

## Ethik in der Bioökonomie. Wishful Thinking?



### Abstract

Ethik ist gut und Ethik wird gebraucht. Darauf wird man sich politisch und gesellschaftlich schnell einigen können, egal um welches Problemfeld es geht. Aber was genau kann Ethik eigentlich leisten in einem Feld wie der Bioökonomie? In welchen Hinsichten und auf welchen Ebenen ist Ethik in der Bioökonomie sinnvoll, wo sollte es mehr Ethik geben, und wo ist sie vielleicht auch fehl am Platz?

Bioethik versteht sich in erster Linie als eine Disziplin, die es mit der ethischen Bewertung neuer Biowissenschaften, Biotechnologien und deren Anwendungen zu tun hat. Ethisch zu bewerten heißt, auf der Grundlage unterschiedlicher ethischer Theorien möglichst umfassend abzubilden, in welchen Hinsichten diese Entwicklungen ethisch problematisch oder auch ethisch förderungswürdig erscheinen. Da sich ethische Theorien stark voneinander unterscheiden, können auch die aus ihnen resultierenden Bewertungen deutlich divergieren. Die utilitaristische Bewertung einer Technologie, die zum Beispiel ganz auf Maximierung von Gesamtnutzen und Minimierung von Gesamtschaden absetzt, führt zu anderen Ergebnissen als eine eher am Individuum orientierte Ethik wie die von Kant, für die das Verbot, andere für eigene Zwecke zu instrumentalisieren, zentral ist. Ebenso führt eine biozentrische Ethik, für die nicht-menschliches Leben einen Eigenwert hat, zu anderen Resultaten als eine anthropozentrische Ethik, für die negative Auswirkungen auf die nicht-menschliche, belebte Natur nur dann relevant sind, wenn diese wiederum auch negative Konsequenzen für den Menschen haben.

Aus diesen einleitenden Bemerkungen lassen sich zwei Schlussfolgerungen ziehen. Erstens gibt es nicht die eine ethische Bewertung einer neuen Biotechnologie oder Anwendung. Egal wie viel ethische Expertise zu einer Bewertung hinzugezogen worden ist, bleibt es immer gesellschaftliche und politische Aufgabe, die jeweiligen Entscheidungen zu treffen. Zweitens kann Ethik die verschiedenen Hinsichten aufarbeiten, die aus Sicht der unterschiedlichen Theorien relevant und zu beachten sind. Dabei ergeben

sich immer wieder auch Schnittmengen, die dann besondere Aufmerksamkeit verdienen. In diesem Sinn lassen sich im Feld einer neuen molekularen Biotechnologie wie zum Beispiel der synthetischen Biologie die im Folgenden aufgeführten ethisch relevanten Aspekte, Herausforderungen und Fragerichtungen benennen. Ausführlich werden ethische Prinzipien zur Beurteilung molekularer Biotechnologien unter anderem in den Reports der amerikanischen Presidential Commission for the Study of Bioethical Issues und des englischen Nuffield Council dargestellt (Nuffield 2012; PCSBI 2010).

### Biosafety

Wenn man sich mit ethischen Fragen molekularer Biotechnologien beschäftigt, dann geht es zum einen darum, welche unbeabsichtigten Folgen Anwendungen dieser Technologie haben können. Hier geht es um die sogenannte "Biosafety". Das eigentliche Ziel einer Anwendung soll möglichst großen Nutzen versprechen, Schäden für Mensch und Umwelt sollen so gering wie möglich sein. Je nach Anwendung wird die Bilanz einer solchen Bewertung ganz unterschiedlich ausfallen können.

Im Bereich Medizin bestehende nationale und internationale gesetzliche Regelungen und Governance-Vorgaben, die auch für molekulare Therapieverfahren gelten und die Nutzen maximieren und Schaden minimieren sollen. Entsprechende Vorgaben existieren auch, wenn auch weniger umfassend, für die Bereiche Energie und Umwelt, wo zum Beispiel genetisch veränderte Organismen zum Schadstoffabbau oder zur Produktion von Biokraftstoffen genutzt werden können.

Molekulare Biotechnologien wie die synthetische Biologie beinhalten in dieser Hinsicht aber auch einige neue Herausforderungen. Zum Beispiel ist unklar, ob und wie man eine Risikobewertung bei einem gentechnisch sehr umfassend veränderten Organismus vornehmen kann, der in der freien Natur eingesetzt werden soll. Man denke an ein Bakterium mit einem synthetisch hergestelltem Genom, dessen DNA nach Vorlage ganz unterschiedlicher Arten gebildet ist. Während man bei der Bewertung eines Organismus mit punktuell geänderter DNA diesen bekannten Organismus als Basis für Prognosen heranziehen kann, ist dieses Verfahren nicht möglich, wenn es einen solchen einzelnen Ausgangsorganismus nicht gibt.

### Biosecurity

Biotechnologien können nicht nur unbeabsichtigte Nebenwirkungen haben, sie können unter Umständen auch missbraucht werden. Im Feld der synthetischen Biologie ergeben sich solche Biosecurity-Fragen unter anderem deshalb, weil für den Menschen gefährliche Viren aus der Natur nachgebaut oder auch Bakterien oder Viren mit erhöhter Pathogenität gentechnisch erzeugt werden können. Dazu braucht es keine großtechnologische Infrastruktur, die einfach zu kontrollieren wäre, sondern es genügen kleine Labore und kleine Gruppen von Experten, um entsprechend missbräuchliche Verwendungen voranzutreiben. Eine staatliche Kontrolle solcher Aktivitäten ist deshalb schwer zu gewährleisten.

Darüber hinaus hat sich um die institutionell betriebene synthetische Biologie herum eine Szene sogenannter Do-it-yourself-Biologen oder auch "Bio-Hacker" gebildet, die, ähnlich wie die Computerhacker und open-source-Entwickler, mit viel Enthusiasmus und Idealismus daran arbeiten, Gentechnik aus den, wie sie es sehen, Zwängen und autoritären Einschränkungen akademischer und industrieller Forschung zu befreien und für alle zugänglich zu machen. Man braucht nicht viel Fantasie um sich vorzustellen, dass eine solche Szene anfällig für Unterwanderungen sein kann.

### Metaphern und Modelle

Schließlich kann man als Ethiker auch einige grundsätzliche Fragen an biotechnologische Forschung stellen. Es ist zum Beispiel auffällig, dass es sich die synthetische Biologie mit dem Begriff des Lebens recht einfach macht. Organismen sind "genetically engineered machines", sie bestehen aus genetischer "Software" und der restlichen zellulären "Hardware", oder auch aus genetischen "Schaltkreisen". Mit diesen und ähnlichen Begriffen wird das Phänomen des Lebens beschrieben. Das ist zunächst ein wissenschaftstheoretischer Befund, weil deutlich wird, mit welchen Modellen und Metaphern diese neue Biotechnologie arbeitet. Darüber hinaus aber lassen sich tentativ auch ethische Implikationen aus diesen Modellen und Begriffen ableiten. Mit ihnen wird der Fokus auf einzelne Organismen gelegt, und dort wiederum auf deren Herstellbarkeit und Kontrollierbarkeit. Ökosystemische Zusammenhänge, evolutionäre Veränderungen und die Organismus-Umwelt-Interaktion, inklusive möglicher epigenetischer Effekte stehen dagegen nicht im Zentrum der Aufmerksamkeit. Bei Risikobewertungen sollten, das wäre eine sich anschließende ethische Forderung, diese Gesichtspunkte durch die entsprechenden wissenschaftlichen Fachrichtungen (Ökosystemforschung, Evolutionsbiologie) mit abgedeckt werden, auch wenn aus synthetisch-biologischer Sicht alles Interessante schon gesagt ist.

Es ist außerdem schwer zu sehen, wie man auf der Grundlage dieser Begriffe rechtfertigen kann, dass wir uns selbst und höheren Lebewesen gegenüber ethisch in der Pflicht sehen. Maschinen, Computer und elektrische Schaltkreise sind Produkte, die von uns zu

einem ganz bestimmten, uns genehmen Zweck hergestellt werden. Wenn sie diesen Zweck nicht erfüllen, dann haben sie ihre Existenzberechtigung verloren. Diese Existenzberechtigung verlieren andere Menschen und höhere Organismen aber nicht, auch dann nicht, wenn sie für uns keinen Nutzen mehr haben oder uns gar auf die Nerven gehen. Hält man konsequent an der synthetisch-biologischen Metapher vom Lebewesen als komplexer Maschine fest, dann muss unverständlich werden, wieso es diese Art von Existenzberechtigung geben soll. Auch in dieser Hinsicht ist es deshalb wichtig, die Grenzen der synthetisch-biologischen Modelle und Metaphern im Auge zu behalten, und zwar in diesem Fall vor allem dann, wenn sich die synthetische Biologie höheren Organismen zuwendet.

### Ethische Abwägung von Nutzen und Schaden

Alle diese ethischen Herausforderungen begründen keine grundsätzliche Ablehnung der synthetischen Biologie, sondern erfordern kritische Betrachtung bestimmter Anwendungsfälle und Anwendungsfelder. Generell wird man zum Beispiel den Einsatz von synthetischer Biologie zur Verbesserung menschlicher Fähigkeiten, dem sogenannten "Gendoping" oder, mit einem neutraleren Begriff, dem "genetischen Enhancement", kritisch bewerten, auch wenn es hier markante Unterschiede je nach ethischer Hintergrundtheorie gibt. Auch Anwendungen, bei denen Organismen erzeugt werden, die aufgrund ihrer genetischen Ausstattung leiden, wie das im Bereich der Tierzucht und -haltung denkbar ist, wären ethisch kaum zu rechtfertigen.

Bei einfachen, einzelligen Organismen wird man abwägen, ob der erwartete Nutzen, den ein solcher synthetischer Organismus hat, die Risiken, die er mit sich bringt aufwiegt. Das ist keine triviale Aufgabe, weil Nutzen und Schaden in ganz unterschiedlichen Hinsichten auftreten können. Es kann um menschliche Gesundheit gehen, um den Bestand eines Ökosystems, aber auch um sozioökonomische Effekte. Die ETC Group, eine CSO aus Kanada, die sich intensiv mit synthetischer Biologie auseinandersetzt, hat zum Beispiel argumentiert, dass die synthetisch-biologische Gewinnung von Artemisinin solche nachteiligen sozioökonomischen Effekte haben könnte (ETC 2007). Artemisinin ist ein Stoff, der zur Malariabehandlung eingesetzt wird. Bisher wird er aus Pflanzen extrahiert, die in subäquatorialen Ländern angebaut werden. Sollte diese Substanz günstiger und in größeren Mengen als metabolisches Abbauprodukt von gentechnisch veränderten Hefen gewonnen werden können, wird das erkrankten Menschen helfen, gleichzeitig werden aber möglicherweise die Kleinbauern, die bisher die Pflanzen anbauen, ihre Lebensgrundlage verlieren.

Zu dieser Problemstellung sind verschiedene Reaktionen denkbar. Man könnte zum Beispiel Unterstützungsprogramme für die betroffenen Bauern vorsehen. Man könnte aber auch, wozu die ETC Group zu tendieren scheint, ganz auf die synthetische Erzeugung von Artemisinin verzichten wollen und andere Formen der Malariabekämpfung, wie zum Beispiel Präventivmaßnahmen bevorzugen. Jede Abwägung von Schaden und Nutzen findet in einem gesellschaftlichen und sozialen Kontext statt, der zu gestalten ist. Schaden und Nutzen müssen deshalb nicht wie Naturkonstanten hingenommen werden, sondern man kann diesen Kontext so umgestalten, dass Nutzen erhöht und Schaden verringert wird. Dies ist ein Grund, warum die Schaden- und Nutzenabwägung gesellschaftliche Aushandlungsprozesse beinhaltet.

Zweitens hängt die Beurteilung des Verhältnisses von Schaden und Nutzen auch davon ab, wie viel Risiko (bestehend aus Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensgröße eines Schadensereignisses) man für welchen Nutzen generell bereit ist einzugehen. Wenn man sehr vorsichtig ist, wird man zum Beispiel fordern, dass die unkontrollierte Ausbreitung genetisch veränderter Organismen in der Natur sicher ausgeschlossen werden kann, auch wenn die Anwendung Nutzen verspricht. Umgekehrt wird man, wenn man wagemutiger ist, unter Umständen eine Nutzen versprechende Anwendung auch dann akzeptieren, wenn das Risiko eines hohen Schadens bei geringer Eintrittswahrscheinlichkeit besteht. Auch diese generelle Risikobereitschaft ist eine Frage des gesellschaftlichen Konsenses. Die Debatte um Anwendung und Auslegung des "Precautionary Principle" zeigt das.

### Bioethik und Bioökonomie

Wie man sieht, spielen sich diese ethischen Überlegungen zu neuen molekularen Biotechnologien weitgehend in einem ökonomiefreien Raum ab. Eine Brücke gibt es allerdings, und zwar ist dies die sozioökonomische Bewertung von Schaden und Nutzen einer neuen Anwendung, wie oben dargestellt. Ethisch und zweifellos auch gesellschaftlich wünscht man sich, dass mit einer neuen Technologie ein besonders drängendes gesellschaftliches Problem angegangen wird und damit auch ein besonders hoher Nutzen in Aussicht steht. Auch wenn die regelmäßig mit einer neuen Technologie ausgerufenen Ziele von der Bekämpfung des Welthungers und dem Sieg über Krebserkrankungen in den meisten Fällen kalkulierte und haltlose rhetorische Übertreibungen sind, macht das doch die generelle Zielsetzung, mit einer neuen Technologie signifikant zur Verringerung von menschlichem Leid beizutragen nicht schlecht. Genau dies wäre ein Fall von hohem Nutzen.

Wird man deshalb als Bioethiker mit Bioökonomie konfrontiert, dann ist man mit dieser Idee im Gepäck unterwegs. So ging es zumindest mir vor ein paar Jahren, als die synthetische Biologie die Wirtschaftspolitik erreicht hatte und auf Landes- und Bundesebene sondiert wurde, welche Potentiale diese Technologie für die wirtschaftliche Entwicklung in Deutschland haben könnte. Ethik ist irgendwie wichtig, zumindest für die öffentliche Wahrnehmung, also wurde ich zu dem einen oder anderen dieser Sondierungen hinzu gebeten.

Das waren für mich in vieler Hinsicht interessante und auch lehrreiche Zusammenkünfte. In einer Hinsicht aber auch desillusionierend: Ich hatte, naiv wie ich war, erwartet, dass sich die beteiligten Unternehmen und noch mehr als diese, die beteiligten Ministerien bei der Frage, wie und in welche Richtung man Methoden der synthetischen Biologie wirtschaftlich nutzbar machen könnte, daran orientieren würden, was denn gesellschaftlich wünschenswert und nützlich wäre. Es traf mich deshalb völlig unvorbereitet, als von einem der Unternehmen, unter genereller Zustimmung und begleitet von interessierten Nachfragen die Produktion neuer Kosmetika mit Hilfe synthetisch-biologischer Mikroorganismen als besonders lohnenswertes Ziel genannt wurde.

Kosmetika. Es leuchtet mir ein, dass auf dem Markt für Luxus- und Lifestylegüter interessante Gewinnmargen realisierbar sind. Dass es deshalb aus unternehmerischer Sicht sinnvoll sein kann, in so einen Markt zu gehen, verstehe ich auch. Es ist auch ganz sicher nichts falsch daran, Kosmetika zu entwickeln, zu verkaufen und zu nutzen (und diese neuen Kosmetika könnten sogar mit dem Zusatz "bio" beworben werden, das Wörtchen "gentechnisch" dagegen sollte man hingegen vermeiden, versteht sich). Warum aber braucht es politisch initiierte Workshops unter Beteiligung von Ethikern, Technologiefolgenabschätzern und anderen Experten, um einer neuen Kosmetiklinie auf die Beine zu helfen? Eine zutiefst schockierende Erfahrung für einen Ethiker, Sie merken es.

### Gesellschaftliche Zielvorgaben für Ökonomie

Um Produkte wie synthetisch-biologische Kosmetika zu lancieren braucht es keine politische Flankierung, keine Forschungsförderung und keinen reduzierten Gewerbesteuersatz. Man braucht in diesem Bereich der Bioökonomie auch keine Ethik. Die bestehenden Vorgaben zur Produktsicherheit genügen. Ethik kann in der Bioökonomie dagegen da einen Platz haben, wo es um die Evaluierung möglicher Anwendungen in Bezug auf gesellschaftlich relevante, und Nutzen versprechende Ziele geht, und dort, wo es um die Identifizierung und Formulierung solcher Ziele geht. Erst dort besteht unter Umständen die Notwendigkeit, Rahmenbedingungen zu schaffen, unter denen unternehmerische Investitionen lohnend werden, dort muss gegebenenfalls Forschung und Entwicklung gefördert werden. Dort besteht möglicherweise auch der Bedarf an flankierenden Maßnahmen, die unerwünschte Folgen einer neuen Anwendung minimieren oder auch Ergänzungen oder Alternativen zur technologischen Lösung eines Problems entwickeln.

Die Vision einer "Bioökonomie" bietet im Grunde reichlich Platz für diese Art von Aufgaben. Das liegt daran, dass man sich mit diesem Begriff bereits einer großen gesellschaftlichen Herausforderung stellt, nämlich dem Übergang von einer auf fossilen Energieträgern aufbauenden zu einer biologisch basierten Wirtschaftsweise. Die Vision der Bioökonomie ist von der Hoffnung getragen, eine dauerhafte Lösung für den Energiebedarf der Wirtschaft zu bieten, deren bisherige Energieressourcen in Form von Gas und Erdöl endlich sind. Darüber hinaus bestehen Hoffnungen, die Bioökonomie führe zu einer Reduktion klimaschädlicher Treibhausgasemissionen und befördere nachhaltige Herstellungsprozesse (Pfau/Hagens/Dankbaar/Smits 2014).

Ob und wie die Bioökonomie tatsächlich ein in dieser Hinsicht tragfähiges Konzept ist, bleibt umstritten. Besonders diskutiert wird zum Beispiel der Flächenverbrauch für den Anbau pflanzlicher Energieträger. Denkbar ist, dass es zu einer Konkurrenz mit dem Anbau von Pflanzen für die menschliche Ernährung kommt. Auch fraglich ist, ob die Annahme einer Reduktion von Treibhausgasen realistisch ist und ob nicht auch mit Umweltbelastungen wie der Verschmutzung von Boden und Wasser gerechnet werden muss.

Diese Fragen fachlich möglichst umfassend zu beantworten, ist ethisch gesehen wichtig. Ebenso wichtig ist es aber auch, dann, wenn sich insgesamt realistische Nutzenerwartungen ergeben, von politischer Seite einen Rahmen zu setzen und einen Markt zu schaffen, der es für Unternehmen attraktiv macht, sich hier zu bewegen. Es gehört zu den grundsätzlichen Aufgaben der Politik, gesellschaftliche Rahmenbedingungen zu schaffen, in denen sich menschliches Leben positiv entwickeln kann. Diese Aufgabe betrifft auch den Bereich der Ökonomie. Wirtschaftspolitik sollte deshalb nicht reine Wirtschaftsförderung sein, sondern auch über übergeordnete gesellschaftliche Ziele verfügen, für deren Erreichen die Kräfte und Stärken der Wirtschaft gezielt fruchtbar gemacht und eingesetzt werden können. Bei der Formulierung dieser Ziele und bei der Frage, wie sie erreicht werden können, kann Bioethik, ähnlich wie Technikfolgenabschätzung und Sozialwissenschaft sowie verwandte Disziplinen, eine wichtige Rolle spielen. Es ist

schade, wenn dieses Feld politisch brach liegen gelassen wird.

## Biohacking

Eine Entwicklung, die sich aktuell im Umfeld der synthetischen Biologie entwickelt, ergänzt die Debatte um politische Förderung gesellschaftlich nutzbringender biotechnologischer Forschung und Entwicklung auf unerwartete Weise (Charisius/Friebe/Karberg 2012). Die bereits erwähnte Szene der Biohacker ruft einerseits Bedenken bezüglich Biosecurity in der synthetischen Biologie hervor, und wirft durchaus auch Biosafety-Fragen auf. Gleichzeitig ist sie aber getragen von einem Ethos, das Gutes für die gesellschaftliche Zukunft bewirken möchte. Die Biohacker übernehmen von den IT-Hackern die Annahme, dass die Befreiung von Forschung und Entwicklung aus den Fängen staatlicher Großinstitutionen und privater Großunternehmen mit ihren hemmenden Hierarchien kreative Energien freisetzt. Im Feld außerhalb dieser Institutionen soll es freien Zugang zu den nötigen Werkzeugen, Produkten und Informationen geben und neu entwickelte Produkte sollen wiederum allen frei zur Verfügung gestellt werden. Wenn das gewährleistet sei, könne das volle positive Potential der Technologie ausgeschöpft werden. Dieses Ethos, zunächst formuliert im Hinblick auf Computer und Informationstechnologie, lässt sich auf den Bereich der molekularen Biotechnologie übertragen, weil DNA und molekulare Prozesse digital abgebildet werden können und weil biotechnologische Werkzeuge wie Sequenziermaschinen, Zentrifugen und inzwischen auch Synthetisiermaschinen günstig erworben oder selbst zusammengebaut werden können.

Wie sich im Bereich IT zum Beispiel mit der weit verbreiteten frei erhältlichen Mozilla-Software für den Serverbetrieb gezeigt hat, können so entwickelte Produkte durchaus konkurrenzfähig und einflussreich werden. Es ist denkbar, dass das auch im Bereich der molekularen Biotechnologie geschieht, wobei man allerdings nicht vergessen sollte, dass in diesem Bereich das Upscaling eines Produktes nicht nur die Erhöhung der Anzahl digitaler Kopien bedeutet, sondern im Normalfall ein echtes industrielles Upscaling beinhaltet, das große Investitionen erfordert. Eine Alternative hierzu wären allein solche Verfahren, die immer lokal in kleinem Maßstab, sozusagen für den jeweiligen Privatgebrauch, umgesetzt werden können.

Angesichts der mit der Biohackszene verbundenen Security- und Safety-Bedenken sollten Wege der Governance für Biohackeraktivitäten gefunden werden, die einerseits diesen Bedenken Rechnung tragen, andererseits aber den Enthusiasmus und die positiven Ziele dieser Szene nicht unnötig frustrieren. Die Frage, wie ein solcher Governance-Rahmen aussehen könnte, ist auch für Bioethiker relevant, ebenso wie die Aufgabe, den Biohackern bioethische Überlegungen und Kriterien für das eigene Handeln nahezubringen. Neben Safety und Security kann es da zum Beispiel auch um genetische Information gehen, die aus ethischer Sicht zum Beispiel dann nicht frei verfügbar sein sollte, wenn es sich um die genetische Sequenz eines menschlichen Individuums handelt. Bei den weit ausgreifenden Zukunftsszenarien, mit denen Biohacker gerne arbeiten, kann hier aber letztlich das gesamte Spektrum bioethischer Fragestellungen zum Tragen kommen. Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass sich viele Biohacker die Frage nach gesellschaftlichem Nutzen und Schaden ihrer Produkte und den vielen weiterführenden Fragen, die sich hier ergeben, selbst stellen? im Unterschied zu dem einen oder anderen Wirtschaftspolitiker.

## Zusammenfassung

Wenn sich Wirtschaftspolitik als reine Wirtschaftsförderung versteht, die ohne übergeordnete gesellschaftliche Ziele agiert, verfehlt sie einen wichtigen Teil ihres gesellschaftlichen Gestaltungsauftrags. Im Rahmen einer solchen Wirtschaftspolitik braucht es keine Ethik. Bioethik wird im Rahmen der Bioökonomie erst dort relevant, wo gesellschaftliche Ziele identifiziert, gesetzt und gewichtet werden und Wirtschaft entsprechend gestaltet werden soll.

Bioökonomie ist selbst ein mit ethischen Erwartungen aufgeladenes Konzept. Es verbindet sich mit der Hoffnung auf Abkehr von der fossilen Energiegewinnung, Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit. Ob diese Hoffnungen realistisch sind, ob also die Bioökonomie ein geeignetes Mittel ist, diese Ziele zu erreichen, ist eine Frage für die interdisziplinäre wissenschaftliche Diskussion. In Bezug auf die Bewertung und Gewichtung der bioökonomischen Ziele und in Bezug auf die Frage, bei welcher Anwendung für welchen Nutzen welche Risiken in Kauf genommen werden sollen, wird aus der faktischen Prüfung auch eine normative Prüfung, die in den Bereich von Ethik, Recht, Sozialwissenschaften und ähnlichen Disziplinen fällt. An eine solche Evaluation muss sich schließlich die demokratisch legitimierte politische Entscheidungsfindung anschließen.

Dieser Gestaltungsauftrag stellt sich auch in Bezug auf das Entstehen einer Szene von molekularbiologischer Forschung und Entwicklung außerhalb der etablierten Institutionen und außerhalb privatwirtschaftlich organisierter Unternehmen, der Biohacker-Szene. Auch hier ist es Aufgabe für die Governance, angemessene Regulierungsrahmen zu finden, die Sicherheitsbedenken Rechnung tragen, die aber auch positive Ansätze dieser Szene würdigt und deren Entwicklung zulässt.

Daneben kann die Bioethik in diesem Bereich auch dazu beitragen, Ziele und Ideale der Biohacker aufzugreifen und sie mit ihnen aus ethischer Sicht zu diskutieren.

## Literatur

Charisius, H. ? Friebe, R. ? Karberg, S. (2012): Unser kleines Gen-Labor. Spektrum, online: <http://tinyurl.com/bhxcthl>.

ETC (2007): Extreme Genetic Engineering. An Introduction to Synthetic Biology, online: <http://tinyurl.com/ok8jl6x>.

Nuffield (2012): Emerging biotechnologies. Technology, choice and the public good Retrieved from London, online: <http://tinyurl.com/mox2bg4>.

PCSBI (2010): New Directions ? The Ethics of Synthetic Biology and Emerging Technologies, Presidential Commission for the Study of Bioethical Issues.

Pfau, S. ? Hagens, J. ? Dankbaar, B. ? Smits, A. (2014) Visions of Sustainability in Bioeconomy Research. Sustainability, 6(3), S. 1222.

Der Autor



## PD Dr. Joachim Boldt

Joachim Boldt ist Privatdozent und Stellvertretender Direktor am Institut für Ethik und Geschichte der Medizin der Universität Freiburg. Er beschäftigt sich mit ethischen und wissenschaftstheoretischen Aspekten der molekularen Biologie und insbesondere der synthetischen Biologie. Prägende Erlebnisse waren Teilnahmen an Bioökonomie-Workshops des BMBF und des Wirtschaftsministeriums des Landes Baden-Württemberg. Joachim Boldt hat 2005 in Berlin in Philosophie promoviert und lehrt und forscht seit 2006 zu Medizin- und Bioethik in Freiburg. Er ist Mitglied der Ethikkommission der Universität Freiburg und koordiniert die klinische Ethikberatung des Universitätsklinikums.