

## Bioökonomie: Vom Waren-Wert des Lebens



### Einleitung

Der Begriff Bioökonomie wird seit einigen Jahren zunehmend populär und bezeichnet eine Wirtschafts(re)form, welche vor allem für zwei Hoffnungen steht: Zum einen soll sie es ermöglichen, die ressourcenverbrauchende Kohlenstoffwirtschaft des Industriezeitalters zu evolutionieren - sprich: von fossilen auf nachwachsende Energieträger zu wechseln. Zum andern soll es so aber gleichzeitig gelingen, die Erfolgsgeschichte der Wohlstandsproduktion in einer Wachstumsökonomie fortzuführen (vgl. BMEL 2014).

Bioökonomie im erweiterten Sinne umfasst nicht nur die Verwertung von Pflanzen und Biomasse, sondern auch Tiere und letztlich den Menschen. So kann der Begriff auch als eine umfassende Verwertungsstrategie jeglicher Lebensformen verstanden werden (Gottwald/Krätzer 2014).

Aktuell befinden sich viele Forschungseinrichtungen und Biotechnologie-Firmen in Aufbruchsstimmung. Ein wesentlicher Grund dafür sind neue Technologien wie das Gene Editing. Diese Verfahren sollen eine präzisere und radikalere Veränderung des Erbguts ermöglichen als bisherige Gentechnikverfahren. Im Wettbewerb um Forschung, Entwicklung und Vermarktung bringen sich die Akteure in Stellung und müssen - um ihre Position zu stärken - (fast) alles technisch Mögliche auch versuchsweise umsetzen. Die von Investoren getriebenen Geschäftsinteressen resultieren in einem Warenangebot, über dessen Risiken, gesellschaftlichen Nutzen und soziale Erwünschtheit ebenso diskutiert werden muss wie über ethische Fragen. Zum Beispiel: Sollen für Produkte wie Äpfel, deren Schnittfläche weniger schnell braun wird, die Risiken der Gentechnik und die unkontrollierte Ausbreitung gentechnisch veränderter Organismen (GVO) in Kauf genommen werden? Sollen wirtschaftliche Anreize geschaffen werden, die dazu führen, dass immer mehr Tierversuche mit gentechnisch veränderten Tieren durchgeführt werden? Soll die gentechnische Optimierung des Menschen bis zur Praxisreife entwickelt werden?

Im Hinblick auf die wirtschaftliche Verwertung von Leben und den Erwartungen der Investoren entsteht eine ganze Reihe von

Problembereichen, von denen im Folgenden drei skizziert werden.

## Die Produktion von Risiken

Spätestens seit Ulrich Becks Zeitdiagnose der Risikogesellschaft und der nuklearen Katastrophe von Tschernobyl 1986 ist hinlänglich bekannt und nachvollziehbar dargelegt, dass Modernisierung und Technologisierung zwar einerseits Wohlstand und Reichtum zu produzieren imstande sind, andererseits aber auch systematisch die Produktion von Risiken damit einhergeht (vgl. Beck 1986, S. 25). Kurz: Bei Risikotechnologien geht mit der intendierten Wohlstandsproduktion auch systematisch die nichtintendierte Produktion neuer Risiken einher.

Diese mitproduzierten Risiken gefährden ihrerseits dann den Wohlstand, für dessen Herstellung man bereit ist oder war, sie einzugehen. Wohlstand und Risiko stehen somit in einem dialektischen Verhältnis zueinander: Während Wohlstand realisiert, erstrebt und erwünscht wird, sollen "die systematisch mitproduzierten Risiken und Gefährdungen verhindert, verharmlost [?] und [?] so eingegrenzt und wegverteilt werden, dass sie weder den Modernisierungsprozess behindern noch die Grenzen des (ökologisch, medizinisch, psychologisch, sozial) 'Zumutbaren' überschreiten" (Beck 1986, S. 26).

Ganzheitlich und rational betrachtet, müsste im Bezug auf jede Einführung einer neuen Risikotechnologie stets eine gesellschaftliche Abwägung zwischen dem versprochenen Zugewinn und den potentiellen Risiken stattfinden. In der gegenwärtigen Realität stellt sich dies aber völlig anders dar: Wirtschaftliche Akteure müssen von neuen Technologien stets so schnell wie möglich Gebrauch machen, um sich möglichst eine Vormachtstellung auf dem (neuen) Markt zu sichern. Der enorme Konkurrenzdruck in Forschung und Wirtschaft hat zur Folge, dass, wer sich auch nur ansatzweise ernsthaft mit den einhergehenden Risiken befasst und das eigene Handeln hinterfragt, sofort "aus dem Rennen" ist. Die Kräfte des Marktes führen so dazu, dass immer größere Risiken in Kauf genommen werden, um konkurrenzfähig zu bleiben.

Neben der Tatsache, dass wirtschaftliche Akteure, um erfolgreich zu sein, gar nicht anders können, als immer größere Risiken in Kauf zu nehmen, gibt es aus unternehmerischer Sicht noch einen weiteren Grund für Risikofreude: Die Gewinne, auch die mittels Hochrisiko-Technologien erwirtschafteten, kommen den Unternehmen zu. Die systematisch mitproduzierten Risiken dagegen können oft gar nicht "lokal und gruppenspezifisch begrenzt werden, sondern enthalten eine Globalisierungstendenz, die [?] nationalstaatliche Grenzen unterläuft und [?] klassenspezifisch [?] [ist]" (Beck 1986, S. 17-18). Kurz: Während die mittels Risikotechnologien erwirtschafteten Gewinne in private Kassen fließen, müssen etwaige Kosten für die Risikofolgen dann meist von Gesellschaft und Natur getragen werden.

Angesichts dieser Bedingungen ist es kaum verwunderlich, dass diverse Akteure nun sogar erreichen wollen, dass mit neuen Gentechnikverfahren wie Gene Editing manipulierte Pflanzen und Tiere ohne Zulassungsverfahren freigesetzt und daraus gewonnene Lebensmittel und das Saatgut ohne Kennzeichnung auf den Markt kommen können.

### Risiken der Gentechnik

Bei der Gentechnik blickt man mittlerweile auf 20 Jahre der kommerziellen Anwendung zurück. Man sieht, dass sich mit gentechnisch verändertem Saatgut hohe Gewinne erzielen lassen und kurzfristig auch die Erträge gesteigert werden können. Man sieht aber auch negative Auswirkungen, wie beispielsweise eine wachsende Marktkonzentration, eine immer größere Abhängigkeit der Landwirte und eine steigende Belastung von Umwelt und Lebensmitteln mit Herbiziden und deren Rückständen. Dies gilt insbesondere für den in manchen Ländern weit verbreiteten Einsatz von Gentechnik-Pflanzen, die gegen den Einsatz von Herbiziden resistent gemacht wurden. Da mit der Zeit auch die Unkräuter Resistenzen gegen Ackergifte entwickelten, ist derzeit eine Art "Wettrüsten" auf dem Acker zu beobachten: Zum Anbau der Gentechnikpflanzen werden immer mehr Spritzmittel benötigt (Benbrook 2016). Damit werden Umwelt und Artenvielfalt geschädigt und das Risiko gesundheitlicher Schäden erhöht.

### Gesundheitliche Risiken

Inwieweit der Verzehr gentechnisch veränderter Pflanzen die Gesundheit von Mensch und Tier beeinträchtigt, lässt sich nicht eindeutig sagen. Die meisten der zugelassenen Pflanzen wurden nie in geeigneten Fütterungsversuchen auf gesundheitliche Risiken überprüft. Sind die Pflanzen aber einmal zugelassen, fehlen geeignete Systeme zur Überwachung der gesundheitlichen Auswirkungen ihres Verzehrs. Auch die EU-Kommission musste 2005 zugeben, dass aufgrund fehlender Daten "im Hinblick auf häufige chronische Krankheiten wie Allergien und Krebs keinerlei Aussage darüber getroffen werden kann, ob die Einführung gentechnisch veränderter Produkte irgendwelche Effekte auf die menschliche Gesundheit hatte" (vgl. European Communities 2005). Daran hat sich in den letzten Jahren nichts geändert.

Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen jedenfalls immer deutlicher, wie eng lebendige Organismen über das Netzwerk von Mikroorganismen verbunden sind: Pflanzen, Tiere und Menschen sind untrennbar mit ihrem Mikrobiom (u. a. Mikroorganismen, die im Darm von Mensch und Tier und im Wurzelbereich von Pflanzen in Symbiose leben) verbunden. Die Mikrobiome von Mensch, Tier und Pflanzen stehen ihrerseits in beständigem Austausch (zum Überblick siehe Kegel 2015). Dabei geht es nicht nur um die Zurverfügungstellung von Nährstoffen, sondern um vielfältige Formen biologischer Kommunikation und Wechselwirkungen, die bisher nur zum Teil bekannt sind. So wird angenommen, dass biologisch wirksame Botenstoffe, die von Pflanzen oder Mikroorganismen stammen, beim Menschen in die Regulierung bestimmter Gene eingreifen können (vgl. bspw. Zhang et al. 2012).

Angesichts des insgesamt noch immer sehr lückenhaften Wissens über lebendige Organismen, deren Interaktion miteinander und der Komplexität von Leben im allgemeinen, ist es unausweichlich, dass mit gentechnischen Eingriffen neben den erzielten intendierten Resultaten, auch diverse nichtintendierte Effekte einhergehen, die ein erhebliches Risikopotential bergen.

## **Umweltrisiken**

Auch das Risikopotential der Gentechnik im Hinblick auf potentielle Umweltschäden ist erheblich. Wir wissen das unter anderem aus der Geschichte der Ausbreitung von Krankheitserregern, dem Auftreten von invasiven Arten und der Zerstörung der biologischen Vielfalt durch falsche landwirtschaftliche Praxis. Die Risiken der Gentechnik sind aber nur zum Teil deckungsgleich mit diesen Risiken. Mit gentechnisch veränderten Pflanzen werden beispielsweise keine neuen invasiven Arten geschaffen, sondern die biologischen Eigenschaften innerhalb einer Art verändert. Um die neuen Eigenschaften zu implantieren, werden die natürlichen Mechanismen der Vererbung und Genregulierung umgangen. Dadurch kann eine Art invasiver oder auch anfälliger gegenüber Krankheiten werden oder die ökologischen Systeme destabilisieren, weil sie beispielsweise bestäubende Insekten gefährdet. Instabil kann auch das Erbgut der Art selbst werden: Unter Stresseinwirkungen, wie sie unter anderem im Rahmen des Klimawandels auftreten, kann sich die Genfunktion und Genregulation ganz anders verhalten als unter "Normalbedingungen" (vgl. bspw. Zeller et al. 2010).

Verschiedenen Gentechnik-Pflanzen ist der Sprung in natürliche Populationen bereits geglückt. Sie entziehen sich so der weiteren Kontrolle. Die Folgen einer Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen, deren Ausbreitung nicht kontrolliert werden kann, lassen sich nicht verlässlich prognostizieren. In einem derartigen Fall müssten bei einer Risikoabschätzung evolutionäre Dimensionen berücksichtigt werden. Evolutionäre Prozesse führen aber dazu, dass sich auch Ereignisse mit geringer Wahrscheinlichkeit realisieren können (vgl. Breckling 2013). Das macht eine verlässliche Risikoabschätzung unmöglich. Zugleich gibt es keine ausreichend verlässlichen Möglichkeiten einzugreifen, sollten die betreffenden Organismen tatsächlich Schäden verursachen.

Leben in seinen bestehenden Formen ist ein Kontinuum mit seinem Ursprung, der Milliarden Jahre zurückliegt. Der Philosoph Karl Popper drückte das so aus: "Die Urzelle lebt noch immer. Wir alle sind die Urzelle [?]. Die Urzelle hat vor Milliarden von Jahren begonnen, und die Urzelle hat in Form von Trillionen von Zellen überlebt. Und sie lebt noch immer, in jeder einzelnen aller der jetzt lebenden Zellen. Und alles Leben, alles was je gelebt hat und alles was heute lebt, ist das Resultat von Teilungen der Urzelle. Es ist daher die noch lebende Urzelle" (Popper 1987, S. 24). Wir haben aber heute erstmals die technischen Möglichkeiten, Zellen zu schaffen, die sich erheblich von denen unterscheiden, die aus der "Urzelle" hervorgegangen sind. Wir können Leben schaffen, das die weitere Entwicklung der bestehenden Lebensformen, deren Selbstregulation und Selbstorganisation sowie die ökologischen Netzwerke verändert, stört oder gar zerstört. Vieles spricht dafür, dass wir am Beginn einer neuen gigantischen "Umweltverschmutzung" stehen: Die unkontrollierte Ausbreitung von technisch kreierte Erbgut in der Biosphäre des Planeten

Erde.

Im Vorwort zu seinem Buch "Auf der Suche nach einer besseren Welt" schreibt Karl Popper (Popper 1987): "Alles Lebendige sucht nach einer besseren Welt". Er propagiert so eine Sichtweise der Evolution, die das Lebendige als eine aktiv gestaltende Kraft begreift, die sich selbst und ihre Umwelt in beständiger Wechselwirkung weiterentwickelt. Die eindimensionale Vorstellung über die Mechanismen der Evolution wird ergänzt um eine zweite Dimension: Neben dem Selektionsdruck, der von außen auf die biologische Vielfalt einwirkt, wirke auch ein Selektionsdruck von innen, der die Lebewesen dazu befähige, ihre Umwelt zu gestalten und auf ihre Bedürfnisse anzupassen. Die "zufällige" Mutation und die passive Selektion von Lebewesen erklären sich dann dadurch, dass Organismen auch aktive Problemlöser sind; Popper spricht davon, dass Leben regelrecht "Erfindungen" macht (Popper 1987, S. 26). Aus dieser Perspektive, welche den heute aktuellen Vorstellungen über die Mechanismen der Evolution sehr nahe kommt (vgl. bspw. Rehmann-Sutter 2017) ist der gentechnische Eingriff in die "Keimbahn" der biologischen Vielfalt nicht zu rechtfertigen. Nichts anderes aber tun wir, wenn wir es zulassen, dass gentechnisch veränderte Organismen ihr Erbgut in natürlichen Populationen verbreiten.

## Die Produktion von Tierleid

Von 2004 bis 2013 hat sich die Anzahl der Gentechnik-Tiere, die in Deutschland pro Jahr für Experimente eingesetzt werden, mehr als verdreifacht. 2015 erreichte die Zahl dieser Tiere erstmals mehr als eine Million Tiere. Getrieben wird diese Entwicklung ganz erheblich von wirtschaftlichen Interessen.

Die Geschäftsgrundlage dieser Form von Bioökonomie beruht auf einer grundlegenden Werteverstärkung: Die Abschaffung des Eigenwertes der Tiere und die Festsetzung eines Waren-Wertes, der sich aus dem Produktionsverhältnis von "Schöpfer" und dem von ihm "gemachten" Leben ableitet. Ausdruck findet dieses Produktionsverhältnis in der Erteilung von Patenten, die gentechnisch veränderte Tiere betreffen. Von derartigen Patenten wurden in Europa bereits über 1000 erteilt.

Patentanträge auf gentechnisch veränderte Tiere sind ein deutliches Zeichen dafür, dass Konzerne und Investoren bereit sind, aus Tierleid ein Geschäft zu machen: Die Laufzeit eines Patents beträgt 20 Jahre. In diesem Zeitraum soll das patentierte "Produkt" gewinnbringend verwertet werden. Zuletzt hatte das Europäische Patentamt sogar Einsprüche gegen Patente der US-Firma Intrexon auf gentechnisch veränderte Schimpansen zurückgewiesen.

Unter den Patentanmeldern finden sich nicht nur große Konzerne wie Hoffmann La Roche, Pfizer und Novartis, sondern auch Forschungseinrichtungen, die vom deutschen Steuerzahler finanziert werden. Darunter die Max-Planck-Gesellschaft und das Helmholtz-Zentrum. Diese haben unter anderem Patente auf nicht-menschliche, gentechnisch veränderte Primaten angemeldet.

Zudem werden von spezialisierten Firmen wie Recombinetics auch immer mehr Patente auf gentechnisch veränderte Nutztiere angemeldet. So sollen beispielsweise gentechnisch veränderte Kühe mehr Milch geben oder Schlachttiere schneller wachsen, um den wirtschaftlichen Interessen der industriellen Massentierhaltung besser zu entsprechen.

Die gentechnische Veränderung von Säugetieren ist ethisch nicht neutral, sondern führt in jedem Fall zu Leiden und Schmerzen. Für die Erzeugung einzelner gentechnisch veränderter Säugetiere müssen hohe Tierverluste in Kauf genommen werden, da viele Tiere aufgrund von Gen-Defekten nicht lebend geboren werden oder aber getötet werden müssen, weil sie krank oder nicht wie erwartet gentechnisch verändert sind. Zudem werden weitere Tiere als Leihmütter, Eizellen- oder Embryonen-Spender genutzt, was ebenfalls mit Leiden und Schmerzen verbunden ist.

Alle technischen Schritte wie die Insertion von DNA-Konstrukten in die Zellen, die Vermehrung der Zellen im Labor oder die Klonierung gentechnisch veränderter Tiere können zu unerwünschten Gen-Defekten und der Störung/Veränderung der Genregulierung (Epigenetik) der Tiere führen. So zeigen sich zum Beispiel bei geklonten Tieren oft Störungen der Epigenetik, die zu erheblichen gesundheitlichen Problemen führen können.

Insbesondere bei Nutztieren wie Kühen sind einige hundert Versuche nötig, um einzelne der "erwünschten" gentechnisch veränderten Tiere zu erhalten. Dabei werden in der Regel Klonverfahren als Zwischenschritte genutzt, die zusätzlich zu hohen Tierverlusten und Krankheitsraten führen. Die "erfolgreich" gentechnisch veränderten Tiere leiden oft lebenslang an ihren gewollten oder ungewollten Gen-Defekten oder auch an der Produktion von zusätzlichen Stoffwechselfprodukten, die ihren Organismus belasten.

Ein wesentlicher Treiber für die Zunahme von Tierversuchen sind neue Gentechnik-Verfahren, die mit Hilfe von Nukleasen (DNA-Scheren) eine gezieltere Veränderung des Erbguts erlauben sollen. Man spricht von Gene Editing oder Synthetischer Gentechnik. Allerdings sind diese Verfahren längst nicht frei von Nebenwirkungen, was aber oft behauptet wird. Zudem sind, wie schon bei den bisherigen Gentechnik-Verfahren, zahlreiche Zwischenschritte nötig, die zu einem erhöhten Tierverbrauch führen.

Der vermeintliche Vorteil der neuen Gentechnik-Verfahren schlägt bei genauerer Betrachtung ins Gegenteil um: Effizientere Methoden führen dazu, dass die Tierversuchszahlen weiter steigen. Die neuen Verfahren werden bei Versuchstieren in großem Maßstab eingesetzt. Verschiedene Firmen bieten an, Versuchstiere wie Mäuse und Ratten je nach Bestellung an jeder beliebigen Stelle im Erbgut mit synthetischer DNA zu manipulieren und diese Tiere innerhalb weniger Monate zu liefern. Die Anbieter bewerben entsprechende Versuchstiere beispielsweise als "kundenspezifisch manipulierte Nager".

Der tatsächliche medizinische Nutzen ist schwer zu bewerten. So haben "Tierversuchsmodelle", das heißt gentechnisch veränderte Tiere, mit denen bestimmte Krankheiten des Menschen simuliert werden sollen, in den meisten Fällen die in sie gesetzten Erwartungen nicht erfüllt. Auch die Züchtung von Gentechnik-Schweinen als Organspender wird seit über 20 Jahren betrieben - ohne dass bisher ein konkreter medizinischer Nutzen für den Menschen erkennbar wäre.

Dem gentechnischen Eingriff ins Erbgut scheinen kaum noch Grenzen gesetzt. 2010 wurde in der Zeitschrift Der Spiegel ein Versuch des US Forschers Georg Church vorgestellt, der sich ein ehrgeiziges Ziel gesetzt hat: "Er will Mäusen die Eigenschaften von Nacktmullen beibringen. Eines nach dem anderen tauscht er dazu die Gene der einen Spezies durch die der anderen aus - ein weltweit bisher einzigartiges Experiment. Wozu das Ganze gut sein soll? Ganz einfach erklärt der Forscher: Eine Maus sterbe meist schon nach zwei, drei Jahren. Ein Nacktmull dagegen lebe gut und gerne zehnmal so lange. Sei es da nicht spannend zu ergründen, worin der Unterschied liege?" (Grolle 2010).

Wäre es wirklich ethisch vertretbar, das Erbgut einer Maus in das eines Nacktmulls oder das eines Elefanten in das von Mammuts "umzuschreiben", wenn wir technisch dazu in der Lage wären? Nur weil wir es spannend finden? Oder weil man sich Profite erhofft? Bis heute gibt es jedenfalls keine Regelungen oder gar Verbote zum Schutz der genetischen Identität und Integrität von Säugetieren.

Sieht man die Entwicklung im Lichte der Ziele der EU, die seit Jahren die "Drei R"-Strategie (Replacement, Reduction and Refinement) als zentralen Ansatz zur Senkung der Tierversuchszahlen verfolgt, führt die aktuelle Entwicklung in die entgegengesetzte Richtung. Die Entwicklung steht auch im Gegensatz zu den gesetzlich definierten Zielen des Tierschutzes. In Deutschland genießt der Tierschutz durch seine Verankerung im Grundgesetz einen besonders hohen Stellenwert. Tierversuchen sind dadurch rechtlich enge Grenzen gesetzt. Sie müssen genehmigt werden und gelten nur dann als ethisch vertretbar, wenn sie auf das unerlässliche Maß beschränkt bleiben. Auch sind Tiere nach dem Wortlaut des Bürgerlichen Gesetzbuches keine Sachen. Doch die bestehenden Gesetze scheinen nicht ausreichend zu sein, um tatsächlich eine Trendumkehr zu bewirken.

Schrittweise Verbesserungen sind machbar:

- Der Prüfung und Entwicklung von Ersatzmethoden für Tierversuche ist ein wesentlich höherer Stellenwert einzuräumen.
- Patente auf Tiere und auf die Verwendung von Tieren in Tierversuchen sollten in Europa verboten werden.
- Gentechnische Experimente an bestimmten Tierarten wie Primaten sollten nicht mehr genehmigt werden.
- Gentechnische Veränderungen an Nutztieren zum Zwecke der Leistungssteigerung sollten ebenso verboten werden, wie der Import und die Vermarktung entsprechender Produkte von solchen Tieren.
- Um Tiere rechtlich noch deutlicher als bisher von Sachen zu unterscheiden, sollten man ihnen Rechte wie den Schutz der

genetischen Integrität einräumen.

## Die Produktion menschlichen Lebens

Auch in Bezug auf menschliches Leben gibt es längst konkrete Geschäftsideen die wohl dem Feld der Bioökonomie zugerechnet werden können. Hier sollen zwei Bereiche kurz vorgestellt werden: (1) Die Verwendung von Embryonen für medizinische Versuche und (2) die genetische Optimierung von Individuen.

(1) Die Menschenwürde steht einer Verwertung menschlichen Lebens für Forschungszwecke grundsätzlich entgegen. Für die Verwendung in entsprechenden Versuchen werden deswegen menschliche Lebensformen definiert, die keinen Anteil an der Menschenwürde haben sollen. Dazu gehören in Großbritannien beispielsweise menschliche Embryonen in den ersten Tagen nach der Befruchtung, vor dem Zeitpunkt, zu dem sie sich in die Plazenta einnisten.

Das Problem: Bei einem abgestuften Konzept der menschlichen Würde kann auch diskutiert werden, ob Menschsein bereits mit der Befruchtung, mit der Einnistung in der Gebärmutter oder aber erst mit der Geburt, mit dem ersten Lachen des Kindes oder sogar erst nach dessen erfolgreichem Schulabschluss beginnen soll und ob die Würde des Menschen endet, wenn das Gehirn abgestorben oder die Altersdemenz fortgeschritten ist. Das menschliche Leben kann jedenfalls in verschiedene Abschnitte unterteilt werden - und so könnten auch verschiedene Bereiche definiert werden, in denen die Menschenwürde nicht oder nur eingeschränkt gelten soll.

Die Entwicklung ist in vollem Gange: Anfang 2017 wurde in einer wissenschaftlichen Publikation darüber berichtet, dass ForscherInnen aus den USA, Spanien und Japan menschliche embryonale Stammzellen in Embryonen von Schweinen und Rindern eingeschleust haben. Diese menschlichen Zellen nahmen beim Schwein an der embryonalen Entwicklung teil und fanden sich danach in unterschiedlichen Gewebetypen der Embryos. Die Mischembryonen aus Mensch und Schwein wurden in die Gebärmutter von Schweinen eingepflanzt und konnten sich dort für drei bis vier Wochen weiterentwickeln. Die meisten dieser Embryonen zeigten deutliche Entwicklungsstörungen, einige jedoch erschienen scheinbar "normal". Ziel ist es, Tiere zu schaffen, die als "mensenähnliche" Organspender verwendet werden können (vgl. Reardon 2017). Dabei wird der Mensch selbst zunehmend zum Objekt von Laborexperimenten.

Die ethischen und rechtlichen Fragen in Zusammenhang mit derartigen Experimenten sind auch in Deutschland nicht ausreichend gesetzlich geregelt. Solche Versuche wären nach dem deutschen Embryonenschutzgesetz vermutlich sogar zulässig. Nach Artikel 7 des Gesetzes ist es zwar verboten, menschliche Embryonen zu derartigen Versuchen zu verwenden, es besteht aber eine Gesetzeslücke für den Fall, dass menschliche embryonale Zellen in Embryonen von Tieren übertragen werden. Auch die Geburt, die Existenz und die Haltung derartiger Mischwesen ist nicht ausdrücklich verboten, unabhängig davon, wie viel Mensch schließlich im Tier vorhanden ist.

(2) Auch die gezielte Optimierung menschlichen Lebens, hat das Stadium konkreter Geschäftsideen erreicht. Derzeit basieren diese Ideen auf Methoden zur Selektion, in Zukunft könnten diese durch Gene Editing ergänzt werden.

Ein Beispiel ist die genetische Selektion von Sportlern, ein Verfahren für das die australische Firma Genetic Technologies 2010 vom Europäischen Patentamt in München ein Patent erhielt (EP1546403). Die Patentinhaber haben ein Verfahren zur Auswahl von Personen mit einer speziellen genetischen Veranlagung für Ausdauer- und Hochleistungssportarten entwickelt. Dazu wurden unter anderem Blutproben von über hundert Elite-Sportlern, darunter 50 Olympia-Teilnehmer, ausgewertet. Weitere Testpersonen waren Blutspender, Kinder, Angehörige der Zulu, der australischen Aborigines und Erwachsene eines australischen Sportverbands. Der Gen-Test soll unter anderem bei der Auswahl von Kindern und Jugendlichen zur Anwendung kommen, die in professionelle Trainingsprogramme aufgenommen werden. Patentierte Verfahren zur Auswahl der Sportler und zur Optimierung von Trainingsprogrammen.

Die denkbaren Anwendungsgebiete sind vielfältig und zum Teil äußerst problematisch: Unter anderem könnte es zu einer frühzeitigen Auswahl von Embryonen bei der künstlichen Befruchtung kommen oder zu einer Partnerwahl, der ein Gen-Check

vorausgeht. Problematisch ist auch die Anwendung dieser Tests bei Schulkindern. Kinder mit den angeblich passenden genetischen Veranlagungen stehen unter einem hohen Erwartungsdruck. Zu befürchten ist eine Art "Zuchtauswahl" auf athletische oder andere erwünschte Anlagen. Dass dies nicht aus der Luft gegriffen ist, zeigen Vergleiche zwischen der Pferdezucht und der Auswahl menschlicher Athleten, die der Patentinhaber selbst formuliert hat:

"The information generated from such screenings would save the breeders and investors of horses (camels, dogs) a tremendous amount of time and money as well as identify the potential ability of an animal at an early stage of development. As with humans, the information generated from genotypic screening of a horse as well as other parameters (bloodlines etc.) may help to identify a potential elite athlete and/or design a better training regiment for a specific animal (e.g., a polo pony)" (Seite 7 der Patentschrift).

Während dieses Patent weitgehend unbeachtet von der Öffentlichkeit geblieben ist, fand die Erteilung eines US Patentes auf Auswahl von "Designer-Babys" eine breite kritische Öffentlichkeit: Im Oktober 2013 erhielt die Firma 23andMe in den USA ein Patent auf die Selektion von menschlichen Samen- und Eizellen (US8543339). Demnach sollen genetische Daten von Spendern erhoben werden und interessierten Eltern eine Auswahl nach Kriterien wie Augenfarbe, Langlebigkeit oder athletische Eigenschaften angeboten werden. Beide Patente folgen einer ähnlichen Logik bioökonomischer Interessen.

Für das Individuum werfen diese Entwicklungen schwerwiegende Identitätsfragen auf. "Das beunruhigende Phänomen ist das Verschwinden der Grenze zwischen der Natur, die wir sind, und der organischen Ausstattung, die wir uns geben" schrieb Jürgen Habermas 2001 in seinem Buch "Die Zukunft der menschlichen Natur" (S. 85). Sein Hauptargument geht in Richtung eines Instrumentalisierungsverbotes: "Verbessernde eugenische Eingriffe beeinträchtigen die ethische Freiheit insoweit, wie sie die betroffene Person an abgelehnte, aber irreversible Absichten Dritter fixiert und ihr damit verwehren, sich unbefangen als der ungeteilte Autor des eigenen Lebens zu verstehen" (ebd. 109). Die daraus resultierenden Folgen betreffen nicht nur das Individuum, sondern die Gesellschaft insgesamt und führen zu einer neuen Asymmetrie zwischen den Subjekten: "Bisher begegnen sich in sozialen Interaktionen nur geborene, nicht gemachte Personen" (ebd. 112).

Droht also der biotechnologisch optimierte Übermensch? Zumindest in Deutschland ist das Embryonenschutzgesetz eine hohe Hürde. Aber wie wird sich die politische Diskussion entwickeln, wenn neue Gentechnikverfahren wie die Verwendung der Nuklease CRISPR-Cas den gezielten Eingriff in das menschliche Erbgut machbar beziehungsweise vertretbar erscheinen lassen?

Der bereits zitierte George Church soll hier noch einmal zu Wort kommen. Church ist ein bekannter und erfolgreicher Protagonist der Gentechnik und der Synthetischen Biologie. Er ist nicht nur Autor vieler wissenschaftlicher Publikationen, sondern auch Firmengründer und Patentanmelder. Nicht nur für ihn scheinen Eingriffe ins menschliche Erbgut in greifbarer Nähe zu sein. Er denkt die Entwicklung aber schon einmal weiter. So schreibt er in einem 2012 erschienenen Buch:

"Diese Technologie könnte zur Herstellung eines Neandertalers verwendet werden, man würde vom Genom einer menschlichen Stammzelle ausgehen und dieses Stück für Stück in das Genom eines Neandertalers umbauen [?]. Wenn die Gesellschaft sich mit dem Klonen anfreundet und den Wert wahrer menschlicher Vielfalt erkennt, könnte die ganze Neandertaler-Kreatur mit Hilfe einer Schimpansen-Leihmutter oder mit Hilfe einer extrem mutigen menschlichen Frau geklont werden"(Church/Regis 2012, S. 11)

## Fazit: Verwertung vs. Eigenwert

Das Konzept Bioökonomie steht für ein großes Versprechen: Es soll ermöglichen, die menschliche Wirtschaftsweise nachhaltig zu gestalten, also so, dass die Natur und die natürlichen Lebensgrundlagen dauerhaft nicht zerstört werden um so gesellschaftlichen Wohlstand auch für nachfolgende Generationen zu ermöglichen (vgl. BMEL 2014). Zudem soll Bioökonomie - im erweiterten Sinne (s.o.) - helfen, Menschen gesünder und fitter zu machen.

Mit diesen Versprechen - der Bekämpfung von Hunger, Krankheit und Tod - besetzt die Bioökonomie einen wirkmächtigen Mythos. Zudem beruft sie sich auf die in der westlichen Welt fest verankerten Leitbilder von Fortschritt und Forschungsfreiheit. So erscheint sie vielen Zeitgenossen - nicht nur den Betreibern - als alternativlos.

Doch kommt, wie oben dargelegt, Technologien in diesem Kontext immer eine doppelte Rolle zu: Zum einen sollen sie einen Beitrag zum gesellschaftlichen Wohlstand leisten (intendierte Technikfolgen) und zum anderen gehen mit der Anwendung von Technologien immer auch diverse Nebenfolgen einher, welche den Wohlstand auch zu gefährden imstande sind (nichtintendierte Technikfolgen).

Angesichts der skizzierten Risiken und ethischen Folgen ergibt sich dringender, politischer Handlungsbedarf. Es muss deutlich gemacht werden, dass es im Bereich der Bioökonomie unterschiedliche Interessen gibt: Während aus der Sicht von Umwelt und VerbraucherInnen die Risikovermeidung im Vordergrund steht, werden Industrie und staatliche Einrichtungen ganz wesentlich von der Notwendigkeit zur Risikobereitschaft geleitet - gilt diese doch als eine notwendige Voraussetzung zur Förderung von neuen Technologien. Problematisch ist nun nicht, dass es hier unterschiedliche Perspektiven und Interessen gibt. Problematisch ist vielmehr, dass die notwendige Balance zwischen Risikobereitschaft und Risikovermeidung in den letzten Jahren und Jahrzehnten zunehmend verloren ging: Und zwar zugunsten einer extrem risikobereiten Innovationskultur.

Allgemein gesprochen bietet die Bioökonomie für eine Forschung, die konsequent auf den Schutz von Mensch, Tier und Umwelt ausgerichtet ist, kaum finanzielle Anreize. Damit fehlt aber innerhalb der Forschungslandschaft die Heterogenität wissenschaftlicher Kontroversen, auf die die Gesellschaft angewiesen ist, wenn sie vernünftige Entscheidungen hinsichtlich des Umgangs mit Risikotechnologien treffen will.

Das Problem lässt sich jedoch nicht auf ein Finanzierungsproblem bestimmter Forschungsrichtungen reduzieren. Vielmehr handelt es sich um grundlegende Aspekte bezüglich der Willensbildung und Entscheidungsfindung der Gesellschaft insgesamt. Denn um der Risikoreduktion eine gleiche Wertigkeit einzuräumen wie der Wohlstandsproduktion, ist es zunächst zwingend notwendig, dass die "Gefährdungslagen [?] 'wissenschaftlich geboren werden'" (Beck 1986, S. 45). Die gegenwärtige, immer stärker von Drittmitteln abhängige und zunehmend einseitig auf risikobereite Wohlstandsproduktion ausgerichtete Forschungslandschaft vermag dies keineswegs zu leisten.

Um die Balance zwischen Risikovermeidung und Risikobereitschaft zu verbessern, scheint eine Veränderung im Bereich der Governance entscheidend, die durch geeignete neue finanzielle Anreize ergänzt werden müsste. Konkret müsste die Perspektive der "Betroffenen" (Gesellschaft, Umwelt und VerbraucherInnen) im Bezug auf Entscheidungen über Projekte im Bereich der Risikoforschung gestärkt werden. Dieser Ansatz einer erweiterten Governance könnte durch eine Einbeziehung von Umwelt- und Verbraucherbänden in die Entscheidungsprozesse über Forschungsziele und Förderinstrumente realisiert werden.

Zudem bedarf es erheblicher finanzieller Anreize, um eine Forschung, die auf Risikovermeidung ausgerichtet ist, systematisch zu fördern. Sind diese finanziellen Anreize nicht ausreichend, um von der etablierten "Mainstream-Forschung" wahrgenommen zu werden, besteht die Gefahr einer "Nischenwissenschaft" in der kein ausreichender Wettbewerb zwischen den geeigneten Institutionen und möglicherweise auch ein Mangel an wissenschaftlicher Expertise besteht.

Zudem ist zu vermuten, dass es aufgrund von Mechanismen gewisser "Pfadabhängigkeiten" etlicher Jahre bedarf, um eine ausreichend diverse Forschungslandschaft entstehen zu lassen. Neben der Höhe der finanziellen Anreize wird es also auch um die Kontinuität und Langfristigkeit der Forschungsförderung gehen.

Grundsätzlich bedarf es einem offen geführten, gesellschaftlichen Diskurs und demokratischen Entscheidungen was die Einführung und Lenkung von Risikotechnologien betrifft. Dabei sollten Chancen und Risiken angesichts verschiedener Aspekte - und nicht nur hinsichtlich kurzfristiger Profitmöglichkeiten - abgewägt werden. Entscheidungen über die Einführung von Risikotechnologien den Kräften des Marktes zu überlassen, ist mehr als nur fahrlässig. Kurzfristige Gewinnchancen müssen dem langfristigen Schutz und Wohl von Umwelt und Gesundheit nachgeordnet werden. Gefragt ist also nicht die Entwicklung einer Bioökonomie, sondern eine Politik, die dem Schutz von Mensch, Tier und Umwelt einen höheren Eigenwert zugesteht, als dies derzeit nach den Gesetzen des Marktes der Fall ist.

## Literatur

**Beck, U. (1986):** Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne, Frankfurt.

**Benbrook, C. (2016):** Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. Environ Sci Eur 28, S. 3.

**BMEL 2014:** Nationale Politikstrategie Bioökonomie. Nachwachsende Ressourcen und biotechnologische Verfahren als Basis für Ernährung, Industrie und Energie, online: <http://tinyurl.com/lzclfpf> (zuletzt aufgerufen am 09.05.2017).

**Breckling, B. (2013):** Transgenic evolution and ecology are proceeding. In GM-Crop Cultivation-Ecological Effects on a Landscape Scale. Ed. by Brecklin, B ? Verhoeven R., Frankfurt, S. 130-135.

**Church, G. M. - Regis, E. (2012):** Regeneration ? How Synthetic Biology Will Reinvent Nature and Ourselves, New York.

**European Communities (2005):** Measures affecting the approval and marketing of biotech products. (DS291, DS292, DS293). Comments by the European Communities on the scientific and technical advice to the panel, online: <http://trade.ec.europa.eu/doclib/html/128390.htm> (zuletzt aufgerufen am 03.05.2017).

**Grolle, J. (2010):** Konkurrenz für Gott, in: Der Spiegel, online: <http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-68525307.html> (zuletzt aufgerufen am 03.05.2017).

**Gottwald, F.-T. - Krätzer, A. (2014):** Irrweg Bioökonomie, Berlin.

**Habermas, J. (2001):** Die Zukunft der menschlichen Natur: Auf dem Weg zu einer liberalen Eugenik? Frankfurt.

**Kegel, B. (2015):** Die Herrscher der Welt. Wie Mikroben unser Leben bestimmen, Köln.

**Popper K. R., (1987):** Auf der Suche nach einer besseren Welt, München ? Zürich.

**Reardon, S. (2017):** Hybrid zoo: Introducing pig?human embryos and a rat?mouse, online: <http://tinyurl.com/jo7jq6z> (zuletzt aufgerufen am: 09.05.2017).

**Rehmann-Sutter, Ch. (2017):** Zur biophilosophischen Bedeutung der Epigenetik, in: Epigenetik, Implikationen für die Lebens- und Geisteswissenschaften, Hg Hümpel, W., Baden-Baden.

**Zeller, S. L. - Kalininal, O. - Brunner, S. - Keller, B. - Schmid, B. (2010):** Transgene x Environment Interactions in Genetically Modified Wheat. 5(7), e11405.

**Zhang, L. - Hou, D. - Chen, X. - Li, D. - Zhu, L. - Zhang, Y. - Li, J. - Bian, Z. - Liang, X. - Cai, X. - Yin, Y. - Wang, C. - Zhang, T. - Zhu, D. - Zhang, D. - Xu, J. - Chen, Qu. - Ba, Y. - Liu, J. - Wang, Q. - Chen, J. - Wang, J. - Wang, M. - Zhang, Q. - Zhang, J. - Zen, K. - Zhang, C. Y. (2012):** Exogenous plant MIR168a specifically targets mammalian LDLRAP1: evidence of cross-kingdom regulation by microRNA. Cell Research, 22(1), S. 107-126.

Die Autoren



Mario Kuttruff

hat an der LMU München Geographie und Politikwissenschaften (B.Sc.), sowie anschließend Soziologie und Philosophie (M.A.) studiert. Gegenwärtig ist er bei der Nicht-Regierungsorganisation Testbiotech e.V. angestellt und vor allem für das Projekt "Der Gentechnik Grenzen setzen" zuständig. Das Projekt verfolgt das Ziel, dass auch kritische Aspekte im Hinblick auf neue Gentechnikverfahren Gehör finden, um so eine kontroverse gesellschaftliche Debatte über den Umgang mit Gentechnik zu fördern.



Dr. Christoph Then

Dr. Christoph Then ist Geschäftsführer von Testbiotech e.V. ([www.testbiotech.org](http://www.testbiotech.org)). Er ist zudem Koordinator des internationalen Bündnisses "Keine Patente auf Saatgut" ([www.no-patents-on-seeds.org](http://www.no-patents-on-seeds.org)). Then beschäftigt sich seit etwa 25 Jahren mit aktuellen Fragen der Gen- und Biotechnologie. 2015 erschien sein "Handbuch Agro-Gentechnik" (Oekom Verlag) Testbiotech befasst sich mit der Folgenabschätzung im Bereich der Biotechnologie, fordert & fördert unabhängige Forschung, untersucht ethische, wirtschaftliche Folgen und informiert über Risiken für Mensch und Umwelt.