

SCHWERPUNKT

Science- und/oder Technology-Assessment?

TA-Implicationen der komplexen Beziehung zwischen Wissenschaft und Technik

Einführung in den Schwerpunkt

von **Regine Kollek und Martin Döring**,
beide **BIOGUM Hamburg**

1 Problemaufriss

Wie sollte die Technikfolgenabschätzung (TA) auf die häufig schwindende epistemische Differenz zwischen Wissenserzeugung und technologischem Handeln v. a. bei Technologien reagieren, die sich im Frühstadium ihrer Entwicklung befinden? Die TA ist dann i. d. R. mit dem Dilemma konfrontiert, dass viele der möglichen technischen und v. a. sozialen Implikationen im Frühstadium einer Entwicklung nicht prognostiziert werden können. Wenn Folgen sichtbar werden, ist in vielen Fällen die Technologie bereits weitgehend etabliert, sodass ihre Veränderung schwierig wird. Dieses nach seinem Entdecker benannte „Collingridge-Dilemma“ (Collingridge 1980, S. 11) ist immer dann präsent, wenn sich neue wissenschaftlich-technische Entwicklungen abzeichnen und sich die Frage stellt, zu welchem Zeitpunkt eine Bewertung möglicher Implikationen sinnvollerweise beginnen sollte. Die zunehmend schwieriger werdende Unterscheidung zwischen „erkenntnis-“ und „anwendungsorientierter Forschung“ macht die Antwort auf diese Frage nicht leichter, auch wenn traditionell die Ansicht dominiert, dass beide Bereiche klar voneinander unterschieden werden können. Diese Trennung trifft heute zumindest in einer Reihe von Forschungsbereichen nicht (mehr) unbedingt zu und wirft die Frage auf, welche Konsequenzen diese Entwicklung für die TA und das Problem ihrer „Rechtzeitigkeit“ hat. Kurz: Welche

Konzepte werden benötigt, um auf diese Entwicklung angemessen zu reagieren?

Dieser Frage soll im vorliegenden Schwerpunktheft exemplarisch nachgegangen werden. Für eine fruchtbare Bearbeitung erscheint es uns vorab sinnvoll, sich die unterschiedlichen Pfade zu vergegenwärtigen, die zu dieser Entwicklung geführt haben:

- Im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts wurde der bis dahin weitgehend unhinterfragte Fortschrittskonsens brüchig, der wissenschaftlichen Fortschritt mit sozialem Fortschritt gleichsetzte. Ausgelöst wurde diese Veränderung durch die immer deutlicher ins kollektive Bewusstsein tretenden (unerwünschten) Nebeneffekte von Wissenschaft und Technik, wie sie exemplarisch an den ökologischen Folgen des Pflanzenschutzmittels DDT erkennbar wurden.¹ Die Produkte der Wissenschaft hatten das Labor verlassen und die Gesellschaft selbst wurde zum Labor (Krohn/Weyer 1990; Groß et al. 2005). Parallel dazu veränderten sich die Rahmenbedingungen für die Wissenschafts- und Technikproduktion: Der außerwissenschaftliche Nutzen der Wissenschaft rückte in den Vordergrund und Forschungsfragen wurden nicht mehr nur im Hinblick auf wissenschaftsinterne Probleme, sondern vermehrt auch im Hinblick auf konkrete Anwendungszusammenhänge und -ziele gestellt. Vor diesem Hintergrund war die Forschung zunehmend mit der Herausforderung konfrontiert, nicht nur die Folgen wissenschaftsbasierter Technologien, sondern auch die epistemischen Grundlagen des eigenen Handelns zu reflektieren und die eigene Forschung in einen qualitativ neuen Typ von Wissenschaft zu überführen.
- Die geschilderten Veränderungen waren und sind Anlass für die unterschiedlichsten Versuche, diesen neuen Typus von Wissenschaft systematisch zu beschreiben und zu analysieren. Ihre bis in die 1970er Jahre typischen Charakteristika treffen heute nicht mehr oder nur noch eingeschränkt zu. An die Stelle einer homogenen, akademischen, hierarchischen und disziplinär organisierten Wissenschaft tritt zunehmend ein neues Modell wissenschaftlicher Wissensproduktion, in dem Forschung und Forschungsförderung „problemorientiert“ sind,

die Wissenserzeugung zumeist in zeitlich begrenzten, interdisziplinären Projekten erfolgt und die Akteursgruppen heterogen besetzt und antihierarchisch organisiert sind. Die Wissensproduktion ist weiterhin stark kontextualisiert: Markt, Gesellschaft und weitere Akteure sind integrale Bestandteile dieser neuen Entwicklung, in der die Qualitätskontrolle zunimmt und die Relevanz und Qualität von Forschung auch durch außerwissenschaftliche Institutionen bestimmt werden. Ziel und Effekt dieser von Gibbons und Kollegen auch „Mode 2“ genannten Wissenschaft² ist nicht mehr (nur) die Erzeugung wissenschaftlich abgesicherten Wissens, sondern die gesellschaftlich robusten Wissens. Dieses Konzept von Wissenschaft rückt nicht nur ihren veränderten Charakter und ihre neue Organisation in den Mittelpunkt der Analyse, sondern fokussiert auch den engen Zusammenhang zwischen internen und externen Einflüssen auf die Wissensproduktion selbst.

- Folgeninduzierte Selbstreflexivität und Einbindung in gesellschaftliche Nutzenproduktion verweisen auf die ökologische, soziale und normative Wirksamkeit von Wissenschaft und wissenschaftsbasierter Technologie, jedoch ohne die zentrale epistemische Prämisse der Trennung zwischen Erkennen und Handeln, zwischen Wissenschaft und Technologie zu befragen. Das seit etwa Mitte der 1980er Jahre entwickelte und sich in den letzten Jahren ausdifferenzierende Konzept der „Technosciences“ leistet genau dies, indem es einen konstitutiven Zusammenhang zwischen Wissenschaft und Technologie postuliert und den verwickelten Zusammenhang zwischen Praktiken, Objekten, Personen und Methodologien konzeptionell zu erfassen versucht (Hottois 1984; Latour 1987; Haraway 1997; Nordmann 2004). Was Technosciences demzufolge charakterisiert, ist die untrennbare Kombination zwischen wissenschaftlichen und technologischen Praktiken – oder allgemeiner: „Wissenskulturen“ –, also die Konvergenz von Wissenschaft und Technologie auf allen Ebenen von Handlung und Wirkung, von Materialität und Kultur (Knorr Cetina 1999; Kastenhofer 2010). Diese Beschreibung muss nicht auf alle naturwissenschaftlichen Disziplinen oder

Forschungsbereiche zutreffen. Bezeichnend ist sie v. a. für die sog. NBIC-Wissenschaften (Neuro-, Bio-, Informations- und Kognitionswissenschaften), denen jeweils ein großes Potenzial zur Veränderung bzw. Verbesserung des menschlichen Daseins zugeschrieben wird. Diese auch als Konvergenztechnologien („converging technologies“, CT) bezeichneten Technologien gelten als prototypische Beispiele für die Technoscience, die durch ihre Zusammenführung ihr jeweiliges Veränderungspotenzial noch potenzieren können (Roco/Bainbridge 2001; Roco/Bainbridge 2002).

Vor dem hier skizzierten Hintergrund steht die TA vor zwei ganz besonderen Herausforderungen: Wie soll sie im Hinblick auf die Evaluation und Bewertung von Technikfolgen mit dieser Konvergenz zwischen wissenschaftlichem und technischem Handeln umgehen? Welche Konsequenzen sind daraus für das zeitliche Einsetzen von TA zu ziehen?

2 Frühes Assessment: TA-Konzepte

Erste Vorschläge hierzu wurden bereits früh als Reaktion auf die verstärkte öffentliche Wahrnehmung unerwünschter Technikfolgen formuliert. Dazu gehört prominent das von Gill entwickelte Konzept eines „Science Assessment“, das der zunehmend engeren Verbindung zwischen Wissenschaft und Technik Rechnung trägt und „die Konstitutionsbedingungen wissenschaftlicher Erkenntnis in die Folgenreflexion“ einbezieht (Gill 1994, S. 431). Eine andere Variante eines Science Assessment geht davon aus, dass die wachsende gesellschaftliche Wahrnehmung von (wissenschaftlichem) Nichtwissen Konsequenzen hat: Sie wirkt auf die Wissenschaft zurück, so wie diese zuvor in die Gesellschaft hinein gewirkt hat. Darüber kommt es zu neuen Grenzziehungsprozessen und -problemen zwischen Wissenschaft und Gesellschaft, auf die TA mit „neuen kognitiven Strategien sowie institutionen- und demokratiepolitischer Sensitivität“ antworten muss (Bösch 2005, S. 122). Andere Konzepte heben weniger auf die Verschränkung zwischen Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft ab, sondern zielen eher auf einen möglichst frühzeitigen Beginn der TA. Dazu gehört unter anderem das „Constructive

Technology Assessment“, das sich nicht primär auf die möglichen Folgen einer Technologie konzentriert, sondern darauf abzielt, ihr Design, ihre Entwicklung und den Implementationsprozess mit zu gestalten (Schot/Rip 1996). Auch ein „Real-Time Assessment“ wurde vorgeschlagen, das Technologieentwicklung von Anfang an begleitet und sozialwissenschaftliche Fragen sowie Policy- und Governance-Aspekte sehr früh integrieren sollte (Guston/Sarewitz 2002).

Die Fragen nach den Konstitutionsbedingungen von Technologie, nach dem Zusammenhang zwischen wissenschaftlicher und technologischer Entwicklung oder dem epistemischen Status des Handlungswissens werden also von dem meisten der genannten Ansätze nicht oder nicht systematisch genug aufgegriffen. Ein berechtigter Grund dafür, TA erst dann durchzuführen, wenn sich die Konturen des möglichen Wirkungsspektrums deutlicher abzeichnen, liegt darin, dass eine zu frühe TA nicht nur mit enormen Unsicherheiten verbunden ist, sondern auch erhebliche Selektionsprobleme aufwirft, da in einem sehr frühen Stadium einer wissenschaftlich-technischen Trajektorie vielversprechende Verfahren oder Produkte nicht leicht zu identifizieren sind. Noch weniger klar ist es, welche von ihnen sich letztlich durchsetzen werden. Im Bereich biomedizinischer Technologien wurden beispielsweise von 101 als klinisch äußerst vielversprechend eingestuften Entdeckungen, die zwischen 1979 und 1983 in wichtigen wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht worden waren, nur fünf in innovative Verfahren umgesetzt, die 2003 für die klinische Anwendung lizenziert waren: Nur eine davon wurde im klinischen Kontext breit genutzt (Contopoulos-Ioannidis et al. 2003). Die Zeit zwischen Entdeckung und Translation in die Praxis kann also sehr lang sein (Contopoulos-Ioannidis et al. 2008).

Dennoch kann ein besseres Verständnis der Entstehungsbedingungen wissenschaftsbasierter Technik und ihres epistemischen Fundaments neue Ansatzpunkte für die TA und damit für die Gestaltung technologischer Entwicklungen bieten. Eine erste Analyse des Konzepts der Technosciences zeigt, dass sich solche Ansatzpunkte und Aufgaben für die TA u. a. dort finden lassen, wo es zur Konvergenz verschiedener wissenschaftlich-technischer Entwicklungen kommt, wie dies

im Bereich der NBIC-Technologien der Fall ist. Solche Konvergenzen können nicht nur das gesellschaftliche Welt- und Selbstverständnis verändern, sondern auch vollkommen neue Objekte schaffen und gesellschaftliche Möglichkeiten beeinflussen, die entsprechenden Veränderungen zu kontrollieren (Kastenhofer 2010, S. 50).

Das Konzept der Technosciences ist darüber hinaus geeignet, einige der Grundannahmen, die vielen TA-Konzepten zugrunde liegen, zu befragen und zu reflektieren, wodurch sich das für die TA fundamentale Verständnis von Technikentwicklung verändern kann (Liebert/Schmidt 2010). Beispielsweise ergibt sich aus der technowissenschaftlichen Feststellung „science is everywhere“ eine Frage in Bezug auf die (traditionell unterstellte) zeitliche Linearität von Technikentwicklung. Die im Kontext der Technowissenschaften zumeist klarer artikulierten und erkennbaren Ziele und Zwecke des Handelns eröffnen die Möglichkeit, Wissen über Technikentwicklung zu erschließen; die für die TA charakteristische Annahme von Wissensdefiziten wird damit infragegestellt. Und nicht zuletzt schwindet aufgrund der Tatsache, dass die Technosciences in der Regel von vielen verschiedenen Akteuren entwickelt und angewendet werden, die Kontrollfiktion von Technik und weicht einem Gestaltungsparadigma. Liebert und Schmidt schlagen ein „Prospective Technology Assessment“ (ProTA) vor, das diesen Veränderungen von Technikentwicklung Rechnung trägt und neue Wege zu ihrer gesellschaftlichen Gestaltung aufzeigt (Liebert/Schmidt 2010).

3 Vom Konzept zur Praxis: Fallstudien

Soviel zu ersten konzeptionellen Überlegungen über den Zusammenhang von Science- und Technology-Assessment, dessen genauere Analyse trotz substanzieller Beiträge zu diesem Thema noch aussteht. Darüber hinaus bewegen sich die bisherigen Diskussionen dazu weitgehend auf der konzeptionellen Ebene, während Fallstudien, die das Potenzial eines „Technoscience Assessment“ auf den Prüfstand stellen, kaum durchgeführt worden sind. Das vorliegende Schwerpunktheft möchte einen Beitrag dazu leisten, diese Leerstelle ein Stück weit zu füllen. Zwei biowissenschaftliche Felder, die in der vergangenen Zeit vermehrt inner- und

außerwissenschaftliche Aufmerksamkeit auf sich gezogen haben, stehen im Fokus: die „Synthetische Biologie“ und die „Systembiologie“.

Bei diesen Ansätzen handelt es sich auf den ersten Blick um komplementäre, sich teilweise auch ergänzende Forschungsperspektiven: Während die Systembiologie zumeist hypothesen-geleitet arbeitet und versucht, die funktionellen Wechselwirkungen der zahlreichen Komponenten biologischer Systeme zu verstehen und zu modellieren, zählt die Synthetische Biologie zu den datengetriebenen Forschungszweigen, die im Idealfall darauf abzielt, mithilfe biochemischer „Bausteine“ bisher in der Natur eventuell auch nicht existierende Funktionen, Funktionskomplexe oder gar Organismen im Reagenzglas zu konstruieren (Brent 2004; Lanza et al. 2012). Besonders Letzteres hat in der Öffentlichkeit zu erheblichen Kontroversen geführt, was die Synthetische Biologie bereits zum Gegenstand für diverse TA-Untersuchungen gemacht hat (vgl. Presidential Commission 2010; TA-SWISS 2012; TAB 2012).

Im Gegensatz dazu hat die Systembiologie bisher kaum kontroverse Debatten ausgelöst, obwohl ihre direkten und indirekten Auswirkungen auf Wissenschaft und Gesellschaft möglicherweise ebenso weitreichend, wenn nicht sogar weiter reichend sind als die der Synthetischen Biologie. Dies zeigt sich exemplarisch im Bereich der „translationalen Forschung“, in der es darum geht, wissenschaftliche Befunde und Ergebnisse so schnell wie möglich anwendungsreif weiterzuentwickeln.³ Hier nimmt die Systembiologie eine wichtige Scharnierfunktion ein, die es zumindest prinzipiell erlaubt, auf der molekularen Ebene oder in der Zellkultur erzielte Ergebnisse in den breiteren Kontext biologischen Systemwissens zu stellen, um damit den Weg zu einem in der klinischen Praxis anwendbaren Produkt zu verkürzen.

Die Analysen und Ergebnisse der Beiträge des vorliegenden Heftes bieten zu den hier skizzierten Aspekten und Fragen einer TA im Zeitalter technowissenschaftlicher Veränderungen aufschlussreiche Einblicke. Sie stellen in den folgenden das Bemühen dar, die Potenziale und Leerstellen einer TA im Kontext aktueller technowissenschaftlicher Entwicklungen konzeptionell zu erweitern und empirisch zu begründen.

4 Die Beiträge dieses Schwerpunktes

Eröffnet wird der erste Themenblock mit einem Beitrag von Armin Grunwald, der sich dem neuen Forschungsfeld der Synthetischen Biologie widmet, das die Konstruktion neuer oder die Umgestaltung existierender Lebens anstrebt. Ausgehend von zentralen und für die Synthetische Biologie konstitutiven Begrifflichkeiten, mit denen Ingenieurtechnik und Biowissenschaft semantisch relationiert werden, stellt Grunwald fest, dass trotz einer etablierten Begleitforschung derzeit ein faktenbezogenes Folgewissen über zukünftige Auswirkungen der Synthetischen Biologie kaum möglich ist. Daraus ergibt sich die Frage nach dem Forschungsgegenstand von TA in technowissenschaftlichen Kontexten: Sollen Wissensbestände, Praktiken und/oder Forschungsgegenstände genauer untersucht werden? Hat dies angesichts eines momentan schwer einschätzbaren Folgenwissens überhaupt Sinn? TA sollte, so Grunwald, sich im Feld der Synthetischen Biologie einer hermeneutischen Analyse und Interpretation von Visionen und Erzählungen widmen. Damit würde TA die Struktur disziplinärer Zukunftsvisionen produktiv unter die Lupe nehmen und zukunftsbezogene Konvergenzen von Wissenschaft und Technik offenlegen.

Peter Wehlings Beitrag „Die Medizin auf dem Weg zur Technowissenschaft?“ untersucht technowissenschaftliche Tendenzen in der Medizin und verbindet diese mit der Erzeugung technowissenschaftlicher Identitätsangebote. Begriffe wie „Risikoperson“ oder „Genträger“ sind Merkmale und Elemente eines sich abzeichnenden Wandels der Medizin zu einer Technowissenschaft, die die TA vor neue Probleme stellt, da sich Konzepte von Gesundheit und gesunder Lebensführung grundlegend verändern. Wie können Gesundheit oder gesunde Lebensführung im Kontext einer technowissenschaftlich motivierten Gesundheitsgesellschaft mithilfe von TA neu definiert und verhandelt werden? Wehling sieht die Aufgabe von TA in der Initiierung gesellschaftlicher Diskussionen und Diskurse, mit denen Mittel und Ziele einer technowissenschaftlich geprägten Medizin definiert und legitimiert werden sollten.

Martin Döring wiederum widmet sich in seiner Studie dem Lebensbegriff in der Systembiologie. Ausgehend von Überlegungen zum Vision Assessment schlägt er ein sprachwissenschaftlich

motiviertes „Metaphor Assessment“ vor, mit dem sowohl die metaphorischen Rahmungen des Lebensbegriffs aufgespürt, als auch deren Implikationen offengelegt werden können. Metaphern und die Untersuchung ihrer Übertragungsprozesse bergen ein bisher selten beachtetes analytisches Potenzial, das in der Frühphase technologischer Entwicklungen Elemente eines Metawissens für die Diskussion und Bewertung neuer Technologien im Sinne von TA und ProTA bereitstellen könnte. Zielpunkt wäre eine empirisch fundierte und kritisch reflexive Hermeneutik gegenwärtiger Visionen und Leitbilder, die auf den systembiologischen Lebensbegriff bezogen oder auf weitere grundlegende Konzepte angewendet werden könnte.

Auch Jan Schmidt thematisiert den möglichst frühen Beginn eines Technology Assessment. Er erprobt in seinem Aufsatz das von ihm mit entworfene Konzept der prospektiven Technikfolgenabschätzung. ProTA sollte möglichst früh Phasen der wissenschafts- und techniknahen Reflektion einleiten, um begriffliche Klärungen herbeizuführen, die neben Gestaltungsoptionen Entwicklungspfade oder -engstellen aufzeigen könnten. Gegenstand seiner Analyse ist der zentrale Begriff der „Selbstorganisation“ in der Synthetischen Biologie, der in seiner semantischen und konnotativen Extension philosophisch untersucht wird. Schmidts Beitrag zeigt deutlich, dass mit einem fortschreitenden technischen Zugriff auf eine sich selbstorganisierende Natur Aspekte von Nichtwissen, Unbestimmtheit sowie Unkontrollierbarkeit sichtbar werden. Eine Analyse im Sinne der ProTA erörtert die artikulierten sowie nicht artikulierten Potenziale der Synthetischen Biologie und trägt zu einer realistischeren Bewertung dieser neuen Technologie bei.

Regine Kollek untersucht, inwiefern sich der Begriff der Technosciences für die Analyse und das Assessment der Systembiologie fruchtbar machen lässt. Entwicklungen wie die Systembiologie passen nicht in das verbreitete Muster, wonach zumeist einzelne Techniken im Zentrum der Untersuchung stehen, denn es handelt sich dabei nicht um eine Technologie, sondern um einen konzeptionellen Wechsel der Perspektive von den molekularen hin zu den Systemeigenschaften von Lebensphänomenen. In der Forschungspraxis ist dieser Perspektivenwechsel jedoch mit ei-

nem doppelten Technisierungsschritt verbunden, der die Systembiologie als wissenschaftliche Herangehensweise an Lebensphänomene, die konstitutiv mit computerisierten Modellierungstechniken verbunden ist, als Technoscience qualifiziert. Obwohl also die Systembiologie beispielsweise auch noch weniger als die Nanotechnologie im engeren Sinne als Technik zu bezeichnen ist, kann der für sie charakteristische Perspektivenwechsel weitreichende Konsequenzen haben, wie Kollek am Beispiel der Systemmedizin zeigt. Von daher muss die Frage nach den Implikationen der Systembiologie bzw. Systemmedizin so früh wie möglich gestellt werden: Sie sollte sich auf die konzeptionellen Aspekte und nicht erst auf die Produkte dieser Entwicklung richten.

Abschließend untersucht Anne Brüninghaus die Systembiologie als „emerging technology“. Ihre empirische Analyse zeigt, wie die Sichtbarkeit dieser Entwicklung, deren Implikationen sowie Fragen der Regulierung in Öffentlichkeit, Medien und Wirtschaft in Deutschland und Österreich thematisiert werden. Dabei bietet das Verständnis von Systembiologie als Technowissenschaft einen analytischen Vorteil, da es eine differenzierte und erweiterte Analyse diskursiver Strukturen und Dynamiken ermöglicht, die technowissenschaftlichen Realitäten Rechnung trägt und damit ein neues Feld für TA eröffnet.

Zusammenfassend zeigt sich anhand der Beiträge des vorliegenden Bandes, dass die Entwicklungen im Bereich der Synthetischen Biologie und der Systembiologie neue und spannende Fragen aufwerfen, die die TA methodisch wie theoretisch herausfordern. Diese Herausforderung sollte angesichts der Offenheit, mit der Wissenschaftsforschern in beiden Feldern begegnet wird, unbedingt angenommen und interdisziplinär genutzt werden.

Anmerkungen

- 1) DDT steht für Dichlordiphenyltrichlorethan.
- 2) Mode 2 versteht sich in Abgrenzung zur traditionellen „Mode 1“-Wissenschaft (siehe dazu Gibbons et al. 1994).
- 3) Unter translationaler Forschung versteht man in der Medizin die Schnittstelle zwischen präklinischer Forschung und klinischer Entwicklung. Dabei geht es beispielsweise hauptsächlich um die Überset-

zung von Ergebnissen aus der Forschung an Zellen oder Tieren in die Anwendung am Menschen.

Literatur

Böschen, S., 2005: Vom Technology zum Science Assessment: (Nicht-)Wissenskonflikte als konzeptionelle Herausforderung. In: *Technologiefolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 14/3 (2005), S. 122–127

Brent, R., 2004: A Partnership between Biology and Engineering. In: *Nature Biotechnology* 22/10 (2004), S. 1211–1214

Collingridge, D., 1980: *The Social Control of Technology*. Milton Keynes

Contopoulos-Ioannidis, D.G.; Alexiou, G.A.; Gouvas, T.C. et al., 2008: Medicine. Life Cycle of Translational Research for Medical Interventions. In: *Science* 321/5894 (2008), S.1298–1299

Contopoulos-Ioannidis, D.G.; Ntzani, E.; Ioannidis, J.P.; 2003: Translation of Highly Promising Basic Science Research into Clinical Applications. In: *The American Journal of Medicine* 114 (2003), S. 477

Gibbons, M.; Limoges, C.; Nowotny, H. et al., 1994: *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. London

Gill, B., 1994: Die Vorverlegung der Folgenerkenntnis. *Science Assessment als Selbstreflexion der Wissenschaft*. In: *Soziale Welt* 45/4 (1994), S. 430–454

Groß, M.; Hoffman-Riem, H.; Krohn, W., 2005: *Real-experimente. Ökologischer Gestaltungsprozess in der Wissensgesellschaft*. Bielefeld

Guston, D.H.; Sarewitz, D., 2002: Real-time Technology Assessment. In: *Technology in Society* 24/1–2 (2002), S. 93–109

Haraway, D.J., 1997: *Modest_Witness@Second_Millennium. FemaleMan(c)_Meets_OncoMouse(TM)*. New York

Hotois, G., 1984: *Le signe et la technique. La philosophie à l'épreuve de la technique*. Paris

Kastenhofer, K., 2010: Do We Need a Specific Kind of Technoscience Assessment? Taking the Convergence of Science and Technology Seriously. In *Poiesis & Praxis* 7 (2010), S. 37–54

Knorr Cetina, K., 1999: *Epistemic Cultures: How Sciences Make Knowledge*. Cambridge, MA

Krohn, W.; Weyer, J., 1990: Die Gesellschaft als Labor – Risikotransformation und Risikokonstitution durch moderne Forschung. In: Halfmann, J.; Japp, K.P. (Hg.): *Risikante Entscheidungen und Katastrophenpotentiale*. Opladen

Lanza, A.M.; Crook, N.C.; Alper H.S., 2012: Innovation at the Intersection of Synthetic and Systems Biology. In: *Current Opinion in Biotechnology* 23/5 (2012), S. 712–717

Latour, B., 1987: *Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers Through Society*. Cambridge, MA

Liebert, W.; Schmidt, J.C., 2010: Towards a Prospective Technology Assessment: Challenges and Requirements for Technology Assessment in the Age of Technoscience. In: *Poiesis and Praxis* 7 (2010), S. 99–116

Nordmann, A., 2004: Was ist TechnoWissenschaft? – Zum Wandel der Wissenschaftskultur am Beispiel von Nanoforschung und Bionik. In: Rossmann, T.; Tropea, C. (Hg.): *Bionik: Aktuelle Forschungsergebnisse in Natur-, Ingenieur- und Geisteswissenschaften*. Berlin

Presidential Commission for the Study of Biomedical Issues, 2010: *New Directions: The Ethics of Synthetic Biology and Emerging Technologies*. Washington D.C.; http://bioethics.gov/cms/sites/default/files/PCSBi-Synthetic-Biology-Report-12.16.10_0.pdf (download 8.10.12)

Roco, M.C.; Bainbridge, W.S. (Hg.), 2001: *Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology*. NSET Workshop Report. Arlington

Roco, M.C.; Bainbridge, W.S. (Hg.), 2002: *Converging Technologies for Improving Human Performance*. Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science. NSF/DOC sponsored report. Arlington

Schot, J.; Rip, A., 1996: The Past and Future of Constructive Technology Assessment. In: *Technological Forecasting and Social Change* 54 (1996), S. 251–268

TAB – Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag, 2012: *Synthetische Biologie (Laufendes Projekt)*; <http://www.tab-beim-bundestag.de/untersuchungen/u9800.html> (download 8.10.12)

TA-SWISS, 2012: *Synthetische Biologie in der Gesellschaft. Eine neue Technologie in der öffentlichen Diskussion (Laufendes Projekt)*; <http://www.ta-swiss.ch/?redirect=getfile.php&cmd%5Bgetfile%5D%5Buid%5D=2057> (download 8.10.12)

Kontakt

Prof. Dr. Regine Kollek
FSP BIOGUM
Universität Hamburg
Lottestraße 55, 22529 Hamburg
Tel.: +49 (0) 40 / 74 10 - 5 63 09
E-Mail: kollek@uni-hamburg.de

