

# Technikzukünfte als Forschungsgegenstand der Geistes- und Sozialwissenschaften

*Armin Grunwald, Karlsruher Institut für Technologie*

## 1. Fragestellung und Überblick

Der Begriff der Technikzukünfte ist bislang unüblich. Er wird gelegentlich in wissenschaftlichen Analysen und Reflexionen genutzt, in denen an den vielfältigen Schnittstellen zwischen Technik und Wissenschaft einerseits und Mensch und Gesellschaft andererseits gegenseitige Abhängigkeiten und Beeinflussungsverhältnisse untersucht werden. Das ist zum einen der Fall in der Technikfolgenabschätzung (Grunwald 2010), in der selbstverständlich auch Forschung zu Technikzukünften für die Zwecke der Politik- und Gesellschaftsberatung betrieben wird (Grunwald 2012); zum anderen untersuchen geistes- und gesellschaftswissenschaftliche Disziplinen die sprachliche Verfasstheit von Technikzukünften, ihre Verbreitungswege und Rezeptionsmuster sowie ihre Folgen; schließlich erscheinen gelegentlich reflektierende Analysen wissenschaftlicher Akademien und Vereinigungen (acatech 2012).

Am Begriff der Technikzukünfte ist zum einen der Plural interessant und erläuterungsbedürftig (Teil 2). Zum anderen fällt auf, dass durch den unmittelbaren Rekurs auf Technik die Welt der Ingenieure und Technikwissenschaften adressiert wird, während Erforschung und Reflexion der Technikzukünfte – nicht unbedingt ihre Produktion – zumeist den Geistes- und Sozialwissenschaften bzw. der Technikfolgenabschätzung zugewiesen wird, wie auch in diesem Beitrag. Damit scheint sich in diesem Begriff unmittelbar die bekannte Dichotomie zwischen Geist und Technik bzw. den entsprechenden Wissenschaften oder gar der Graben zwischen den „Two Cultures“ (Charles P. Snow) zu zeigen – oder aber könnte genau umgekehrt der Begriff der Technikzukünfte als Versprechen genommen werden, gerade diese Dichotomien und Gräben zu überwinden, wenigstens ein Stück weit. Die Möglichkeit beider – konträrer – Betrachtungsweisen weist auf die Notwendigkeit konzeptioneller Überlegungen hin.

In diesem Beitrag möchte ich die Geistes- und Sozialwissenschaften in ihren Möglichkeiten zur Untersuchung von Technikzukünften in den Blick nehmen.<sup>1</sup> Dies erfordert zunächst einige einführende Bemerkungen zur Begrifflichkeit (Teil 2), sodann Überlegungen zu den möglichen forschungsleitenden Interessen, welche wiederum auf eine Diagnose bestehender gesellschaftlicher Verhältnisse gegründet werden müssen (Teil 3), um Technikzukünfte als forschungsleitendes Konzept einzuführen und Anknüpfungspunkte für Geistes- und Sozialwissenschaften aufzuzeigen (Teil 4).

## 2. Technikzukünfte als erklärungsbedürftiger Begriff

Der Begriff der Technikzukünfte ist eine Neuschöpfung, ein Kunstwort der letzten Jahre. Zwar mag er auch früher schon hier und da verwendet worden sein, das kann aber, soweit ich das ersehen kann, keine bleibenden Auswirkungen gehabt haben. In die aktuelle Debatte um das Verhältnis von Technik und Gesellschaft ist der Begriff im Rahmen einer Entwicklung am Karlsruher Institut für Technologie gekommen, in der die etablierten Felder der Technikfolgenabschätzung und der Erforschung der Wechselwirkungen zwischen Mensch und Technik um eine neue Facette bereichert werden sollen – um die interdisziplinäre Erforschung von Technikzukünften im Rahmen eines neu zu gründenden Instituts für Technikzukünfte (ITZ).

Technikzukünfte sind Vorstellungen über zukünftige Entwicklungen, in denen Technik und der wissenschaftlich-technische Fortschritt eine erkennbare Rolle spielen (acatech 2012, Grunwald 2012). Dazu gehören

- Prognosen der weiteren Entwicklung in bestimmten Feldern wie z. B. über die Verfügbarkeit neuer Technologien und ihre zukünftige Wettbewerbsfähigkeit auf Basis von Lernkurven oder die zukünftige Entwicklung von Märkten und Konkurrenzverhältnissen,
- wissenschaftlich erstellte Zukunftsvorstellungen wie modellbasierte Szenarien, z. B. für die Entwicklung des Weltklimas oder im Energiebereich (Dieckhoff et al. 2011), oder Simulationen zukünftiger Entwicklungen,

---

<sup>1</sup> Die Überlegungen in diesem Beitrag fassen die Analysen in Grunwald (2012) zusammen und fokussieren sie auf die möglichen Beiträge der Geistes- und Sozialwissenschaften.

- von Wissenschaftlern oder Wissenschaftsmanagern entwickelte Visionen zukünftiger gesellschaftlicher Entwicklungen und Zustände auf Basis heutiger Erwartungen und Extrapolationen, insbesondere im Bereich der neuen Technikfelder wie Nanotechnologie und Synthetische Biologie (Grunwald 2007),
- literarische und künstlerische Formen der Erkenntnis wie z. B. manche Formen der Science Fiction und der Filmliteratur, aber auch
- konkrete lokale oder regionale Überlegungen zur Zukunftsgestaltung im Rahmen entsprechender Foresight-Prozesse.

Diese Technikzukünfte können Elemente aus konkreten Bereichen der Technik umfassen wie zukünftige Mobilität, Energieversorgung, Wassermanagement oder die Steuerung von komplexen technischen, sozialen oder virtuellen Systemen. Sie können sich aber auch auf allgemeinere Fragen wie die Zukunft der Natur des Menschen (Habermas 2001) oder die Entwicklungen der Verhältnisse zwischen Mensch, Technik und Natur erstrecken. Besonders bekannt für Technikzukünfte ist die Raumfahrt, in deren Geschichte weitreichende, teils futuristische Visionen eine große Rolle gespielt haben und teils noch spielen. Ganz andere Typen von Technikzukünften werden gegenwärtig im Kontext der Energiewende diskutiert, beispielsweise die zukünftigen Energieinfrastrukturen wie Überlandleitungen und Speicherkraftwerke, die Notwendigkeit der Vorhaltung von regelbaren Kraftwerken zur Sicherung der Netzstabilität und die Reform des Erneuerbare-Energien-Gesetzes. Wiederum ein anderer Typ von Technikzukünften ist im Feld der visionären Erwartungen an neue Basistechnologien zu finden, wenn beispielsweise eine ‚technische Verbesserung des Menschen‘ als Zukunftsprogramm propagiert wird (Roco/Bainbridge 2002).

Alle diese Technikzukünfte sind, und das ist eine zentrale Diagnose, nicht Zukünfte der Technik *als solcher*, sondern Zukünfte von Mensch und Gesellschaft, in denen – nach jeweils gegenwärtigem Verständnis – zukünftige Technologien eine erkennbare oder sogar zentrale Rolle spielen werden. Man kann von kulturellen, sozialen, anthropologischen oder noch anderen Technikzukünften sprechen. Technikzukünfte beschreiben nicht zukünftige Entwicklungen *der* Technik, sondern zukünftige gesellschaftliche Entwicklungen *mit* Technik und im Licht des erwartbaren wissenschaftlich-technischen Fortschritts.

Der Plural ‚Technikzukünfte‘ ist in der deutschen Sprache zwar nicht falsch, aber sehr unüblich. Daher bedarf seine Verwendung guter Gründe. Der eine, allerdings nicht zentrale Grund ist, dass es Technikzukünfte in großer Zahl gibt, ob

nun in der wissenschaftlichen Literatur, in der gesellschaftlichen Debatte, in strategischen Überlegungen in Unternehmen und in politischen Entscheidungsverfahren. Darüber hinaus jedoch, und das ist ein starker konzeptioneller Grund, treten Technikzukünfte *notwendigerweise* im Plural auf. Denn diese ‚Zukünfte‘ werden nicht entdeckt, sondern „gemacht“ (acatech 2012): Wissenschaftler erstellen Prognosen oder Szenarien, Wissenschaftsautoren bringen Visionen in die Debatte ein, Literaten erfinden Geschichten über die Zukunft, Filmemacher drehen Science-Fiction-Filme. Je nach Kontext und Intention werden andere Typen von Zukünften „hergestellt“ und kommuniziert. Insbesondere im Feld der wissenschaftlichen Politik- und Gesellschaftsberatung sind in den letzten Jahrzehnten eine Fülle von Zukünften produziert, bewertet und kommuniziert worden. Prognosen über die wirtschaftliche Entwicklung, Überlegungen zur Zukunft der Arbeit, Szenarien zur zukünftigen Energieversorgung und der Entwicklung des Weltklimas, Projektionen zum demografischen Wandel und die Möglichkeiten einer nachhaltigen Entwicklung der Menschheit gehören zu den wichtigsten Themen in diesem Feld. Diese Zukünfte sind sämtlich *Konstrukte*, entstanden im Kopf einzelner Personen, beim Brainstorming in Gruppen oder methodenorientiert in komplexen Verfahren der Modellierung und Simulation. Da alle diese Verfahren jeweils „heute“ stattfinden, bilden sie das ab, was wir jeweils „heute“ über die Zukunft denken (Grunwald 2012) und was durch heutiges Wissen, heutige Relevanzeinschätzungen, heutige Diagnosen, aber auch heutige Annahmen, heutige Werte und Interessen geprägt ist. Denken über Zukunft erfolgt notwendig in der „Immanenz der Gegenwart“. Da es in modernen pluralistischen Gesellschaften sehr viele unterschiedliche Einschätzungen gibt, müssen resultierende Technikzukünfte im Plural auftreten. Die Vielfalt der Zukünfte ist eine Folge der Vielfalt der Gegenwart.

### 3. Erkenntnisleitende Interessen in der Erforschung von Technikzukünften

Wenn in diesem Beitrag die Technikzukünfte den Geistes- und Sozialwissenschaften als Forschungsgegenstand anempfohlen werden, bedarf dies einer rechtfertigenden Diagnose. Dies ist letztlich die gleiche Diagnose, die zur Gründung des Instituts für Technikzukünfte (ITZ) in Karlsruhe geführt hat. Das ITZ ist interdisziplinär aufgestellt, wobei jedoch den Geistes- und Sozialwissenschaften eine (neben den Rechtswissenschaften) hervorgehobene Rolle zukommen wird.

Die in diesem Teil gegebene Diagnose folgt daher eng der Motivationsbeschreibung des ITZ (vgl. Grunwald 2012, Prolog).

Technik und die damit verbundenen Möglichkeiten und Grenzen prägen in der Moderne zunehmend das Denken der Menschen und das gesellschaftliche Handeln. Auch die Überwindung negativer Technikfolgen und der konstruktive Umgang mit den Ambivalenzen der Technik (Grunwald 2010) werden in der Regel nicht von einem Verzicht auf Technik, sondern von anderer und besserer Technik erwartet. Die technisch umgestaltete Welt ist zur ‚Zweiten Natur‘ geworden, in der heute wie selbstverständlich privates wie öffentliches Leben stattfinden und in der neue Möglichkeiten und Freiheitsräume eröffnet werden, allerdings auch neue Grenzen und Herausforderungen entstehen. Die durch den wissenschaftlich-technischen Fortschritt hervorgerufene enorme Kontingenzsteigerung in der *conditio humana* (Grunwald 2007) ist daher notwendig mit Widersprüchen, Konflikten und Verwerfungen verbunden. Einerseits gilt Technik nach wie vor als zukunftsweisend und wohlstandssichernd, als beschützend und komfortsteigernd, als Versprechen auf und vielfach auch als Notwendigkeit für die Gestaltung einer guten, wenn nicht besseren Zukunft. Andererseits sind gegenteilige Effekte aufgetreten, die den naiven Fortschrittsoptimismus weitgehend gebrochen haben: technikinduzierte Schäden für die natürliche Umwelt, Erschöpfung natürlicher Ressourcen, soziale Probleme und teils massive Technikkonflikte. Damit führen, so die übereinstimmende Diagnose in Philosophie, Gesellschafts- und Technikwissenschaften, die weiterhin zunehmende technische Handlungsmacht des Menschen und die wachsende Eingriffstiefe technischer Intervention in Natur und Gesellschaft, schließlich auch in den menschlichen Körper und Geist, simultan zu einer Zunahme der Anforderungen an menschliche *Verantwortung*.

Nun müssen vor der Behandlung von Verantwortungsfragen des technischen Fortschritts Vorstellungen vom *Gegenstand* der Reflexion und der Debatte entwickelt werden. Diese ‚Vorstellungen‘ sind in der Regel Vorstellungen über *zukünftige* Entwicklungen von Technik, über ihre Nutzung und die Folgen ihres Einsatzes, über deren Verantwortbarkeit befunden werden muss – es sind gerade die „Technikzukünfte“, die den zentralen Gegenstand ethischer Reflexion zu Verantwortung und Verantwortbarkeit im wissenschaftlich-technischen Fortschritt bilden. Zu diesen wird gefragt, ob, in welcher Hinsicht und unter welchen Kriterien sie verantwortbar sind bzw. durch Modifikationen oder Begleitmaßnahmen verantwortbar gestaltet werden können. Ob nun Versprechungen der Synthetischen Biologie, die Frage der Machbarkeit der Energiewende oder die

Möglichkeiten eines Human Enhancement, es sind grundsätzlich die zukünftigen, mit dem wissenschaftlich-technischen Fortschritt entstehenden Entwicklungen, welche Anlass zu Verantwortungsdebatten geben.

Die grundlegende Motivation, Technikzukünfte zu erforschen, ist daher eine *praktische*. Es geht vor allem darum, die Gegenstände von Verantwortungsdebatten klarer zu erfassen, sowohl in ihren kognitiven und normativen Gehalten als auch in ihren epistemologischen Ansprüchen. Dies ist z. B. anlässlich soziologischer Kritik an Verantwortungsdebatten erforderlich, nach der der Verantwortungsethik ihr Gegenstand abhandenkomme, einfach, weil es aufgrund der mit den Zukünften verbundenen Unsicherheiten gar nichts gebe, das zu verantworten wäre (Bechmann 1993). Aber auch die Philosophie ist auf dieses Problem aufmerksam geworden und hat es z. B. in der an Hans Jonas anschließenden Debatte über den grundsätzlichen „Vorrang der schlechten vor der guten Prognose“ (Jonas 1979), in der Debatte zur ‚spekulativen Nano-Ethik‘ (Nordmann 2007) und auch zu den ‚mere possibility arguments‘ (Hansson 2006) thematisiert.

Unterstützt wird die Motivation durch die ganz grundsätzliche Beobachtung, dass Technikzukünfte wesentlicher Bestandteil der gesamtgesellschaftlichen Diskussion über die Frage sind, wie – genauer: mit welcher Technik – wir als Gesellschaft zukünftig leben wollen oder nicht. So prägen sie beispielsweise in Form von Visionen der Nanotechnologie oder als Szenarien der Energieversorgung die öffentliche Wahrnehmung von Technik und ihre Akzeptanz mit. Sie strukturieren und rahmen die Kommunikation über Chancen und Risiken, dienen der gesellschaftlichen Bewertung von Technik und finden nicht zuletzt Eingang in das politische Entscheiden – sind also selbst Teil gesellschaftlicher Aushandlungsprozesse. Über Technikzukünfte zu sprechen bedeutet damit beides: über Folgen von Technik für Mensch, Kultur und Gesellschaft nachdenken, aber auch Erwartungen an den weiteren technischen Fortschritt thematisieren, um bestimmten erwarteten Problemen besser begegnen zu können. Technikzukünfte prägen auch das konkrete Entwicklungshandeln sowohl in den Technikwissenschaften wie im Ingenieurwesen. Hier wird Technik nicht für *heutige*, sondern für *zukünftige* Nutzer und Märkte entwickelt. Die Entwickler benötigen ein Bild der zukünftigen Welt, für die sie Technik entwickeln, genauso wie Politik und Gesellschaft Technikzukünfte benötigen, um sich in anstehenden Entscheidungen z. B. der Forschungsförderung oder der Regulierung zu orientieren. Gesellschaftlich diskutierte „Technikzukünfte“, wie die Erwartungen an eine Effizienzrevolution in der Energieversorgung, haben Einfluss auf die Technikgestaltung und bestimmen die Ausgestaltung zukünftiger technischer Systeme und

Nutzungsbedingungen mit. Die Erforschung von Technikzukünften soll, und auch dies ist eine praktische Motivation, unsere Fähigkeit verbessern, mit Technikzukünften in den demokratischen Auseinandersetzungen wissenschaftsbasiert und reflektiert vorzugehen, um gesellschaftliche Selbstverständigung und politische Entscheidungen möglichst transparent und aufgeklärt angehen zu können.

## 4. Forschungsfragen der Geistes- und Sozialwissenschaften

Um Technikzukünfte als analytisches Konzept für Forschung fruchtbar zu machen, reicht selbstverständlich eine Beschreibung der forschungsleitenden Interessen nicht aus, und auch eine solche konnte oben ja nur in aller Vorläufigkeit und aus einer eingeschränkten Perspektive herausgegeben werden. Es ist vielmehr darüber hinaus nach konkreten Forschungsperspektiven und nach Dimensionen einer solchen Forschung zu fragen, vielleicht auch schon nach konkreten Forschungsfeldern und Gegenstandsbereichen. In dieser Richtung sollen im Folgenden, aufbauend auf den bisherigen Ausführungen, einige Vorschläge entwickelt werden.

- Technikzukünfte haben einen Platz in den gesellschaftlichen Technikdebatten, in denen es ganz allgemein gesprochen um Orientierung geht – wie dieser Platz jedoch ausgefüllt wird, ob und wie bzw. unter welchen Bedingungen Orientierung geleistet werden kann, ist bislang nicht systematisch erforscht. Diese Beobachtung legt es nahe, sozial- und politikwissenschaftliche Governance-Forschung unter der Fragestellung zu betreiben, welche Rolle Technikzukünfte in den Meinungsbildungs- und Entscheidungsprozessen im Umgang mit dem wissenschaftlich-technischen Fortschritt und seinen Folgen spielen.
- Die Frage nach der Governance umfasst die Frage nach den Akteuren und ihren Handlungsregimen, eine klassische Aufgabe für Politik- und Sozialwissenschaften. Welche Akteure übernehmen welche Rollen in der Produktion, Kommunikation und Verbreitung von Technikzukünften, welche Akteure sind die Rezipienten, wovon hängen Rezeptionsbereitschaft und Rezeption ab, und vor allem: wie werden Technikzukünfte von den Rezipienten „verarbeitet“ – d. h. wie werden sie ausgewertet und wie werden Schlussfolgerungen für die Governance ge-

zogen, wie also werden Technikzukünfte in Entscheidungsprozessen genutzt und was an ihnen wird genutzt. Von besonderer Bedeutung scheint hier zu sein, warum welche Akteure sich in der Vielzahl von verfügbaren Technikzukünften für bestimmte entscheiden, um daran ihre Entscheidungsprozesse auszurichten (vgl. Grunwald 2011 für das Beispiel der Energiezukünfte). Aber es könnte und sollte auch die Wirkung von Technikzukünften in Schule, Hochschule und allgemein in Bildungsprozessen in den Blick genommen werden, eine Aufgabe für die Erziehungswissenschaften und Bildungsforschung. Mit all diesen Analysen würde also das Ende des „Lebensweges“ von Technikzukünften in den Blick genommen.

- Besonderes Augenmerk wäre aber auch auf den Anfang dieses „Lebensweges“ der Technikzukünfte zu legen. Denn Technikzukünfte werden gemacht, es gibt ‚Hersteller‘ wie z. B. Institute der Technikfolgenabschätzung oder der Energiesystemanalyse, Fore-sight-Prozesse, Projekte, in denen Szenarien entwickelt werden, aber auch Wissenschaftsjournalisten, Wissenschaftsmanager und Science Fiction-Autoren. Wie deren Interessen und Perspektiven, ja ihre ‚Weltwahrnehmung‘ und vielleicht tiefgehende kulturelle Muster ihre Technikzukünfte beeinflussen, ist bislang wenig untersucht. Dies wäre eine Aufgabe für empirische Sozialwissenschaften, vielleicht auch für ethnographisch ausgerichtete Kulturwissenschaft, die möglicherweise von der entsprechenden Laborforschung lernen können. Die „Werkstatt“ zur Erzeugung von Technikzukünften könnte danach analog zu einem physikalischen oder chemischen Labor als ein z. B. von Kommunikation, Regeln, Hierarchien und Zwängen durchzogenes soziales Geflecht gedeutet und untersucht werden.
- Technikzukünfte sind Visionen, Erzählungen, Szenarien, Vorhersagen, Simulationen, Diagramme und vieles mehr. Sie haben einen Inhalt in Form von Vorstellungen über zukünftige Entwicklungen. Sie beruhen jedoch ausschließlich auf gegenwärtigen ‚Inputdaten‘ wie Wissen, Interessen, Annahmen und Werten. Wie das erste mit dem zweiten zusammenhängt, ist zumeist nicht transparent (außer bei direkten, um nicht zu sagen naiven Trendextrapolationen). Hier ist Aufklärungsarbeit erforderlich, die vor allem eine Aufgabe für rekonstruierende Philosophie wäre.

- Die Gehalte der Technikzukünfte transportieren einerseits wissenschaftliches Wissen, aber auch kulturelle Erzählungen und wiederkehrende Muster (vgl. DEEPEN 2009 für derartige Muster in den Visionen zur Nanotechnologie). Hier können Kultur- und Literaturwissenschaften beitragen, diese Muster aufzudecken und die transportierten Gehalte und Hintergründe aufzuklären.
- Insofern Technikzukünfte wissenschaftlich erstellt werden, darf und muss nach einer transparenten und wissenschaftlich haltbaren Begründungskette gefragt werden. Sind generell die Definition der Wissenschaftlichkeit von Zukunftsaussagen und die Angabe von Kriterien dafür nicht triviale Aufgaben (Grunwald 2015), so stellt auch die Rekonstruktion dieser Begründungsketten eine Herausforderung dar, insbesondere, wenn komplexe Modellbildungen involviert sind und dadurch die ganze epistemologische Problematik der Modellierung auf die daraus resultierenden Zukünfte, z. B. Energieszenarien, durchschlägt (Grunwald 2011). Dies ist offenkundig eine Aufgabe der Wissenschaftstheorie, in den grundlegenden Fragen wohl auch der Erkenntnistheorie.
- Für alle genannten Perspektiven besteht auch eine historische Dimension. Die Erforschung der Produktion, Verbreitung und Nutzung von Technikzukünften in unterschiedlichen Epochen der Vergangenheit kann dazu beitragen, den jeweils in einer spezifischen Gegenwart vorherrschenden Zeitgeist (mainstream) zu relativieren, alternative Optionen, Perspektiven und Umgangsmuster in die Diskussion zu bringen und dadurch die Vorprägung durch die jeweilig gegenwärtigen Muster zu reflektieren und ggf. zu korrigieren. Selbstverständlich sind hier die Geschichtswissenschaften gefragt.

Technikzukünfte haben, wie die kursorische Aufzählung gezeigt hat, einen ‚Lebensweg‘. Nach ihrer Produktion werden sie kommuniziert, über Massenmedien verbreitet oder an ihre Adressaten abgeliefert, z. B. im Rahmen der Politikberatung. Wovon es abhängt, ob und wie sie sich verbreiten, und ob und wie sie ‚wirken‘, ist empirisch völlig unerforscht. Das Lebenswegkonzept (vgl. Dieckhoff et al. für Energieszenarien) könnte einen geeigneten übergeordneten Rahmen für diese Forschung abgeben.

Wenn die These, dass Technikzukünfte ein wesentliches Medium gesellschaftlicher Technikdebatten und von Technikgestaltung sind (Grunwald 2012), be-

rechtigt ist, dann besteht die Notwendigkeit, sie besser zu verstehen, in ihrer Entstehung, Struktur und Gehalt sowie in ihrer Wirkungsweise. Das ist gemeint, wenn ‚Technikzukünfte‘ als analytisches Konzept angesehen werden. Die Notwendigkeit folgt aus dem Bedarf an Aufklärung über uns selbst, nicht danach, besser prognostizieren zu können: Denn wenn wir Technikzukünfte besser verstehen, verstehen wir uns selbst besser, unsere gesellschaftlichen Debatten, die unterschiedlichen Interessen, Hoffnungen und Befürchtungen, die oft divergierenden Wahrnehmungen und Positionen der gesellschaftlichen Akteure, auch weit jenseits der Wissenschaften. Einen interdisziplinären „hermeneutischen Blick“ (Torgersen 2013) auf Technikzukünfte zu entwickeln, wäre die Vision – verbunden mit der Hoffnung, dass wir dann besser, d. h. vor allem transparenter über den wissenschaftlich-technischen Fortschritt und seine Folgen diskutieren und das Gestaltbare auch besser und demokratisch gestalten können. Antworten auf die genannten empirischen und hermeneutischen Fragen sagen uns nicht, wo die Reise des wissenschaftlich-technischen Fortschritts hingeht, sondern was wir heute tun können, um das Feld der Technikzukünfte gestalterisch in Bezug auf Meinungsbildung und Entscheidung zu nutzen. Sie bereiten das Material transparent auf, in dem sie über Gewolltes und Nicht-Gewolltes in Technikgestaltung, Ethik, demokratischer Debatte und in politischen Entscheidungsprozessen diskutieren.

## Literaturverzeichnis

acatech (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften) (Hrsg.) (2012). Technikzukünfte. Vorausdenken – Erstellen – Bewerten. Berlin, Heidelberg: Springer.

Bechmann, G. (1993): Ethische Grenzen der Technik oder technische Grenzen der Ethik? Geschichte und Gegenwart. Vierteljahreshefte für Zeitgeschichte, Gesellschaftsanalyse und politische Bildung 12, S. 213-225

DEEPEN (2009): Reconfiguring Responsibility. Deepening Debate on Nanotechnology. ([www.geography.dur.ac.uk/projects/deepen](http://www.geography.dur.ac.uk/projects/deepen), letzter Zugang 13.6.2013)

Dieckhoff, Chr., Fichtner, W., Grunwald, A., Meyer, S., Nast, M., Nierling, L., Renn, O., Voß, A., Wietschel, M. (Hg.) (2011): Energieszenarien. Konstruktion, Bewertung und Wirkung - "Anbieter" und "Nachfrager" im Dialog. - Tagungsband. Karlsruhe

- Grunwald, A. (2006). Nanotechnologie als Chiffre der Zukunft. In A. Nordmann, J. Schummer & A. Schwarz (Hrsg.). Nanotechnologien im Kontext. Berlin S. 49–80
- Grunwald, A. (2007): Orientierungsbedarf, Zukunftswissen und Naturalismus. Das Beispiel der ‚technischen Verbesserung‘ des Menschen. Deutsche Zeitschrift für Philosophie 55(2007)6, S. 949-965
- Grunwald, A. (2010): Technikfolgenabschätzung. Eine Einführung. Berlin, 2. Auflage
- Grunwald, A. (2011). Energy futures: Diversity and the need for assessment. Futures, 43, 820–830.
- Grunwald, A. (2012): Technikzukünfte als Medium gesellschaftlicher Zukunftsdebatten und der Technikgestaltung, Karlsruhe
- Grunwald, A. (2013): Wissenschaftliche Validität als Qualitätsmerkmal der Zukunftsforschung. Zeitschrift für Zukunftsforschung (im Druck)
- Grunwald, A. (2015): Argumentative Prüfbarkeit. In: Gerhold, L. et al. (Hg.): Standards und Gütekriterien der Zukunftsforschung. Wiesbaden: Heidelberg et al., S. 40-51.
- Habermas, J. (2001): Die Zukunft der menschlichen Natur. Frankfurt
- Hansson, S. O. (2006): Great Uncertainty about small Things. In: Schummer, J., Baird, D. (Hg.): Nanotechnology Challenges – Implications for Philosophy, Ethics and Society. Singapur et al., S. 315-325.
- Jonas, H. (1979): Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation. Frankfurt
- Nordmann, A. (2007a): If and Then: A Critique of Speculative NanoEthics. Nanoethics 1, S. 31-46
- Roco, M. C., Bainbridge, W. S. (Hg.) (2002): Converging Technologies for Improving Human Performance. Arlington
- Torgersen, H. (2013): TA als hermeneutische Unternehmung. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis Heft 2/2013 (im Druck)