entwickeln sich jedoch rasant und sind für die Gentechnik von grösster Relevanz, werden aber von den Bio-Ingenieur*innen meist ignoriert. Daher ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass man unerwartete und unvorhersagbare Ergebnisse erhält. Diese können gut, schlecht oder belanglos sein; entscheidend ist, dass sie nicht der Kontrolle des Menschen unterliegen. Damit ist das aus Präzision und Kontrolle abgeleitete automatische Sicherheitspostulat wissenschaftlich weder belast- noch belegbar, dagegen aber sehr gewagt.

Zudem kommen die voreiligen und übertrieben deklarierten ‘Präzisions-’Postulate gerade in den letzten Monaten wissenschaftlich sehr ins Wanken. Das EuGH Urteil antizipiert neueste wissenschaftliche Erkenntnisse: Zum Beispiel wurde erst kürzlich bekannt, dass die Effizienz von CRISPR mit dem p53 Gen assoziiert zu sein scheint, welches die Tumorunterdrückung in menschlichen Zellen beeinflusst (Haapaniemi et al. 2018, Ihry et al. 2018). Wissenschaftler*innen könnten nun Mutationen im p53 Gen dazu nutzen, die Effizienz von CRISPR zu steigern und dabei in Kauf nehmen, dass unreparierte DNA Schäden an ganz anderen Stellen im Erbgut zu einer Anhäufung ungewollter Mutationen führen. In weiteren Studien konnte eindeutig nachgewiesen werden, dass die Verwendung von CRISPR zu einem ungewollten Umbau bis hin zum Entfernen grosser Genomabschnitte führen kann (Adikusuma et al. 2018, Kosicki et al. 2018). Diese neue Evidenz illustriert, dass die Nichtzieleffekte von CRISPR-Eingriffen bislang unterschätzt wurden. Diese Publikationen sollten als Frühwarnung möglicher fataler Konsequenzen verstanden werden, die gründlich erforscht werden müssen,

⁹ <https://www.theguardian.com/science/2018/jan/15/gene-editing-and-what-it-really-means-to-rewrite-the-code-of-life>

bevor sie massentauglich anwendbar sind – in der Medizin ist das unbestritten, für Pflanzen und die Umwelt wird es abgestritten. Es gibt jedoch auch in Pflanzen ein Gen mit ähnlicher Funktion wie p53, das SOG1 Gen (Yoshiyama et al. 2014, Ogita et al. 2018). Es wird im Falle eines DNA-Schadens aktiviert und bewirkt das Ablesen von Genen, die für die Reparatur der DNA zuständig sind. Ob es hier ähnliche Zusammenhänge zwischen der Effizienz von CRISPR und SOG1 gibt, ist denkbar, aber bislang unerforscht.

Weitreichende Veränderungen in Organismen möglich

Neue gentechnische Verfahren bergen das Potential, lebende Organismen grundlegend zu verändern. Forschende sind dabei, die CRISPR-Methoden so weiterzuentwickeln, dass es möglich wird, diese mehrmals zeitgleich oder nacheinander im selben Organismus anzuwenden (Vogel 2018, BfN 2017, ENSSER 2017, Steinbrecher, Paul 2017). Solche weitgehenden Eingriffe waren mit der herkömmlichen Gentechnik bisher nicht machbar. Daher ist nun, mit den neuen Verfahren, mit einer viel grösseren Anzahl von irgendwie gentechnisch veränderten Organismen zu rechnen. Vor diesem Hintergrund wären auch mehr Freisetzungen möglich, die mit einer Vielzahl an möglichen unerforschten und unvorhersagbaren, ungewollten Veränderungen einhergehen könnten – wenn die Anwender nicht durch eine Regulierung verpflichtet werden, diese zu dokumentieren. Daher kann – im Vergleich zur herkömmlichen Gentechnik – sogar eine striktere gesetzliche Regulierung geboten sein (ENSSER 2017).

Auch wenn mit neuen gentechnischen Verfahren in bestimmten Fällen nur einzelne Basen des Erbguts eingefügt oder entfernt werden (Punktmutationen), kann dies Organismen stark verändern. Punktmutationen können im schlimmsten Fall über Leben oder Tod entscheiden – in der Medizin gibt es viele Beispiele für Erbkrankheiten, die auf kleinsten Veränderungen der Erbinformation basieren. Solche Eingriffe können dazu führen, dass Proteine fehlerhaft oder gar nicht mehr erzeugt werden. Sie müssen nicht derart folgenreich sein, sie können auch völlig folgenlos bleiben. Nur abschätzen kann dies niemand im Voraus. Genau darum müssen die Folgen 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 (BfN 2017, Steinbrecher, Paul 2017). Diesen wissenschaftlichen Einschätzungen sind die Richter*innen des EuGH gefolgt. Sie haben den Umgang mit Organismen, die mit diesen neuen gentechnischen Werkzeugen bearbeitet wurden, geregelt. Nicht mehr aber auch nicht weniger.

Alte und neue Versprechen

Seit mindestens drei Jahrzehnten werden aus Steuergeldern astronomische Summen in die Bio- und Gentechnikforschung und -förderung investiert. Diese stehen jedoch in keinem Verhältnis zu den äusserst mageren Ergebnissen, die seitdem geliefert wurden. Sowohl in Nord-, als auch in grossen Teilen Südamerikas, den Hochburgen der Anwendung der grünen Gentechnik, gibt es kaum eine nennenswerte Regulierung (wenn überhaupt). Trotz der dort herrschenden 'De-Regulierung', wie sie sich die Biotechnolog*innen wünschen, liefern sie auch dort nicht ansatzweise was versprochen wurde – und wird. Es dominieren seit über einem Vierteljahrhundert dieselben GV-Pflanzentypen: Herbizidresistenz und Insektenresistenz, eingebaut in die immer gleichen industriellen Rohstoffpflanzen (Soja, Mais, Baumwolle, Raps). Die Analyse zur Biotechnologie des Weltagrarberichts (IAASTD 2008) von vor 10 Jahren gilt bis

heute – 99% aller GV-Pflanzentypen besitzen die genannten Eigenschaften. Die wenigen anderen Eigenschaftstypen und Produkte der grünen Gentechnik verteilen sich auf das verbleibende 1%.

Weder wurde der Pestizidverbrauch deutlich reduziert, noch die Erträge über das Mass hinaus gesteigert (Quist et al. 2013).¹⁰ Im Gegenteil, bei einigen Kulturen wurde der Einsatz der Pestizide massiv gesteigert und Bäuerinnen und Bauern in eine Abhängigkeit getrieben, die es so vorher nicht gab (zum Beispiel durch herbizid-resistente Unkräuter, vgl. Benbrook 2016).

Das Ausbleiben der versprochenen GVOs mit Dürre-, Salzresistenz oder besonderen 'Consumer traits' ist ein Problem der Gentechnik und nicht der Regulierung und schon gar nicht dem Mangel an Geld und staatlicher Unterstützung geschuldet (siehe unten). Würden die Gentechnik und ihre Verfahren so funktionieren, wie es seit Jahrzehnten versprochen wird, müsste es inzwischen eine Vielzahl an massgeschneiderten GV-Produkten geben. Dass dem nicht so ist, sollte Gegenstand ernsthafter wissenschaftlicher Analysen und (selbst)kritischer Aufarbeitung sein und nicht den Überbringern dieser unangenehmen Nachricht angelastet werden.

Die erste Pflanze, die mit Hilfe der *neuen* gentechnischen Verfahren verändert wurde, und die sich bereits im Anbau befindet, ist (erneut) ein herbizid-resistenter Raps. Zu den neuen GV-Pflanzen, die sich in der Pipeline der Unternehmen befinden, gehören darüber hinaus u. a.: eine Soja mit veränderter Fettsäurezusammensetzung, eine Kartoffel mit einer verbesserten Lagereigenschaft bei kühleren Temperaturen, ein sogenannter Wachsmais mit einer veränderten Stärkezusammensetzung oder ein Lein, einmal mehr herbizidresistent. Da in rund 90% der derzeitigen Anwendungen mit CRISPR ausschliesslich Knock-out-Pflanzen erzeugt werden, ist in naher Zukunft nicht mit einer Kommerzialisierung der versprochenen Superpflanzen zu rechnen: Eigenschaften wie Dürre- oder Salzresistenz setzen sich aus vielen verschiedenen Komponenten der Zellen zusammen. Pflanzen reagieren auf Trockenheit, Kälte oder Salzstress mit der simultanen Veränderung der Expression hunderter Gene. Diese Reaktionen sind in verschiedenen Teilen der Pflanzen auf den jeweiligen Grad der Stressbedingung abgestimmt (z. B. Chen et al. 2002, Deinlein et al. 2014, Ramirez-Gonzalez et al. 2018). Durch einzelne, oder auch einige addierte Punktmutationen in kurzer Zeit stress-tolerantere Pflanzen herzustellen, ist eine komplexe, gewagte und vielleicht sogar unmögliche Aufgabe, die auch mit den neuen Gentechnikverfahren nicht einfacher in der Umsetzung wird. Die Erkenntnisse verschiedener anderer lebenswissenschaftlicher Disziplinen zeigen uns darüber hinaus, dass Organismen nicht die Summe ihrer Teile sind und nicht alles in der DNA 'kodiert' ist.

Sind nur mittels der neuen gentechnischen Verfahren Innovationen möglich?

Bereits in der Diskussion um die herkömmliche Gentechnik und die Etablierung der Gentechnikgesetzgebung vor über zwei Jahrzehnten, wurde vor dem drohenden Untergang der europäischen Forschungsstandorte gewarnt. Dieser ist damals nicht eingetreten und wird es auch diesmal nicht tun. Im Labor können Biotechnolog*innen machen, was die Forschungsfreiheit ihnen zugesteht und wofür sie Gelder einwerben können. Und das tun sie

¹⁰ Siehe auch: Hakim, D. 2016: Doubts about the promised bounty of genetically modified crops. New York Times, 29. Oktober 2016. <https://www.nytimes.com/2016/10/30/business/gmo-promise-falls-short.html>

reichlich. Kaum ein anderes Technologiegebiet genießt eine derartig reichhaltige und umfassende Forschungsförderung, wie die Bio- und speziell die Gentechnologie. Fakt ist, dass die EU und so gut wie alle ihrer Mitgliedstaaten seit Jahrzehnten enorme Summen, die sich zusammengerechnet über die Jahre im Milliardenbereich bewegen dürften, in die Förderung und Forschung der Gentechnik in all ihren Formen aus Steuermitteln investiert haben.¹¹ Die Gentechnik-Labore leiden nicht unter Geldmangel, so sie den wissenschaftlichen Qualitätsansprüchen genügen. Diese Forschung erfährt zusätzlich eine breite finanzielle und politische Unterstützung durch die Privatwirtschaft und grosse Teile der Politik – bis heute. Die EU Kommission steht nicht im Verdacht Gentechnik-kritisch zu sein, ganz im Gegenteil. Auch die EFSA – die Europäische Agentur für Nahrungsmittelsicherheit – tut was sie kann, um GVOs zuzulassen und Gentechnik-Anwender*innen entgegenzukommen, zum grossen Ärger der Zivilgesellschaft.¹² Von solch einer umfassenden und reichhaltigen Förderung können andere Forschungsfelder nur träumen. Die Forschung zu alternativen, biologischen oder agrarökologischen Landnutzungssystemen und -verfahren sind dazu im Vergleich marginalisiert und müssen sich bis heute mit sprichwörtlichen ‘Brosamen’ zufrieden geben, was auch an den entsprechenden Strukturen der Forschungsförderung liegt (vgl. Vanloqueren, Baret 2009). Hingegen liefern sowohl die agrarökologische Forschung, als auch die konventionelle Züchtung belastbare Daten für neue Ansätze einer nachhaltigen Landwirtschaft. Hier werden jene angepassten Sorten entwickelt, die uns die Gentechnik seit Jahrzehnten verspricht, aber nicht liefert (Bardgett, Gibson 2017, Gilbert 2014, 2016, Hilbeck, Oehen 2015, ipes Food 2016).

Hauptproblem: Kaum Risikoforschung, die diesen Namen verdient

Es gibt nur wenig industrieunabhängige Risikoforschung zu den möglichen unerwarteten und unerwünschten, auch langfristigen Auswirkungen durch die gentechnischen Veränderungen von Pflanzen. Insbesondere im jungen Forschungsgebiet der neuen Gentechnik liegen bislang nur sehr wenige Studien zu Risiken vor. Nach wie vor besteht ein enormes Missverhältnis zwischen angewandter Forschung, deren Hauptinteresse darin besteht, zu untersuchen, was mit den Verfahren möglich ist und welche konkreten Anwendungen entwickelt werden könnten und einer umfassenden Grundlagen- bzw. Risikoforschung, die nicht nur neueste molekulare Analysetools nutzt, sondern auch Interaktionen zwischen Pflanze und Umwelt sowie Langzeitdaten einbezieht. Anwendungsorientierte Biotechnologie aber interessiert sich kaum für die Funktionsweisen und Risiken ihres Gegenstands; stattdessen gibt sie sich zu oft damit zufrieden, wenn die Pflanze die gewünschte Eigenschaft aufweist:

“There is a mentality that as long as it works, we don’t have to understand how or why it works.” (zit. nach Ledford 2015)

Fragen zur biologischen Sicherheit stellen sich jedoch erst dort, wo das Interesse von Entwicklern endet; hier endet jedoch in der Regel deren Finanzierung.

¹¹ https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/gentechnik/bio_konomie_2030_steffi_ober.pdf

¹² <https://corporateeurope.org/pressreleases/2017/06/nearly-half-experts-european-food-safety-authority-have-financial-conflicts>; <https://www.testbiotech.org/aktuelles/efsa-und-industrie-vereinigt-efsi>

Fazit

“As the public debates on GMOs have escalated over the last two decades, the roster of partisan (often militant) proponents has grown to include not only industry executives and public relations operatives, but academic basic bioscientists as well.” (Stone 2017, 3)

In den Statements, die aus Gentechnik-Kreisen nach dem EuGH-Urteil kamen, und die von den Medien unkritisch übernommen wurden, fehlt diese Art der Differenzierung vollständig. Der Nutzen der Verfahren scheint bereits festzustehen, belastbare Evidenz zu erbringen ist nicht nötig. Risiken gelten von vorneherein als vernachlässigbar – ebenfalls bei jeder belastbaren Evidenz. Mehr noch: Regulierung wird mit einem Forschungs- und Anwendungsverbot gleichgesetzt, was faktisch falsch ist, und die Richter*innen des EuGH werden, genauso wie die Regulierungsbefürworter*innen, diffamiert („Pseudowissenschaft“). Fraglich ist, wie in diesem polarisierten Klima noch eine sachliche und abwägende Diskussion stattfinden soll, sowohl innerhalb der Wissenschaft, als auch in der Gesellschaft.

Es mehren sich die kritischen Stimmen, die die Institution Wissenschaft, aufgrund dieser verfahrenen Situation, in einer ernsthaften Krise sehen (z. B. Stone 2017). Dies nicht nur wegen der Fälle von offensichtlichem wissenschaftlichen Fehlverhalten von Firmen und Wissenschaftlern, wie es sich z. B. im Fall der „Monsanto Papers“ gezeigt hat (McHenry 2018), sondern aufgrund der Haltung, die Welt in ein kategorisches Für oder Wider Gentechnik einzuteilen. Was bei dieser Konstruktion eines unvereinbaren Gegensatzes auf der Strecke bleibt, das sind die Differenzierungen, für die auch die Wissenschaft – aus Vorsorgegründen – mitverantwortlich sein sollte.

- Gerade in einem neuen, sich so dynamisch entwickelnden Bereich wie der neuen Gentechnik sollte Forschung mehr beinhalten, als nur den oberflächlichen Nachweis, dass der veränderte Organismus – vermeintlich – wie gewünscht funktioniert.
- Interessant sollten gerade jene Organismen sein, die nach dem Eingriff die angestrebte Eigenschaftsveränderung *nicht* aufweisen.
- Genauer zu untersuchen wären, was die Folgen eines gentechnischen Eingriffs auf Zellebene und auf Ebene des gesamten Organismus sind. Und welche Wirkungen die Interaktionen zwischen Organismus und Umwelt haben könnten.
- Auch über Fragen, Unsicherheiten und nicht erwünschte Forschungsergebnisse wäre offen zu kommunizieren, genauso wie über die eigene Forschungsfinanzierung und allfällige Vorgaben des/der Geldgeber(s).
- Ausgangspunkt wissenschaftlicher Uneinigkeit sind oft uneindeutige und falsch positive Ergebnisse von Untersuchungen. Für die Interpretation von Daten besteht ein weiteres Problem dann, wenn Studien die statistischen Relevanzanforderungen nicht erfüllen. Umso wichtiger ist es, Transparenz über die Grundannahmen zu schaffen, auf denen wissenschaftliche Interpretationen basieren.
- Besteht Uneinigkeit oder Unschlüssigkeit z. B. über die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens, ist eine Plausibilitätsprüfung der vorliegenden Daten vorzunehmen. Die Plausibilität entscheidet sich anhand der Kriterien für Wissenschaftlichkeit, die von der wissenschaftlichen Gemeinschaft anerkannt werden: Theorie oder Hypothese müssen unter anderem ein bestimmtes Phänomen erklären und testbar sein, Kohärenzforderungen

erfüllen und dem Prinzip der organisierten Skepsis (etwa im Rahmen eines funktionierenden *peer review*) genügen. Damit diese Prüfung nach Massgabe der wissenschaftlichen Kriterien erfüllt werden kann, ist ein vollständiger Zugang zu den Informationen erforderlich, die zur Formulierung der wissenschaftlichen Thesen geführt haben. Die Daten müssen nachvollziehbar dargelegt werden, einschliesslich jener Daten, die die wissenschaftliche These *nicht* unterstützen. Damit gewährleistet ist, dass die Plausibilitätsprüfung ergebnisoffen und nach wissenschaftlichen Kriterien erfolgt, müssen die Wissenschaftsinstitutionen zudem unabhängig sein.

Dies alles sollte selbstverständlich sein, nicht nur in der Theorie. In der Praxis erkennen wir jedoch immer mehr Entwicklungen in Richtung eines autoritären, anmassenden und unaufgeklärten Wissenschafts- Demokratie- und Rechtsverständnisses. Dem treten wir entschieden entgegen.

Danksagung: Vielen Dank an Dr. Katharina Kawall für wertvolle Hinweise und Ergänzungen.

Zitierte Referenzen

Adikusuma, F., Piltz, S., Corbett, M. A., Turvey, M., McColl, S. R., Helbig, K. J., Thomas, P. Q. 2018: Large deletions induced by Cas9 cleavage. *Nature*, 560 (7717), E8-E9.

Bardgett, R. D., Gibson, D. J. 2017: Plant ecological solutions to global food security. *Journal of Ecology* 105, 859-864.

Benbrook, Ch. M. 2016: Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environmental Sciences Europe* 28:3.

Borlaug, N. E. 2000: Ending world hunger. The promise of biotechnology and the threat of antiscience zealotry. *Plant Physiology* 124: 487-490.

Bundesamt für Naturschutz (BfN) 2017: Hintergrundpapier zu Neuen Techniken. Neue Verfahren in der Gentechnik: Chancen und Risiken aus Sicht des Naturschutzes, Stand: 12.07.2017.

Chen, W., Provart, N. J., Glazebrook, J., Katagiri, F., Chang, H. S., Eulgem, T., Mauch, F., Luan, S., Zou, G., Whitham, S. A., Budworth, P. R., Tao, Y., Xie, Z., Chen, X., Lam, S., Kreps, J. A., Harper, J. F., Si-Ammour, A., Mauch-Mani, B., Heinlein, M., Kobayashi, K., Hohn, T., Dangl, J. L., Wang, X., Zhu, T. 2002: Expression profile matrix of Arabidopsis transcription factor genes suggests their putative functions in response to environmental stresses. *Plant Cell* 14: 559-574.

Deinlein, U., Stephan, A. B., Horie, T., Luo, W., Xu, G., & Schroeder, J. I. 2014: Plant salt-tolerance mechanisms. *Trends Plant Sci*, 19(6), 371-379.

European Academies Science Advisory Council/EASAC 2013: Planting the future: opportunities and challenges for using crop genetic improvement technologies for sustainable agriculture. EASAC policy report 21, June 2013.

European Environment Agency/EEA. 2001: Late lessons from early warnings: the precautionary

principle 1896 – 2000. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2001.

European Environment Agency/EEA. 2013: Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013.

European Network of Scientists for Social and Environmental Responsibility/ENSSER 2017: ENSSER Statement on New Genetic Engineering Techniques, 27 September 2017. <https://ensser.org/publications/ngmt-statement/>

Fachstelle Gentechnik und Umwelt/FGU 2018: Hintergrund: CRISPR/Cas (Risiken). https://fachstelle-gentechnik-umwelt.de/wp-content/uploads/CRISPR_Risiken.pdf

Gilbert, N. 2014: Cross-bred crops get fit faster. Genetic engineering lags behind conventional breeding in efforts to create drought-resistant maize. *Nature*, Vol. 513, 18 September 2014, 292.

Gilbert, N. 2016: Frugal Farming. Old-fashioned breeding techniques are bearing more fruit than genetic engineering in developing self-sufficient super plants. *Nature*, Vol. 533, 19 May 2016, 308-310.

Haapaniemi, E., Botla, S., Persson, J., Schmierer, B., Taipale, J. 2018. CRISPR-Cas9 genome editing induces a p53-mediated DNA damage response. *Nature Medicine* 24, 927–930.

Hilbeck A., Binimelis R., Defarge N., Steinbrecher R., Székács A., Wickson F., Antoniou M., Bereano P. L., Clark E. A., Hansen M. 2015: No scientific consensus on GMO safety. *Environmental Sciences Europe* 27: 4.

Hilbeck, A., Oehen, B. 2015 (eds): Feeding the people. Agroecology for nourishing the world and transforming the agri-food system. IFOAM EU.

International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development/IAASTD 2009: Agriculture at a Crossroads. Global report. <https://www.globalagriculture.org/fileadmin/files/weltagrarbericht/IAASTDBerichte/GlobalReport.pdf>

Ihry, R. J., Worringer, K. A., Salick, M. R., Frias, E., Ho, D., Theriault, K., Kommineni, S., Chen, J., Sondey, M., Ye, C., Randhawa, R., Kulkarni, T., Yang, Z., McAllister, G., Russ, C., Reece-Hoyes, J., Forrester, W., Hoffman, G. R., Dolmetsch, R., Kaykas, A. 2018: p53 inhibits CRISPR–Cas9 engineering in human pluripotent stem cells. *Nature Medicine* 24, 939–946.

International Panel of Experts on Sustainable Food systems /IPES-Food 2016: From uniformity to diversity: a paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems. Report No 2., http://www.ipes-food.org/images/Reports/UniformityToDiversity_FullReport.pdf

Kosicki, M., Tomberg, K, Bradley, A. 2018: Repair of double-strand breaks induced by CRISPR-Cas9 leads to large deletions and complex rearrangements. *Nature Biotechnology*, Jul 16.

Ledford, H. 2015: CRISPR, The Disruptor. *Nature*, Vol 522, 4 June 2015, 20-24.

McHenry, L. B. 2018: The Monsanto Papers: Poisoning the scientific well. *International Journal of Risk & Safety in Medicine* 29, 193-205.

McLeod, C., Nerlich, B. 2017: Synthetic biology, metaphors and responsibility. *Life Sciences*,

Society and Policy 2017 13:13.

Ogita, N., Okushima, Y., Tokizawa, M., Yamamoto, Y. Y., Tanaka, M., Seki, M., Umeda, M. 2018: Identifying the target genes of SUPPRESSOR OF GAMMA RESPONSE 1, a master transcription factor controlling DNA damage response in Arabidopsis. *Plant J*, 94: 439-453.

O'Keefe, M., Perrault, S., Halpern, J., Ikemoto, L., Yarborough, M. 2015: Editing genes: A case study about how language matters in bioethics. *Am J Bioeth* 15(12): 3-10.

Quist, D. A., Heinemann, J. A., Myhr, A. I., Aslaksen, I., Funtowicz, S. 2013: Hungry for innovation: pathways from GM crops to agroecology. In: European Environment Agency/EEA 2013: Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013, 458-485.

Ramirez-Gonzalez, R. H., Borrill, P., Lang, D., Harrington, S. A., Brinton, J., Venturini, L., Uauy, C. 2018: The transcriptional landscape of polyploid wheat. *Science*, 361.

Steinbrecher, R., Paul, H. 2017: New Genetic Engineering Techniques: Precaution, Risk, and the Need for Develop Prior Societal Technology Assessment. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 59:5, 38-47.

Stone, G. D. 2017: Dreading CRISPR: GMOs, honest brokers, and Mertonian transgressions. *Geographical Review* 107, 584-591.

Tiedje, J. M., Colwell, R. K., Grossman, Y. L., Hodson, R. E., Lenski, R. E., Mack, R. N., Regal, P. J. 1989: The Planned Introduction of Genetically Engineered Organisms: Ecological Considerations and Recommendations. *Ecology* 70: 298-315.

Vanloqueren, G., Baret, P. V. 2009: How agricultural reaserach systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations. *Research Policy* 38, 971-983.

Vogel, B. 2018: CRISPR-Pflanzen weltweit. *Gen-ethischer Informationsdienst, Februar 2018*, 25-27.

Yoshiyama, K. O., Kimura, S., Maki, H., Britt, A. B., Umeda, M. 2014: The role of SOG1, a plant-specific transcriptional regulator, in the DNA damage response. *Plant Signal Behav*, 9(4), e28889.