

1. Einleitung

1.1 Gentechnologien damals, heute und morgen

Die Gentechnologien gehören nach wie vor zu den umstrittensten Anwendungen der modernen Biotechnologie. Sie lassen sich in ganz unterschiedliche Anwendungsbereiche untergliedern. Zur sogenannten „roten“ Gentechnologie gehören medizinische Anwendungen. Als „grüne“ Gentechnologie bezeichnet man alle Anwendungen im landwirtschaftlichen Bereich, während die industrielle Nutzung als „weiße“ Gentechnologie bezeichnet wird. Doch nicht alle Anwendungen lassen sich eindeutig nur einem dieser Bereiche zuordnen. Manche neue Forschungsbereiche, wie etwa die Epigenetik, oder neue multiapplikable Technologien wie zum Beispiel innerhalb der Genomchirurgie (Genome-Editing) sprengen die Grenzen der farblichen Zuordnung und sind für alle Anwendungen der Gentechnologie relevant. So hat sich die interdisziplinäre Arbeitsgruppe (IAG) *Gentechnologiebericht* in den vergangenen drei Gentechnologieberichten (Hucho et al., 2005; Müller-Röber et al., 2009 und 2015) sowohl mit klassischen „roten“ Themen wie der Gentherapie, der Stammzellforschung und der Gendiagnostik beschäftigt als auch mit der grünen Gentechnologie, der synthetischen Biologie und der Epigenetik.¹ Auch die Genomchirurgie war Thema ihrer Analysen.² In allen diesen Bereichen gibt es seit dem dritten Gentechnologiebericht Weiterentwicklungen, neue Erkenntnisse und Anwendungen, die auch von gesamtgesellschaftlichem Interesse sind. Einige davon konnten in den aktuellsten Themenbänden der IAG zur Epigenetik (Walter/Hümpel, 2017) und zur Stammzellforschung (Zenke et al., 2018) dargelegt werden. Um der Vielfalt und Geschwindigkeit der Gebiete gerecht zu werden, mussten die unterschied-

¹ Siehe hierzu auch die Themenbände der IAG: Wobus et al. (2006), Schmidtke et al. (2007), Fehse/Domasch (2011), Köchy/Hümpel (2012), Müller-Röber et al. (2013), Walter/Hümpel (2017), Zenke et al. (2018).

² Siehe Reich et al. (2015).

lichen Themen dabei sowohl breit und übergreifend als auch detailliert und getrennt behandelt werden.

Dies ist der vierte Gentechnologiebericht der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften (BBAW), herausgegeben von ihrer IAG *Gentechnologiebericht*. Nach dem ersten (2005), zweiten (2009) und dritten Gentechnologiebericht (2015) setzt er eine Zäsur eines fast zwei Jahrzehnte umfassenden Monitoringprojekts, das Stand und Entwicklung einer Hochtechnologie in Deutschland analysieren und beobachten soll.³ Während die ersten drei Berichte indikatorenbasiert Themenschwerpunkte der Gentechnik, ihren aktuellen Stand in Forschung und Anwendung wie auch ihre ökonomische Nutzung analysierten, zieht der vierte Bericht eher Bilanz, reflektiert über das langjährige Monitoring der Gentechnologien und liefert gleichzeitig einen Blick auf die Zukunft: Welche Erwartungen standen am Beginn, welche wurden in den vergangenen knapp zwei Dekaden erfüllt, welche nicht? Und was kommt im Do-it-yourself-Zeitalter an der Schwelle zum gentechnischen Enhancement in Zukunft noch auf uns zu? Wie haben sich ethische Argumente zum Umgang mit Genen auch des Menschen entwickelt? Und hinkt die rechtliche Regulierung den rasant fortschreitenden Entwicklungen dabei notwendig hinterher? Hinterfragt werden die neuen Entwicklungen (Stichwort Genome-Editing) sowie ihre ethische Bewertung und rechtliche Einbettung. Daneben werden die in den letzten Jahren untersuchten Problemfelder und zusammengetragenen Indikatoren zu den unterschiedlichen Gentechnologien erstmals vergleichend nebeneinandergestellt, die Methodik des Monitorings wird dabei aber auch auf das Monitoringprojekt selbst reflektiert: Wie, von wem und in welchem Themen- und Problemkontext wurde die IAG und ihre Arbeit im öffentlichen Diskurs wahrgenommen? Wurden die formulierten Adressaten und Adressatinnen erreicht?

1.2 Die Arbeitsweise der IAG

Die IAG *Gentechnologiebericht* der BBAW sieht sich als ein Observatorium, das Status und wissenschaftlichen Fortschritt einer Hochtechnologie beobachtet (Hucho et al., 2005). Im Ansatz interdisziplinär, ergebnisoffen und unabhängig von Partikularinteressen ist es das erklärte Anliegen der IAG *Gentechnologiebericht*, einen unvoreingenommenen und objektiven öffentlichen Diskurs um die Gentechnologien in Deutschland zu fördern. Zu

3 Die IAG hat im Jahr 2001 ihre Tätigkeit aufgenommen. Seit 2007 wurde sie als Langzeitaufgabe fortgeführt – ein Format, das mit ihr erstmals von der BBAW in dieser Form initiiert wurde und das aus drei, je vier Jahre umfassenden Modulen bestand. Die Konstituierungsphase lief von 2001 bis 2006. Das erste Modul umfasste die Jahre 2007 bis 2010, das zweite 2011 bis 2014, das dritte und letzte durch die BBAW geförderte Modul endet mit dem Jahr 2018.

diesem Zweck wurden innerhalb des Berichtszeitraums von 2001 bis 2018 in Publikationen (zwei Vorstudien zum ersten Gentechnologiebericht in Form von Sammelbänden, vier Gentechnologieberichte, neun Themenbände, zehn Broschüren – Kurzfassungen der Berichte und Themenbände sowie eine Analyse zur Genomchirurgie –, sowie zwei Stellungnahmen (unter Beteiligung der IAG)) qualitative Einschätzungen zum Sachstand sowie ethische, rechtliche und gesellschaftliche Implikationen vorgestellt und diskutiert sowie zahlreiche öffentlich zugängliche Veranstaltungen durchgeführt. Insgesamt wurden in den vergangenen knapp 20 Jahren von der IAG und der Geschäftsstelle fast 70 Veranstaltungen verschiedener Formate wie Vortragsabende, Akademievorlesungen, Workshops, Buchpräsentationen mit und ohne Podiumsdiskussion oder Pressekonferenz organisiert. Sie waren zwar überwiegend auf eine breite Öffentlichkeit ausgerichtet, zum Teil aber auch auf ein spezifisches oder ein rein wissenschaftliches Publikum. Letzteres wurde durch 14 fachinterne Workshops, Symposien oder interdisziplinäre Tagungen angesprochen. Ein spezifisches Publikum wie Schüler/-innen oder Studierende wurde beispielsweise durch Formate wie „Szenario-Workshops zu Zukünften der Grünen Gentechnik“ gewonnen. Die öffentlich zugänglichen Veranstaltungen erreichten in den Jahren 2011–2018 im Schnitt eine Besucherzahl von knapp 120 pro Veranstaltung.⁴ Neunzehn der fast 70 Veranstaltungen fanden in Kooperationen statt wie mit der Schering Stiftung, dem Medizinhistorischen Museum der Charité oder dem Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag. Acht der Veranstaltungen waren Pressekonferenzen anlässlich einer Buchpräsentation. Abbildung 1 verdeutlicht die starke Ausrichtung der Veranstaltungen auf eine breite Öffentlichkeit über die Zeit anhand der Kontrastierung zu fachinternen, nicht öffentlichen Veranstaltungen (Pressekonferenzen wurden ausgenommen):

⁴ Die Zahl ergibt sich aus einigen Stichproben und basiert auf der Auskunft des Referats Presse- und Öffentlichkeitsarbeit der BBAW vom 13.04.2018.

Abbildung 1: Übersicht der Veranstaltungen der IAG über die Zeit plus Ausrichtung auf die allgemeine/ fachspezifische Öffentlichkeit (ohne Pressekonferenzen)

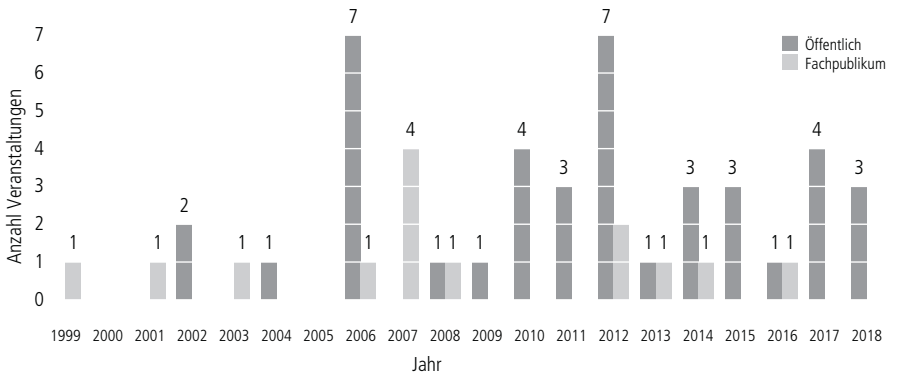


Abbildung 1 zeigt, in wie vielfältiger Form die IAG über die Jahre versucht hat, Diskussionen im Rahmen von Gentechnologien in verschiedene gesellschaftliche Gruppen zu tragen und sie fundiert zu informieren über aktuelle Entwicklungen und damit verbundene Problemstellungen – hinzu kommen Pressekontakte und die Bereitstellung von Informationsmaterial zum Beispiel für Ministerien. Obwohl dies für eine Akademie beträchtliche Interaktionen mit einer zum großen Teil außerwissenschaftlichen Öffentlichkeit darstellt, zeigen die Zahlen aber auch, dass die Themen und Ergebnisse der IAG letztlich nur von einem kleinen Teil der Politiker/-innen, Politikberater/-innen, Referenten und Referentinnen, Journalisten und Journalistinnen sowie einer interessierten Öffentlichkeit wahrgenommen wurden. Trotz intensiver Bemühungen sind die Möglichkeiten einer kleinen IAG leider auch limitiert. Es wird daher notwendig sein, in Zukunft vor allem medial mehr Wirksamkeit zu erreichen.

Über die Publikationen und Veranstaltungen hinaus, hatte auch die Indikatorenanalyse als Alleinstellungsmerkmal der IAG eine Objektivierung des Diskurses zum Ziel. Indikatoren werden als Werkzeuge gesehen, komplexe abstrakte Sachverhalte zumindest semiquantitativ zu erfassen. So lässt sich zum Beispiel die ‚Bedeutung‘ einer neuen Anwendung der Gentechnik durch die Publikations- und Patentfrequenz oder durch den Umfang öffentlicher Fördermittel belegen. Zahlen dieser Art ermöglichen zeitabhängige oder auch nationale und internationale Vergleiche. Zahlenmaterial hierzu wurde nicht von der Arbeitsgruppe erhoben, sondern es wurde auf Daten aus öffentlichen Quellen einschließlich des Internets zurückgegriffen, die von der Geschäftsstelle zusammengetragen und interpretiert wurden. Die Indikatoren leuchteten dabei sogenannte (von der Geschäftsstelle erhobene) Problemfelder aus – Themenbe-

reiche, die im Kontext der Gentechnologien öffentlich diskutiert wurden und werden. So wurde zum Beispiel versucht, die öffentliche Wahrnehmung eines bestimmten Themenbereichs anhand der Anzahl der öffentlichen Veranstaltungen oder der Internetpräsenz des Themas abzubilden.

Die Interdisziplinarität der Arbeitsgruppe wird und wurde dabei durch die Zusammensetzung des Wissenschaftlergremiums sowie der jeweiligen internen wie externen Autoren und Autorinnen beziehungsweise Referentinnen und Referenten sowie der Geschäftsstelle sichergestellt; diese Unabhängigkeit garantierte die Ansiedlung in einer Akademie, die außer den Ansprüchen wissenschaftlicher Qualität weiter keinen Interessen dient. Die Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Berichtsarbeit wurden durch den Vorstand der Akademie aufgrund ihrer Wissenschaftlichkeit, nicht jedoch ihrer Inhalte und Aussagen nostrifiziert. Sie stellen somit ausschließlich die Meinung der Mitglieder der Arbeitsgruppe dar. Die Herausgebergruppe setzte sich nicht notwendigerweise ausschließlich aus Mitgliedern der BBAW zusammen; Expertise und nicht Status standen hier immer im Vordergrund. Die Inhalte der Berichte und Themenbände legte die Arbeitsgruppe fest. Sie lud zu einzelnen Themen Experten und Expertinnen ein, deren Beiträge namentlich gezeichnet sind. Die Akademie stellte der Arbeitsgruppe eine Geschäftsstelle im eigenen Haus zur Verfügung, die über die Jahre stetig wuchs und mindestens aus zwei wissenschaftlichen Vollzeitmitarbeitern und –mitarbeiterinnen bestand. Sie koordinierten die Aktivitäten der Arbeitsgruppe und verantworteten vor allem die Fertigstellung ihrer Publikationen inklusive der Problemfeld- und Indikatorenanalyse. Entsprechend ihrer Textbeiträge und Expertise sind sie gleichberechtigte Mitherausgeber und –herausgeberinnen sowie zum Teil auch Koautorinnen und Koautoren der Berichte und der Themenbände.

1.3 Struktur und Methodik des vierten Berichts

Zum Abschluss des letzten durch die BBAW finanzierten Moduls ist der vorliegende vierte Gentechnologiebericht als Bilanzierungsband konzipiert. Er verzichtet daher auf eine Gliederung entlang der bislang sechs eingegrenzten Themenbereiche der IAG aus den vorangegangenen drei Gentechnologieberichten (Epigenetik, Gendiagnostik, Stammzellforschung, somatische Gentherapie, grüne Gentechnologie, synthetische Biologie). Stattdessen werden übergreifende Fragen in den Mittelpunkt gestellt und anhand bestimmter ausgewählter Themenbereiche exemplifiziert. Der Bilanzierungsbericht der IAG versucht mit namhaften Autorinnen und Autoren eine Gesamtschau des Gebietes zu ermöglichen, indem er rückblickend nach der Geschichte der Gentechnologie im Berichtszeitraum von 2001–2018 (Teil I) wie auch nach der Arbeit der IAG (Teil V)

fragt sowie nach den laufenden und vergangenen Debatten (Teil II) und möglichen zukünftigen Entwicklungen (Teil III). Die fünf Kapitel sind dabei unterteilt durch „Spotlights“, in denen Weggefährten und -gefährtinnen der IAG wiederum kritisch Bezug nehmen auf die jeweiligen Kapitel oder resümierend über die Arbeit der IAG reflektieren. Die kurz gehaltenen Spotlights ermöglichen es dabei auch, Aspekte aufzugreifen, die bislang nicht oder nur unzureichend in den bisherigen Berichten der IAG thematisiert wurden. Doch trotz der auf diese Weise größeren Bandbreite an behandelten Themen können auch im Rahmen dieses Berichts nicht alle relevanten Themen im Kontext der Gentechnologien aufgegriffen werden. So gibt es etwa auch rasante Fortschritte auf dem Gebiet der biologischen Altersforschung (Biogerontologie), in der Neurobiologie oder bei der Züchtung von Tierorganen für die Xenotransplantation. Die getroffene Auswahl erhebt zwar den Anspruch, besonders wichtige Bereiche der Gentechnologie zu berücksichtigen, nicht jedoch den Anspruch auf die vollständige Repräsentation aller Anwendungsbereiche der Gentechnologie.

1.4 Ausblick

Die Zäsur in der Arbeit der IAG erfolgt zu einem Zeitpunkt, an dem die Gentechnologie durch die neuen Methoden der Genomchirurgie (CRISPR/Cas) einen großen Schub und eine immense Beschleunigung erfährt. So wurde am 17. August 2017 berichtet, dass es Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen gelungen ist, mithilfe der neuen CRISPR/Cas9-Technologie lebensfähige menschliche Embryonen genetisch zu verändern (Ma et al., 2017). Die biologischen Grundlagen und technischen Möglichkeiten dieser neuen Techniken werden ebenso wie die damit aufgeworfenen ethischen und rechtlichen Fragen weltweit diskutiert. Wie mit den neuen Techniken umgegangen werden soll, ist umstritten. Darf etwa im medizinischen Bereich mittels Genomchirurgie an menschlichen Embryonen geforscht werden, um später einmal Embryonen von Erbkrankheiten heilen zu können anstatt sie zum Beispiel nach einer Präimplantationsdiagnostik zu verwerfen oder nach einer Pränataldiagnostik abzutreiben? Und dürfen beziehungsweise sollten diese Genomveränderungen dann gleich in der Keimbahn vorgenommen werden, sodass sie sich auch auf die Nachkommen des modifizierten Embryos weitervererben? Dem aktuellen Urteil des Europäischen Gerichtshofs ging außerdem eine heftige Debatte voraus, ob gentechnisch veränderte Lebensmittel unter bestimmten Bedingungen ohne Kennzeichnung in den Verkehr gebracht werden dürften, weil der gentechnische Eingriff nur sehr klein ist und sich die neuen Techniken im Nachhinein nicht mehr von natürlichen Mutationen unterscheiden lassen. Im Juli 2018 entschied das Gericht schließlich, dass auch Verfahren des Genome-Editings als Gentechnik zu regulieren

seien, was entsprechend kontrovers diskutiert wird. Solche und andere Fragen können nur in einem breit angelegten und auch international geführten gesellschaftlichen Diskurs beantwortet werden. Es geht dabei nicht nur darum, zu diskutieren, was technisch machbar ist, sondern auch, was gesellschaftlich gewünscht ist. Es stellt sich daher die dringende Frage, deren Beantwortung hier jedoch (noch) offenbleiben muss, wie man eine solche möglicherweise weltweite Debatte mit fundierten Fakten versorgen kann. Es muss daher darauf hingewiesen werden, dass ein unabhängiges und wissenschaftlich fundiertes Monitoring dieser Themen unbedingt und gerade jetzt weiter erfolgen muss. Beim jetzigen Stand der Entwicklung muss davon ausgegangen werden, dass die kommenden Jahre ganz neue Herausforderungen an die Diskussion über medizinische, ethische und rechtliche Aspekte der Gentechnik stellen werden.

Der vierte Gentechnologiebericht dient nicht nur der Bilanzierung, er ist auch ein Observatorium, um auszuleuchten, wie eine Bearbeitung der oben genannten Fragen zu den Gentechnologien zukünftig ebenso kritisch wie multidimensional (interdisziplinär) erfolgen kann. Zum Beispiel könnte dabei stärker berücksichtigt werden, was für eine biologische Zukunft Menschen in verschiedenen Kulturen eigentlich wollen. Dies wäre dann nicht nur eine indikatorenbasierte Analyse im Hinblick darauf, welche Tendenzen sich aus der Forschung heraus ergeben, sondern würde es auch erlauben, kulturelle, soziale oder auch politische Strömungen zu untersuchen, zu bewerten und offenzulegen, die auf die wissenschaftlichen Erkenntniswege Einfluss nehmen können. In einem solchen größeren Rahmen einer futuristisch anmutenden neuen Diskussionskultur könnten dann nicht nur spezifische Risiken einer bestimmten Anwendung diskutiert werden (z. B. Off-target-Effekte von CRISPR/Cas), sondern mit einem wesentlich größeren Weitwinkel auch, wer bei diesen Diskussionen eigentlich am Verhandlungstisch sitzt, welche Fragen und Zweifel ausgeklammert werden und welche Machtasymmetrien den Diskurs bestimmen. Wenn es um die gentechnisch veränderbare Zukunft der Menschheit geht, sind diese Fragen genauso wichtig, wie die konkrete Beurteilung einer spezifischen Gefährdung oder eines spezifischen Nutzens. Diese Art der Betrachtung kann dann unter Umständen auch eine Grundlage sein, einige Forschungsmöglichkeiten zunächst einmal anzuhalten, bis die gesamtgesellschaftlichen Ziele solcher Forschungsfragen geklärt sind. Das spannende an der Bilanzierung der Arbeit der IAG *Gentechnologiebericht* ist, dass die hier vorgestellten Artikel auch und vor allem Material liefern, um die hier grob skizzierten Fragen weiterzuentwickeln.

1.5 Literatur

- Fehse, B./Domasch, S. (Hrsg.) (2011): Genterapie in Deutschland. Eine interdisziplinäre Bestandsaufnahme. 2. akt. u. erw. Aufl. Forum W, Dornburg.
- Hucho, F. et al. (Hrsg.) (2005): Gentechnologiebericht. Analyse einer Hochtechnologie in Deutschland. Spektrum, München.
- Köchy, K./Hümpel, A. (Hrsg.) (2012): Synthetische Biologie. Entwicklung einer neuer Ingenieurbiologie? Forum W, Dornburg.
- Ma, H. et al. (2017): Correction of a Pathogenic Gene Mutation in Human Embryos. In: Nature 548: 413–419.
- Müller-Röber, B. et al. (Hrsg.) (2009): Zweiter Gentechnologiebericht. Analyse einer Hochtechnologie in Deutschland. Forum W, Dornburg.
- Müller-Röber, B. et al. (Hrsg.) (2013): Grüne Gentechnologie. Aktuelle wissenschaftliche, wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklungen. 3. neubearb. u. erg. Aufl. Forum W, Limburg.
- Müller-Röber, B. et al. (Hrsg.) (2015): Dritter Gentechnologiebericht. Analyse einer Hochtechnologie. Nomos, Baden-Baden.
- Reich, J. et al. (Hrsg.) (2015): Genomchirurgie beim Menschen. Zur verantwortlichen Bewertung einer neuen Technologie. Analyse der Interdisziplinären Arbeitsgruppe Gentechnologiebericht der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften. BBAW, Berlin.
- Schmidtke, J. et al. (Hrsg.) (2007): Gendiagnostik in Deutschland. Status quo und Problemerkundung. Supplement zum Gentechnologiebericht. Forum W, Limburg.
- Walter, J./Hümpel, A. (Hrsg.) (2017): Epigenetik. Implikationen für die Lebens- und Geisteswissenschaften. Nomos, Baden-Baden.
- Wobus, A. M. et al. (Hrsg.) (2006): Stammzellforschung und Zelltherapie. Stand des Wissens und der Rahmenbedingungen in Deutschland. Supplement zum Gentechnologiebericht. Spektrum, München.
- Zenke, M. et al. (Hrsg.) (2018): Stammzellforschung. Aktuelle wissenschaftliche und gesellschaftliche Entwicklungen. Nomos, Baden-Baden.