

GAIA² | 2018

ECOLOGICAL PERSPECTIVES FOR SCIENCE AND SOCIETY

ÖKOLOGISCHE PERSPEKTIVEN FÜR WISSENSCHAFT UND GESELLSCHAFT



-
- NEUE BIOTECHNOLOGIEN UND LANDWIRTSCHAFT
 - GERMANY'S STRUGGLE FOR ENERGY EFFICIENCY
 - ASSESSING A TD RESEARCH CENTER
-

Konfliktfeld „neue Gentechnik“: Regulierung landwirtschaftlicher Biotechnologien zwischen Innovation und Vorsorge

Auf europäischer Ebene wird derzeit die Regulierung neuer molekularbiologischer Verfahren für die Landwirtschaft verhandelt. Mit diesen Biotechnologien können gezielt Mutationen herbeigeführt, Genabschnitte ausgeschnitten und Gene umgeschrieben werden. Die neuen Techniken wecken Hoffnungen – doch aufgrund der vielen offenen Fragen sollte die Regulierung landwirtschaftlicher Biotechnologien auf Vorsorge und Kennzeichnung setzen.

Beate Friedrich, Sarah K. Hackfort

The Conflictual Area of “New Genetic Modification Techniques”: Agricultural Biotechnology Regulation between Innovation and Precaution | GAIA 27/2 (2018): 211–215 | **Keywords:** agricultural biotechnology, genome editing, precautionary principle, sustainable development

Neue Techniken des *genome editing* (GE) haben das Potenzial, die Biotechnologie zu revolutionieren, da sie genetische Eingriffe schneller, präziser, effektiver und dadurch deutlich kostengünstiger machen als bisherige Methoden. Bei GE-Verfahren wie CRISPR/Cas oder der oligonukleotidgerichteten Mutagenese (ODM) wird die DNA gezielt an bestimmten Stellen des Genoms durch Punktmutationen, das Ausschneiden oder das Einbauen von neuen Sequenzen verändert. GE unterscheidet sich so von der Mutagenese, bei der zufällige Mutationen ausgelöst werden, und von der klassischen Gentechnik, bei der Gene an einer zufälligen Stelle im Genom eines Organismus eingesetzt werden.

GE bietet vielfältige Anwendungsmöglichkeiten und Befürworter(innen) versprechen sich enorme Entwicklungssprünge in allen Bereichen der Biotechnologie – von der Lebensmittelproduktion über die Kraftstoffherstellung bis zur Medizin. In der industriellen Biotechnologie könnte es die Erzeugung von Produktionsstämmen für Chemikalien oder Pharmazeutika beschleunigen. In der Medizin bieten die verschiedenen genetischen Modifikationen neue Möglichkeiten für Gentherapien (Sauter et al. 2015).

Vorteile verspricht sich auch die Landwirtschaft, indem etwa bei Nutzpflanzen unerwünschte Eigenschaften entfernt oder Resistenzen erzeugt werden (Courtier-Orgogozo et al. 2017). Auch an Genen von Tieren können Modifikationen vorgenommen werden, etwa für eine höhere Fleischproduktion oder die Züchtung von besser an Produktionsabläufe angepassten Tieren (Cyranski 2015). Zudem soll die Züchtung von Pflanzen ermöglicht werden, die menschlichen Ernährungsanforderungen entsprechen, wie glutenfreier Weizen (Ozuna und Barro 2017).

Die technologischen Entwicklungen haben schon jetzt eine neue Runde der Debatte um eine notwendige Regulierung eingeläutet (Winter 2017). Die Einschätzungen der Chancen und Risiken auch mit Blick auf internationale Nachhaltigkeits- und

Entwicklungsziele gehen dabei weit auseinander. Wir plädieren für eine Auseinandersetzung mit den sozial-ökologischen und sozio-ökonomischen Folgen der neuen Technologien und gehen im Folgenden am Beispiel ihrer landwirtschaftlichen Nutzung auf die Relevanz für die Nachhaltigkeitswissenschaften ein.

Neue landwirtschaftlichen Biotechnologien im Fokus der Nachhaltigkeitswissenschaften

Für die Nachhaltigkeitswissenschaften sind die neuen landwirtschaftlichen Biotechnologien ein relevantes Forschungsfeld, da juristische, ethische, ökonomische, politische und sozial-ökologische Aspekte berücksichtigt werden müssen. Daraus ergeben sich Konfliktlinien: So erhoffen sich Befürworter(innen) deutliche Produktivitätssprünge, etwa um Ressourcenknappheiten zu entschärfen und die Welternährung zu sichern. Kritiker(innen) weisen hingegen auf Risiken sowie auf mögliche negative Folgeeffekte hin. Inzwischen hat sich anhand naturwissenschaftlicher Studien eine kontroverse Debatte entzündet, inwieweit es zu unerwünschten Nebenwirkungen der neuen landwirtschaftlichen

Kontakt: Dr. phil. Beate Friedrich | Leuphana Universität Lüneburg | Fakultät Nachhaltigkeit | Institut für Nachhaltigkeitssteuerung | Universitätsallee 1 | 21335 Lüneburg | Deutschland | +49 4131 6771963 | beate.friedrich@uni.leuphana.de

Dr. Sarah K. Hackfort | IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung | Berlin | Deutschland | s.hackfort@izt.de

© 2018 B. Friedrich, S. K. Hackfort; licensee oekom verlag. This is an article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Biotechnologien kommen kann (Steinbrecher 2015, Lareau et al. 2017, Schaefer et al. 2017 a, b, c). Außerdem wird angeführt, dass Risiken für die menschliche Gesundheit nicht abschließend geklärt seien und bedacht werden müssten (BfN 2017). Allerdings diskutiert selbst die bislang Gentechnik ablehnende Ökolandwirtschaft, inwieweit die neuen Biotechnologien Potenziale für eine nachhaltige Landwirtschaft bieten, zum Beispiel um den Einsatz von Kupfer zu reduzieren.¹ Kritische Stimmen dagegen warnen vor einer neuen „Gentechnik durch die Hintertür“ mit ungeklärten Risiken und Nebenfolgen durch *off target effects* (ABL 2016, Roseboro 2017).

Wir werfen zunächst einen Blick zurück auf Konflikte um die „alte“ Gentechnik, um zukünftige Konflikte frühzeitig zu antizipieren. Anschließend skizzieren wir einige für die Nachhaltigkeitswissenschaften relevante Aspekte.

Pro und contra „neue Gentechnik“

Zwischen 2005 und 2008 wurde die gentechnisch veränderte Mais-sorte MON810 in Deutschland erstmalig kommerziell angebaut. Während der Konflikt um Forschung und Entwicklung sowie die politische Regulierung von Agro-Gentechnik vor 2005 überregional, also auf nationaler, europäischer und globaler Ebene geführt wurde, spitzte sich der Streit in der Zeit ab 2005 in den Anbauregionen zu (Abbildung 1). Zentraler Streitpunkt war das Nebeneinander von gentechniknutzender und -freier Landwirtschaft. Es ging um Abstandsregelungen sowie mögliche Verunreinigungen der gentechnikfreien Landwirtschaft. Gleichzeitig waren die Konflikte durch die Verlagerung der Entscheidungskompetenzen in die Anbauregionen gekennzeichnet. Einzelne Landwirt(inn)e(n) konnten über den Einsatz der Risikotechnologie entscheiden, wodurch soziale Konflikte in den Anbauregionen entbrannten und einzelne Landwirt(inn)e(n) zu Adressat(inn)en von Protesten und Aktionen des zivilen Ungehorsams wurden (Friedrich 2017). Im Frühjahr 2009 wurde schließlich der Anbau von MON810 aufgrund der (potenziellen) Schädlichkeit für Ökosysteme verboten.

Die Konflikte um die alte Gentechnik – und dies ist auch für die Anwendung der neuen landwirtschaftlichen Biotechnologien zu erwarten – sind sozial-ökologisch, ökonomisch und politisch bedingt: Strukturelle Zusammenhänge sind ebenso berührt wie die persönlichen und individuellen Handlungsspielräume der Beteiligten (Friedrich 2017). Bei den Auseinandersetzungen werden neben den rechtlichen und ethischen Fragen immer auch grundsätzliche politische Fragen der demokratischen Gestaltung von gesellschaftlichen Naturverhältnissen und Technologie sowie sozial-ökologische und ökonomische Dimensionen der Verteilung von Vorteilen und Belastungen verhandelt (Gottschlich und Hackfort 2016).

Die deutsche Öffentlichkeit erfuhr von den neuen landwirtschaftlichen Biotechnologien spätestens 2015, als das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit den von der US-amerikanischen Firma Cibus vertriebenen, unter Anwendung der ODM hergestellten Raps als nicht gentechnisch verändert ein-

stufte und Freilandversuche erlaubte. Ein Anbau in Deutschland wurde durch Klagen sowie eine Intervention der Europäischen Kommission zunächst verhindert. Auf EU-Ebene wird derzeit verhandelt, ob die neuen landwirtschaftlichen Biotechnologien als konventionelle Züchtungsmethoden zugelassen oder als Gentechnik eingestuft werden und damit unter das Gentechnikgesetz fallen, womit aufwendigere Zulassungsverfahren verbunden wären. Wie bei der Mutagenese, aber im Unterschied zur klassischen Gentechnik, ist beim GE die Anwendung im Nachhinein in der Regel nicht mehr nachweisbar. Strittig ist entsprechend, ob das (sich teilweise nicht von konventionellen Erzeugnissen unterscheidende) Endprodukt oder der Prozess maßgeblich für Bewertung und Zulassung ist (Wolter und Puchta 2017, S. 1 f.). Befürworter(innen) einer strikten Regulierung plädieren für eine Ausweitung der bestehenden Gentechnikgesetzgebung auf die neuen Verfahren. Sie argumentieren dafür, die Methoden der Risikobewertung den neuen Entwicklungen anzupassen und die neuen Biotechnologien auf Basis der Verfahren – und nicht (nur) des Produkts – zu beurteilen, um damit auch der Transparenz und den Informationsbedürfnissen der Öffentlichkeit gerecht zu werden (Krämer 2015, Steinbrecher 2015, Spranger 2017). Kritiker(innen) einer Regulierung argumentieren, dass in den Produkten keine Transgene, sondern nur einzelne zusätzliche Mutationen nachweisbar sind und kein höheres Risiko bestehe als bei Pflanzen, die mittels einer klassischen Mutagenese entwickelt worden seien (BVL 2017, Robiński und Wasmer 2018).

Eine abschließende Klärung in Bezug auf die neuen landwirtschaftlichen Biotechnologien des GE durch den Europäischen Gerichtshof steht noch aus. Ein EuGH-Urteil wird Ende Juli 2018 erwartet. In Deutschland wurde die Regulierung der Verfahren auch in Bezug auf eine anstehende Novellierung des deutschen Gentechnikgesetzes diskutiert. Der vor der Bundestagswahl zuletzt vorliegende Gesetzesentwurf hatte einen Zusatz zu den neuen landwirtschaftlichen Biotechnologien enthalten sowie den Vorschlag, dem Vorsorgeprinzip ein Innovationsprinzip gegenüberzustellen, um damit „nicht nur potenzielle Risiken, sondern auch die Innovationskonsequenzen der Regelung im Auge [zu] haben“ (Deutscher Bundestag 2017, S. 9). Der Koalitionsvertrag von CDU, CSU und SPD (2018, S. 83) will im Hinblick auf die neuen Techniken einerseits das Vorsorgeprinzip stärken, andererseits die Wahlfreiheit sichern. Sollten die neuen Techniken als Gentechnik kategorisiert werden, ist nach dem Vertrag ein bundesweites Anbauverbot vorgesehen. Falls nicht, können sich durchaus Zielkonflikte ergeben, wenn sich aus dem Postulat der Wahlfreiheit ein Recht darauf ableitet, die neuen landwirtschaftlichen Biotechnologien, die in einem Spannungsverhältnis zum Vorsorgeprinzip stehen, nutzen zu dürfen. Erfahrungen zeigen, dass das Koexistenzprinzip in Bezug auf den Anbau von MON810 zum Konflikt zwischen gentechnikfreier und -nutzender Landwirtschaft geführt hat.

¹ So plädiert etwa Urs Niggli, Direktor des Forschungsinstituts für biologischen Landbau (FiBL), in einem Interview mit der *taz* dafür, die Techniken differenziert zu beurteilen und nicht per se auszuschließen: www.taz.de/!5290509.

Forschungsperspektiven der interdisziplinären Nachhaltigkeitswissenschaften

Mit fortschreitender Entwicklung der neuen Technologien und auch im Hinblick auf die „Marktreife“ einiger Anwendungen stellen sich zunehmend Fragen nach Chancen und Risiken der neuen Verfahren. Dies liegt auch daran, dass in einem so frühen Stadium eines technologischen Innovationsprozesses nur eingeschränkt Aussagen über die konkreten Implikationen getroffen werden können. Wir beleuchten im Folgenden einige zentrale Aspekte, die sich aus einer Perspektive der sozial-ökologischen Forschung ergeben, um die neuen Technologien besser zu charakterisieren und ihre Wirkmächtigkeit und ihr Transformationspotenzial erfassen zu können.

Akteurskonstellation, Zugangsrechte und Zugangsbeschränkungen

Die alte Gentechnik war nicht zuletzt aufgrund ihrer hohen Kosten vorwiegend der Agrarindustrie, also großen landwirtschaftlichen Betrieben vorbehalten (Wiold et al. 2010) und stand entgegen ihrer Versprechen in der Kritik, wenig zu einer nachhaltigen Entwicklung beizutragen (Then 2015). GE-Verfahren sollen hier ein neues Zeitalter einläuten. So wird von einer potenziellen Demokratisierung der Biotechnologie durch die neuen kostengünstigen und prinzipiell allen zugänglichen Verfahren gesprochen (Sauter et al. 2015, S. 250).² Durch den erleichterten Zugang besteht die Möglichkeit, dass klein- und mittelständische Unternehmen in den Markt einsteigen und sich so Akteurs- und Konfliktkonstellationen verändern. Im Hinblick auf die neuen gentechnischen Verfahren ergeben sich zahlreiche Fragen: Werden zunehmend kleine und mittelständische Unternehmen aktiv? Wird dadurch das Verfahren demokratischer? Wie wird sich die Verteilung von Patenten und Wissensbeständen entwickeln? Und welche Diskurs- und Marketingstrategien gehen mit der Verbreitung der neuen Technologien einher?

Für die ökologische Land- und Lebensmittelwirtschaft ergeben sich weitere Fragen: Falls die Techniken unter das Gentechnikrecht fallen, wird sich die Branche dann für oder gegen die Verwendung entscheiden? Und falls sie als Gentechnik reguliert werden, kann und wird die Branche weiterhin am Postulat der Gentechnikfreiheit festhalten?

Konflikte, Akzeptanz und demokratische Technikgestaltung

Insgesamt sind bereits jetzt Konflikte absehbar. Studien zeigen, dass das Interesse und das Wissen der deutschen Bevölkerung zum Thema bislang gering ist (BfR 2017, S. 19). Es ist jedoch mit zunehmender Kritik der organisierten Zivilgesellschaft und der Verbraucher(innen) zu rechnen. In Regionen, in denen schon die Konflikte um den Anbau von MON810 und um die Freisetzung-

versuche zu Forschungszwecken im Bereich der alten Gentechnik vehement geführt wurden (Friedrich 2017), organisieren Akteur(inn)e(n) heute Informationsveranstaltungen zu den neuen biotechnologischen Verfahren. Hier gilt es frühzeitig zu analysieren, welche Konflikte in den Regionen, in denen die neuen Technologien angewandt werden sollen, zu erwarten sind. Vor allem ist dabei zu fragen, wie die Konflikte reguliert werden können, sollten die neuen Technologien nicht als Gentechnik eingestuft werden und die Pflanzen und Produkte keiner Kennzeichnungspflicht unterliegen. Was geschieht im Fall von (dann schwer nachweisbaren) Verunreinigungen? Können Haftungsansprüche geltend gemacht werden? Treffen die neuen Verfahren und Produkte, bei denen eine gentechnische Veränderung nicht mehr nachweisbar ist, auf mehr oder weniger Akzeptanz in der Bevölkerung als die alte Gentechnik?

Internationale Regulierung und Governance

Auch internationale Regulierungskonflikte zeichnen sich ab. In den anderen EU-Ländern haben die neuen landwirtschaftlichen

>

ABBILDUNG 1: Streitpunkt Gentechnik: Aus den regionalen Konflikten um die „alte Gentechnik“, wie beim Anbau von gentechnisch verändertem Mais, lässt sich für die Konflikte um die neuen Techniken lernen.



© Beate Friedrich

² Tatsächlich sind inzwischen Do-it-yourself-Kits zu erwerben, die damit beworben werden, „Gentechnik für jedermann zugänglich zu machen“ (ZKBS 2017).

Biotechnologien derzeit den gleichen Status wie in Deutschland: Eine rechtliche Einstufung ist noch zu klären und zu einem möglichen Anbau wird es erst nach Klärung auf EU-Ebene kommen. In den USA dagegen sind sie schon im Einsatz und einige Pflanzen wurden nicht als gentechnisch veränderte Organismen (GVO) eingestuft.³ Wie wirkt sich dies auf Handelsbeziehungen aus, wenn dort Produkte auf dem Markt sind, die nicht den europäischen Zulassungsstandards entsprechen (auch in Bezug auf die Risikobewertung)?

Welche Konflikte diese Technologien international bereits erzeugen, zeigt auch die Auseinandersetzung im Rahmen der UN-Biodiversitätskonvention, in der Agrar- und Industrieländer um die Definition und Regulierung der neuen Verfahren ringen (CBD 2015). Unterschiedliche institutionelle Abkommen im internationalen Mehrebenensystem können hier in Konflikt geraten, etwa wenn es um Rechte an geistigem Eigentum oder um internationalen Vorteilsausgleich im Zugang zu genetischen Ressourcen geht. Schon jetzt zeichnet sich ab, dass der nationale Rahmen sich hier als zu begrenzt erweisen wird, um Regulierungsprobleme und Konflikte auszuhandeln und zu lösen.

Verteilungskonflikte und ökonomische Effekte

Schließlich müssen frühzeitig Verteilungskonflikte antizipiert werden. Mit den Akteurskonstellationen verändern sich potenziell auch Märkte und Branchen. Den neuen Techniken wird ein hohes transformatives Potenzial für globalisierte Wirtschaftssektoren nicht nur in der Landwirtschaft zugeschrieben. Neben zunehmenden sozial-ökologischen Verteilungs- und Eigentumskonflikten über Land, geistiges Eigentum an genetischen Ressourcen und Patente durch neue Wertschöpfungsketten werden ökonomische Verluste und hohe soziale Kosten in einzelnen Wirtschaftszweigen im „globalen Süden“ befürchtet, etwa wenn landwirtschaftliche Exportprodukte durch industriell erzeugte kostengünstigere Substitute (zum Beispiel Vanille, Safran) verdrängt werden (ETC Group 2013). Vor allem NGOs kritisieren, dass der Wandel transnationaler Wertschöpfungsketten und sozialer (Ungleichheits-)Verhältnisse bisher noch kaum wissenschaftlich untersucht oder politisch verhandelt worden sind. Hier stellt sich aus sozial-ökologischer Perspektive die Frage, wie sich die neuen Technologien und ihre Anwendungen auf die direkte Landnutzung im „globalen Süden“ oder auf (globale und transnationale) Wertschöpfungsketten und Arbeitsverhältnisse auswirken.

Ausblick

Die neuen landwirtschaftlichen Biotechnologien sind nicht nur von zentraler gesellschaftlicher Bedeutung, sondern stellen auch die Wissenschaft vor neue Fragen. Die Nachhaltigkeitswissenschaften können an dieser Stelle Technologie- und Transformationsprozesse zwischen Vorsorge und Innovation kritisch reflektieren und diskutieren, welche Rolle dabei dem Prinzip des (Vor-)Sorgens zukommt (von Gleich und Petschow 2017). Chancen und Risiken neuer Technologien zu bewerten kann aber nicht allein

Aufgabe der Wissenschaft sein – es ist vor allem auch eine gesellschaftliche Herausforderung (Sarewitz 2015). Politisch scheint es uns geboten, Regulierungsformen zu finden, die größtmögliche Transparenz für Verbraucher(innen) gewähren, so dass tatsächlich Wahlfreiheit möglich ist. Die Techniken zunächst auf den Markt zu bringen und dann die sich möglicherweise selbstentwickelnde Logik lediglich zu begleiten, entspricht kaum einer verantwortungsvollen Governance zwischen Vorsorge und Innovation. Vielmehr wäre eine Kennzeichnungspflicht für die biotechnologischen Innovationen eine notwendige Voraussetzung. Aber auch Verantwortungszuschreibungen an einzelne Personen – Verbraucher(innen) oder Landwirt(inn)en – sind keine zukunftsfähige Lösung. Wir sollten aus den Konflikten um die alte Gentechnik lernen, auch um Tendenzen einer Individualisierung sowie Konflikte vor Ort zu vermeiden.

Es braucht eine politische und wissenschaftliche Debatte. Diese Debatte muss neben Fachexpert(inn)en und politischen Vertreter(inne)n auch die Zivilgesellschaft und soziale Bewegungen einschließen – und mehr sein als ein Instrument zur Akzeptanzbeschaffung. Eine wissenschaftliche Begleitung der Konflikte muss wiederum an die gesellschaftlichen Debatten anschließen und natur- und gesellschaftswissenschaftliche Perspektiven verbinden.

Catacora-Vargas et al. (2017) konstatieren im Bereich der klassischen Gentechnik ein Forschungsdesiderat in Bezug auf (auch langfristige) gesellschaftliche und soziale Folgen. Hier sind die Nachhaltigkeitswissenschaften gefragt. Für die neuen Techniken ist vor einer potenziellen Anwendung zu klären, welche Rolle sie als technologische Innovationen auf dem Weg in eine nachhaltige Entwicklung spielen können und sollen, inwieweit sie mithin gesellschaftlich verantwortungsvolle Innovationen sind (Zwart et al. 2014) und in welchem Rahmen sie tatsächlich agrarpolitische, -ökonomische und -ökologische Probleme lösen können.

Literatur

- ABL (Arbeitsgemeinschaft bäuerliche Landwirtschaft e.V.). 2016. *Keine Gentechnik durch die Hintertür!* www.abl-ev.de/fileadmin/Dokumente/AbL_ev/Gentechnikfrei/Hintergrund/AbL-Positionspapier_neue_GenT-Verfahren_Febr_2016_a.pdf (abgerufen 08.03.2018).
- BfN (Bundesamt für Naturschutz). 2017. *Hintergrundpapier zu Neuen Techniken. Neue Verfahren in der Gentechnik: Chancen und Risiken aus Sicht des Naturschutzes.* www.bfn.de/fileadmin/BfN/agrogentechnik/Dokumente/17-07-3_Hintergrundpapier_Neue_Techniken_end_online_barrierefrei.pdf (abgerufen 08.03.2018).
- BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung). 2017. *Durchführung von Fokusgruppen zur Wahrnehmung des Genome Editings (CRISPR/Cas9).* Berlin: BfR.

3 Dort werden derzeit Zulassungen durch die im Landwirtschaftsministerium zuständige Behörde von Fall zu Fall geprüft. Maßstab der Bewertung ist dabei „the nature of the products, rather than the process in which they were produced“: www.loc.gov/law/help/restrictions-on-gmos/usa.php. Zudem gibt es einzelne Produktgruppen oder -kategorien, die nicht regulativ erfasst und als konventionell zugelassen werden (e-CFR 2018, USDA 2018 a, b, Waltz 2018).

- BVL (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit). 2017. *Wissenschaftlicher Bericht zu den neuen Techniken in der Pflanzenzüchtung und der Tierzucht und ihren Verwendungen im Bereich der Ernährung und Landwirtschaft*. Berlin: BVL.
- Catacora-Vargas, G., R. Binimelis, A. I. Myhr, B. Wynne. 2017. Socio-economic research on genetically modified crops: A study of the literature. *Agriculture and Human Values* 9/1: 91.
- CBD (Secretariat of the Convention on Biological Diversity). 2015. *Synthetic biology*. Technical Series 82. Montreal: CBD.
- CDU, CSU, SPD. 2018. *Koalitionsvertrag: Ein neuer Aufbruch für Europa. Eine neue Dynamik für Deutschland. Ein neuer Zusammenhalt für unser Land. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD. 19. Legislaturperiode*. Berlin. www.bundesregierung.de/Content/DE/StatistischeSeiten/Breg/koalitionsvertrag-inhaltsverzeichnis.html.
- Courtier-Orgozo, V., B. Morizot, C. Boëte. 2017. *Agricultural pest control with CRISPR-based gene drive: time for public debate: Should we use gene drive for pest control?* <http://embor.embopress.org/content/early/2017/05/16/embr.201744205> (abgerufen 02.05.2018).
- Cyranski, D. 2015. Super-musculy pigs created by small genetic tweak: Researchers hope the genetically engineered animals will speed past regulators. *Nature* 523: 13–14.
- Deutscher Bundestag. 2017. *Sachstand: Das Innovationsprinzip*. WD 5 – 3000 – 106/16. www.bundestag.de/blob/487670/cda05a4abdb39a9a58f9a3061ee22db2/wd-5-106-16-pdf-data.pdf (abgerufen 06.10.2017).
- e-CFR (Electronic Code of Federal Regulations). 2018. *Title 7, Subtitle B, Chapter III, Part 340, § 340.1: Part 340 – Introduction of organisms and products altered or produced through genetic engineering which are plant pests or which there is reason to believe are plant pests*. www.ecfr.gov/cgi-bin/retrieveECFR?gp=&SID=a6a9f534cfd176d4ad12c83ab6e09023&mc=true&n=pt7.5.340&r=PART&ty=HTML (abgerufen 07.03.2018).
- ETC Group. 2013. *Synthetic biology: The bioeconomy of landlessness and hunger*. www.etcgroup.org/content/synthetic-biology-bioeconomy-landlessness-and-hunger (abgerufen 02.05.2018).
- Friedrich, B. 2017. „Der ganze Landkreis komplett in Aufruhr“. Konflikte um Agro-Gentechnik 2005 bis 2009: Theoretische Perspektiven und empirische Ergebnisse. *Zeitschrift für Agrargeschichte und Agrarsoziologie* 65/1: 75–89.
- Gottschlich, D., S. K. Hackfort. 2016. Zur Demokratisierung gesellschaftlicher Naturverhältnisse. Warum die Perspektiven der Politischen Ökologie dafür unverzichtbar sind. *Politische Vierteljahresschrift* 57/2: 300–323.
- Krämer, L. 2015. *Legal questions concerning new methods for changing the genetic conditions in plants*. www.testbiotech.org/sites/default/files/Kraemer_Legal%20Questions_new%20methods_0.pdf (abgerufen 08.03.2018).
- Lareau, C. et al. 2017. „Unexpected mutations after CRISPR-Cas9 editing in vivo“ are most likely pre-existing sequence variants and not nuclease-induced mutations. www.biorxiv.org/content/biorxiv/early/2017/07/05/159707.full.pdf (abgerufen 08.03.2018).
- Ozuna, C. V., F. Barro. 2017. Safety evaluation of transgenic low-gliadin wheat in *Sprague Dawley* rats: An alternative to the gluten free diet with no sub-chronic adverse effects. *Food and Chemical Toxicology* 107/Pt A: 176–185.
- Robiński, J., M. Wasmer. 2018. Produkte gezielter Mutagenese sind keine GVOs gemäß Art. 3 i.V.m. Anhang I B der Richtlinie 2001/18/EG. *Journal of Consumer Protection and Food Safety* 2/3: 1–4.
- Roseboro, K. 2017. *GMOs 2.0: New technologies, new risks, and no regulations*. <http://non-gmoreport.com/articles/gmos-2-0-new-technologies-new-risks-no-regulations> (abgerufen 07.03.2018).
- Sarewitz, D. 2015. CRISPR: Science can't solve it. *Nature* 522: 413–414.
- Sauter, A. et al. 2015. *Synthetische Biologie: die nächste Stufe der Bio- und Gentechnologie*. Arbeitsbericht 164. Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag.
- Schaefer, K. A. et al. 2017 a. *Response to Editas and Intellia: Unexpected mutations after CRISPR-Cas9 editing in vivo*. www.biorxiv.org/content/biorxiv/early/2017/07/23/154450.full.pdf (abgerufen 08.03.2018).
- Schaefer, K. A., B. W. Darbro, D. F. Colgan, S. H. Tsang, A. G. Bassuk, V. B. Mahajan. 2017 b. *Corrigendum and follow-up: Whole genome sequencing of multiple CRISPR-edited mouse lines suggests no excess mutations*. <https://www.biorxiv.org/content/biorxiv/early/2018/03/26/154450.full.pdf> (abgerufen 08.06.2018).
- Schaefer, K. A., W.-H. Wu, D. F. Colgan, S. H. Tsang, A. G. Bassuk, V. B. Mahajan. 2017 c. Unexpected mutations after CRISPR-Cas9 editing in vivo. *Nature Methods* 14/6: 547–548.
- Spranger, T. M. 2017. *Rechtsgutachten. Umfassende Untersuchung verschiedener europäischer Richtlinien und Verordnungen in Bezug auf ihre Möglichkeit der Regulierung von Umweltauswirkungen Neuer Techniken neben dem Gentechnikrecht*. Bonn: Bundesamt für Naturschutz.
- Steinbrecher, R. A. 2015. *Genetic engineering in plants and the „new breeding techniques (NBTs)“: Inherent risks and the need to regulate*. www.econexus.info/sites/econexus/files/NBT%20Briefing%20-%20EcoNexus%20December%202015.pdf (abgerufen 06.10.2017).
- Then, C. 2015. *Handbuch Agro-Gentechnik: Die Folgen für Landwirtschaft, Mensch und Umwelt*. München: oekom.
- USDA (United States Department of Agriculture). 2018 a. *Regulated article letters of inquiry*. www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/biotechnology/am-i-regulated/Regulated_Article_Letters_of_Inquiry (abgerufen 07.03.2018).
- USDA. 2018 b. *Secretary perdue issues USDA statement on plant breeding innovation*. Press release 0070.18. www.usda.gov/media/press-releases/2018/03/28/secretary-perdue-issues-usda-statement-plant-breeding-innovation (abgerufen 06.06.2018).
- von Gleich, A., U. Petschow. 2017. *Aktuelle Diskussion um die Einführung eines Innovationsprinzips und das Verhältnis zum Vorsorgeprinzip*. Berlin: Institut für ökologische Wirtschaftsforschung.
- Waltz, E. 2018. With a free pass: CRISPR-edited plants reach market in record time. *Nature Biotechnology* 36/1: 6–7.
- Wield, D., J. Chataway, M. Bolo. 2010. Issues in the political economy of agricultural biotechnology. *Journal of Agrarian Change* 10/3: 342–366.
- Winter, G. 2017. Alte und neue Kämpfe ums Gentechnikrecht. *GAIA* 26/2: 73–160.
- Wolter, F., H. Puchta. 2017. Knocking out consumer concerns and regulator's rules: Efficient use of CRISPR/Cas ribonucleoprotein complexes for genome editing in cereals. *Genome Biology* 18/1: 43.
- ZKBS (Zentrale Kommission für die Biologische Sicherheit). 2017. *Do-it-yourself-Biologie – Gentechnik für jedermann?* www.bvl.bund.de/ZKBS/DE/03_Fokusthemen/DIY-Biologie/DIY-Biologie_node.html (abgerufen 22.09.2017).
- Zwart, H., L. Landeweerd, A. van Rooij. 2014. Adapt or perish? Assessing the recent shift in the European research funding arena from „ELSA“ to „RRI“. *Life Sciences, Society and Policy* 10: 11.

Eingegangen am 25. Oktober 2017; überarbeitete Fassung
angenommen am 30. April 2018.

Beate Friedrich



Geboren 1981 in Freiburg im Breisgau. Studium der Umweltwissenschaften, Promotion 2015 an der Leuphana Universität Lüneburg. Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Nachhaltigkeitssteuerung, Leuphana Universität Lüneburg. Forschungsschwerpunkte: sozial-ökologische Forschung, gesellschaftliche Natur- und Geschlechterverhältnisse, Konflikte um landwirtschaftliche Bio- und Gentechnologien, nachhaltige Raum- und Regionalentwicklung.

Sarah K. Hackfort



Geboren 1982 in Berlin. Studium der Politikwissenschaften, Promotion 2014 an der Universität Kassel in Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Forschungsleiterin für das Cluster *Nachhaltigkeit und Transformation* am IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung. Forschungsschwerpunkte: Technologie- und Ressourcenpolitik, sozial-ökologische Transformationsprozesse und politische Ökologie.