Armin Grunwald

Die Funktion der Wissenschaftstheorie in der Technikfolgenabschätzung

Pre-Print: 03.09.2007

Erscheint in: Gethmann, C.F. (Hg.): Die interdisziplinäre Funktion der Philosophie. Berlin: Springer Verlag 2007

ITAS - Elektronische Pre-Prints

Allgemeine Hinweise

Wie mittlerweile viele wissenschaftliche Einrichtungen, bietet auch ITAS elektronische Pre-Prints an, die bereits zur Publikation akzeptierte wissenschaftliche Arbeiten von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern − in der Regel Buchbeiträge − darstellen.

Für die Autoren bietet dies den Vorteil einer früheren und besseren Sichtbarkeit ihrer Arbeiten; für die Herausgeber und Verlage die Möglichkeit einer zusätzlichen, werbewirksamen Bekanntmachung des jeweiligen Buchprojekts. Auf die in Aussicht stehende Veröffentlichung wird hingewiesen. Nach Erscheinen der Publikation werden der geänderte Status vermerkt und die bibliographischen Angaben vervollständigt.

Allgemeine Anregungen und Kommentare zu den ITAS Pre-Prints richten Sie bitte an Fritz Gloede (gloede@itas.fzk.de).

Empfohlene Zitierweise des vorliegenden Pre-Prints:

Grunwald, A.: Die Funktion der Wissenschaftstheorie in der Technikfolgenabschätzung. Karlsruhe: ITAS Pre-Print: 03.09.2007; http://www.itas.fzk.de/deu/lit/epp/2007/grun07-pre03.pdf

Die Funktion der Wissenschaftstheorie in der Technikfolgenabschätzung

Abstract

In diesem Beitrag wird in systematischer Weise das Verhältnis von Wissenschaftstheorie und Technikfolgenabschätzung untersucht. Es wird die These vertreten und begründet, dass in der Technikfolgenabschätzung – wie auch in anderen Bereichen der problemorientierten Forschung – der reflexiven Rückwendung auf das erzeugte Wissen eine große Bedeutung zukommt. Technikfolgenwissen ohne Kenntnis der normativen Hintergründe dieses Wissens (Geltungsbedingungen, Relevanzentscheidungen, Prämissen etc.) ist nicht nur unvollständig, sondern kann gar gefährlich sein, da dann Über- oder Fehlinterpretationen, Missbräuche oder Instrumentalisierungen leicht gemacht werden. Die reflexive Befassung mit wissenschaftlich erzeugtem Wissen in Bezug auf Geltungsfragen ist Aufgabe der Wissenschaftstheorie. Diese Konstellation bildet den Hintergrund, eine spezifische Relevanz der Wissenschaftstheorie für die Technikfolgenabschätzung zu diagnostizieren.

1. Wissenschaftstheorie und Technikfolgenabschätzung – eine irrelevante Beziehung?

Über das Verhältnis von Technikfolgenabschätzung (TA) und Wissenschaftstheorie nachzudenken, erscheint auf den ersten Blick wahrscheinlich weder nahe liegend noch besonders relevant. Zumeist wird Wissenschaftstheorie mit praxisfernen Interpretationsfragen der theoretischen Naturwissenschaften, insbesondere der Physik, in Verbindung gebracht, während Technikfolgenabschätzung ein praxisorientiertes Geschäft darstellt, in dem viele die Relevanz theoretischer Fragen als gering oder nicht vorhanden einstufen würden. Das Ziel dieses Beitrages ist, diese Wahrnehmung als vordergründig und unberechtigt zu erweisen und die Relevanz der Wissenschaftstheorie in der und für die Technikfolgenabschätzung deutlich zu machen.

Nicht nur zwischen Wissenschaftstheorie und Technikfolgenabschätzung herrschten lange Zeit gegenseitige Unkenntnis oder Unverständnis, sondern über Jahrzehnte hinweg waren die Beziehungen zwischen Philosophie insgesamt und Technikfolgenabschätzung nicht existent oder, wenn doch existent, dann explizit gestört (vgl. die in Grunwald/Sax 1994 dokumentierten Diskussionen; zum Verhältnis von philosophischer Ethik und sozialwissenschaftlich verstandener Technikfolgenabschätzung vgl. Gethmann/Sander 1999; Grunwald 1999). Es geht also auch darum, eine historische Fehlentwicklung zu korrigieren bzw. die mittlerweile in vielerlei Hinsicht längst erfolgte Korrektur in der Praxis theoretisch zu reflektieren.

Technikfolgenabschätzung, entstanden in der hohen Zeit des technokratischen Planungsoptimismus, war zunächst selbst durch die vorherrschende szientistische Grundhaltung geprägt. Systemanalytische TA-Verfahren sollten „umfassend und quantitativ" Technikfolgen erfassen, um Entscheidungsträgern das Wissen über die optimale Bedienung der relevanten Stellschrauben in der Gesellschaft bereitstellen (Jochem 1975). Technikfolgenabschätzung wurde verstanden als Bereitstellung wertneutralen, sozialtechnologischen Wissens und hat sich lange Zeit nicht explizit den normativen Fragen der Geltung und Beurteilung des Wissens über Technikfolgen zugewendet.[1] Für philosophische Untersuchungen, ethische Reflexion oder wissenschaftstheoretische Methodenkritik war in diesem „klassischen" Paradigma der Technikfolgenabschätzung kein Platz. Erste Arbeiten, in denen Wissenschaftstheorie und Technikfolgenabschätzung voneinander Kenntnis nahmen (Zimmerli 1982, Janich 1994, Grunwald 1994) wurden teils mit Befremden aufgenommen.

In diesem Beitrag werden in systematischer Weise die Funktionen der Wissenschaftstheorie in der Technikfolgenabschätzung untersucht. Hierzu erscheint eine kurze Darstellung möglicher

[1] Die „positivistische Zögerlichkeit" der Technikfolgenabschätzung beklagte bereits Petermann (1991). In den neunziger Jahren wurde dann zusehends zum Gemeingut, dass die strikte Trennung zwischen Fakten und Normen selbst eine Fiktion ist.

Einwände und der in diesem Beitrag vorgebrachten Thesen zu ihrer Widerlegung als Orientierung für den Leser geeignet (Tab. 1).

	Antizipierter Einwand	**Gegenthese**
1	In Teilen der TA-Community wird die Frage gestellt, ob wissenschaftliches Wissen in der Technikfolgenabschätzung überhaupt eine relevante Rolle spielt. In der Literatur zur Technikfolgenabschätzung ist in den letzten Jahren die Tendenz festzustellen, die Relevanz kognitiver Probleme zugunsten der Kommunikationsprobleme im TA-Prozess oder der Umsetzungsproblematik abzuwerten: Technikfolgenabschätzung habe ein Umsetzungs-, aber kein Wissensproblem. Unter dieser Prämisse wäre nicht zu erkennen, was Wissenschaftstheorie in der Technikfolgenabschätzung überhaupt analysieren bzw. bewirken könnte.	Die Beschäftigung mit Wissensproblemen in der Technikfolgenabschätzung ist dringend geboten. Zunächst müssen verlässliche Resultate der Technikfolgenabschätzung vorliegen, bevor an Kommunikation und Umsetzung dieser Ergebnisse zu denken ist. Eine noch so gute Umsetzung von TA-Ergebnissen wird über kurz oder lang sich selbst desavouieren, wenn die umgesetzten Ergebnisse sich als unsinnig, zweckwidrig oder sonst wie kontraproduktiv gemessen an den Erwartungen an Technikfolgenabschätzung erweisen. Es besteht also die Notwendigkeit, über Geltungs- und Qualitätsfragen des Technikfolgenwissens nachzudenken – die Relevanz der Wissenschaftstheorie ist damit evident.
2	Wissenschaftstheorie und Technikfolgenabschätzung scheinen extrem weit auseinander liegende und kaum in Verbindung stehende Aspekte im Wissenschaftssystem zu beleuchten: die Wissenschaftstheorie untersucht die Bedingungen der Möglichkeit wissenschaftlichen Wissens, insbesondere im Hinblick auf Methoden-, Geltungs- und Objektivierbarkeitsfragen (Lorenzen 1987). Diese Fragen betreffen die Grundlagen der Wissens*produktion* in den Wissenschaften. Technikfolgenabschätzung hingegen wendet sich als *Vermittlung* des wissenschaftlichen Wissens *nach Fertigstellung* an wissenschaftsexterne Adressaten. Während sich also Wissenschaftstheorie für die Anfänge wissenschaftlichen Wissens interessiert, habe Technikfolgenabschätzung es bloß mit der Verwertung des fertigen Wissens zu tun. Beide begegnen sich in dieser Einschätzung gar nicht.	In der Vermittlung und Verwertung der Ergebnisse wissenschaftlicher Technikfolgenforschung spielen die Geltungsgründe und ihre Bedingungen eine große Rolle. TA-Wissen steht nicht für sich selbst und ist nicht unabhängig von den Voraussetzungen zu betrachten oder zu verwenden, unter denen es zustande gekommen ist, sondern bedarf angesichts der Abhängigkeit von (normativen) Relevanzentscheidungen und der involvierten Unsicherheiten des Wissens eines Metawissens über die Geltungsbedingungen und Risiken des Technikfolgenwissens. Dieses Metawissen zu gewinnen ist genau Aufgabe wissenschaftstheoretischer Reflexion in der Technikfolgenabschätzung selbst, vor dem Hintergrund allgemeiner Fragen der philosophischen Wissenschaftstheorie.

Tabelle 1: Mögliche Einwände gegen die Relevanz der Wissenschaftstheorie in der Technikfolgenabschätzung und die in diesem Beitrag begründeten Gegenthesen.

Insgesamt wird in diesem Beitrag die Überzeugung vertreten und begründet, dass in der Technikfolgenabschätzung – wie auch in anderen Bereichen der problemorientierten Forschung – der reflexiven Rückwendung auf das erzeugte Wissen eine große Bedeutung zukommt. Technikfolgenwissen ohne Kenntnis der normativen Hintergründe dieses Wissens (Geltungsbedingungen, Relevanzentscheidungen, Prämissen etc.) ist nicht nur unvollständig, sondern kann gar gefährlich sein, da dann Über- oder Fehlinterpretationen, Missbräuche oder Instrumentalisierungen leicht gemacht werden. Diese Situation bildet den Hintergrund für die „neue Relevanz der Wissenschaftstheorie“ (Grunwald 2002a, S. 265ff.). Im Folgenden werden die beiden Ge-

genthesen gegen die antizipierten Einwände erläutert und begründet: die Angewiesenheit der TA auf wissenschaftlich erzeugtes Wissen (Teil 2), die Bedingungen der Wissensproduktion (Teil 3) und die Implikationen für die Nutzung des Technikfolgenwissens für Beratungszwecke (Teil 4).[2]

2. Technikfolgenabschätzung als problemorientierte Forschung

Die wachsende Abhängigkeit moderner Gesellschaften vom wissenschaftlich-technischen Innovationspotential einerseits und die Betroffenheit von den indirekten und mittelbaren Technik- und Technisierungsfolgen andererseits stellen eine erhebliche Herausforderung für Technik-, Forschungs- und Wissenschaftspolitik dar. Der Beratungsbedarf von gesellschaftlichen Entscheidungsträgern über Technik in Wirtschaft und Politik, aber auch das Interesse in Öffentlichkeit und Medien steigt seit Jahrzehnten an. Zur gesellschaftlichen Meinungsbildung und zur Verbesserung der Entscheidungsgrundlagen sind antizipative Aussagen über die Bedarfssituation, über Wirtschaftlichkeit, über zukünftige Marktkonstellationen, über mögliche politische oder moralische Konflikte sowie Abwägungen von Chancen und Risiken neuer Technologien erforderlich. Technikfolgenabschätzung stellt ein wissenschaftliches Instrument dar, diese Zukunftsbezüge zu erforschen, sie explizit zu machen und sie in die gesellschaftlichen Meinungsbildungs- und Entscheidungsprozesse einzubringen. Aufgaben und Funktionen der Technikfolgenabschätzung lassen sich vor diesem Hintergrund folgendermaßen klassifizieren (vgl. Grunwald 2002a):

- Vorbereitung und Unterstützung politischer technikrelevanter Entscheidungen in Politik und Gesellschaft durch Bereitstellung von Folgenwissen und normativen Orientierungen;
- Frühwarnung vor technikbedingten Gefahren und Früherkennung technischer Nutzungspotenziale sowie Erarbeitung von Strategien zum Umgang mit diesen Erkenntnissen;
- Analyse und Erweiterung des Spektrums der Möglichkeiten: Erarbeitung von Alternativen zu eingeübten Sichtweisen und Erforschung ihrer Implikationen und hypothetischen Folgen;
- Prävention und Bewältigung von technikbedingten Konflikten durch Beratungs- und ggf. Schlichtungsverfahren;
- Ermöglichung gesellschaftlicher Lernprozesse im Umgang mit Technik und in ihrer Aneignung (z.B. in Hinblick auf Regulierungsfragen).

Die übergeordnete Funktion der Technikfolgenabschätzung liegt in der Unterstützung gesellschaftlicher Meinungsbildungs- und Entscheidungsprozesse. Es geht um die Behebung von Wissens- und Beurteilungsdefiziten von Technikfolgen, von Technikgenese (Dierkes 1997), von Rahmen- und Implementationsbedingungen der Technik, von Kommunikationsverhältnissen und um gesellschaftliche Chancen- und Risikobewertung (Wiedemann/Claus 2000). Diese Aufgaben gehen nicht in der Bereitstellung von soziotechnischem Verfügungswissen auf, sondern umfassen auch die Reflexion und Weiterentwicklung der für Technikentwicklung relevanten gesellschaftlichen Rahmenbedingungen in politischer, sozialer und moralischer Hinsicht und reichen bis zu allgemeinen Verständigungen über die Kriterien für Wünschbarkeit oder Akzeptabilität von Technik und ihren Folgen (z.B. Gethmann/Mittelstraß 1992). Auf diese Weise wird die Doppelgleisigkeit von Technikfolgenabschätzung als wissenschaftlicher Forschung einerseits und gesellschaftlichem Dialog andererseits (Mittelstraß 2000) deutlich: beide Elemente sind komplementär zueinander, jeweils für sich unverzichtbar und aneinander gekoppelt: der gesellschaftliche Dialog ohne fundiertes Wissen ist ein blindes Geschwätz, wissenschaftliche Technikfolgenabschätzung ohne gesellschaftlichen Dialog wirkungslos.

Für die Erfüllung der gesellschaftlichen Aufgaben der Technikfolgenabschätzung, sei es in der Politikberatung, in der Wirtschaft, in der Unterstützung der Meinungsbildung in der Öffentlichkeit oder in der argumentativen Unterstützung von Entscheidungsprozessen, ist daher die Behe-

---

[2] Dies erfolgt unter Aufnahme und Weiterentwicklung vorangegangener Arbeiten des Autors, vor allem in Grunwald 2000 und Grunwald 2002a.

bung von Wissensdefiziten und die Bereitstellung geeigneter Wissensbestände eine *conditio sine qua non*. Technikfolgenabschätzung hat es wesentlich mit Wissens- und Forschungsproblemen zu tun und kann nicht in gesellschaftliche Mediation aufgelöst werden, so wichtig diese auch im Einzelfall sein mag. An Forschung zu gesellschaftlichen Aspekten von technischen Innovationen, Technisierung und Technisierungsfolgen im Rahmen einer Technikfolgenabschätzung richten sich Erwartungen,

- *Folgenwissen* wissenschaftlich-technischer Entwicklungen bereitzustellen, d.h. Chancen und Risiken in ökologischer, sozialer, ökonomischer und politischer Dimension zu untersuchen. Dies ist die Technikfolgenproblematik *im engeren Sinne*,
- *Erklärungswissen* über die Mechanismen der Technikentwicklung und ihre Beeinflussung in den verschiedenen relevanten gesellschaftlichen Bereichen zu erforschen und zu reflektieren sowie ihre Einflussfaktoren transparent aufzudecken, insbesondere in Bezug auf die Abhängigkeit der technischen Entwicklung von politischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und Bedarfskonstellationen (Technikgeneseforschung, Dierkes 1997).
- *Handlungswissen* zur Bewältigung der Herausforderungen (z.B. der nachhaltigen Entwicklung, Grunwald 2002b) bereitzustellen: integrierte Strategien für die technologische Entwicklung oder den Umgang damit, Optionen für technikpolitische Entscheidungen, Szenarien der weiteren Entwicklung bestimmter Parameter oder Empfehlungen für konkrete Schritte zu entwickeln. Hier geht es z.B. um Anpassungsstrategien an technische Entwicklungen und Vermeidungsstrategien hinsichtlich negativer Folgen, um Veränderungen in den normativen Rahmenbedingungen der Gesellschaft wie z.B. in Bezug auf technikrelevante Regulierungen, aber auch um öffentliche und politische Kommunikation über Technik, z.B. Risikokommunikation.

In Bezug auf eine spezifische Technologie (z.B. Paschen et al. 2004 zur Nanotechnologie) oder ein spezifisches technisches System geht es darum, Zukunftswissen zu erarbeiten, welches über die Bedarfsentwicklung, technische Problemlösepotentiale und Chancen, erwartbare Risikosituationen und mögliche gesellschaftliche Konflikte informiert. Auf dieser Basis sollen politisch-gesellschaftliche Maßnahmen und Instrumente zum Umgang mit Technikentscheidungen und Technik entworfen und im Hinblick auf ihre Eignung beurteilt werden, etwa auf den Feldern des Internethandels (Orwat et al. 2002), technischer Innovationen im Verkehrsbereich (Halbritter et al. 1999) oder in Bezug auf nachhaltige Energieversorgung (Hake/Eich 2002). Diese Aufgaben dieser *problemorientierten Technikforschung* als kognitiver Teil der Technikfolgenabschätzung beziehen sich auf gesellschaftliche Erwartungen – seien dies konkret fokussierte Beratungsbedarfe ministerieller Referate, des Parlamentes oder eine eher diffuse gesellschaftliche Nachfrage.

Technikfolgenabschätzung als problemorientierte Forschung ist dabei nicht nur eine „Einbahnstraße“, in der disziplinäres Wissen für Problemlösestrategien systemanalytisch gebündelt und an das politische System transferiert wird, sondern selbst auch Motivator und Motor wissenschaftlicher Fortschritte, indem z.B. neue Forschungsfelder erschlossen werden, Modelle in andere Bereiche transferiert werden oder neue Begrifflichkeiten operationalisiert werden müssen.[3] Aber es besteht hier keine Symmetrie: Primärzweck (und damit auch Rechtfertigung z.B. für öffentliche Finanzierung) ist der Beitrag zur gesellschaftlichen Problembewältigung, während die Beiträge zur disziplinären Weiterentwicklung eher in den Bereich „erwünschte Nebenfolgen“ fallen, auch wenn sie im Einzelfall von großer Bedeutung sein mögen.

Technikfolgenabschätzung als problemorientierte Forschung ist mit den Bedingungen des Wissens unter *Unvollständigkeit* und *Unsicherheit* konfrontiert (Funtowicz/Ravetz 1993; 2001). Die Unsicherheit des Wissens über Technikfolgen ist unhintergehbar aufgrund der Komplexität gesellschaftlicher Wechselbeziehungen und der Abhängigkeit von Annahmen über *zukünftige* Entwicklungen mit ihren eigenen Unwägbarkeiten. Stattdessen geht es darum, *robuste* Strategien für ein technikgestaltendes und technikpolitisches Handeln zu entwickeln und die inhärenten Unsicherheiten des Wissens transparent aufzudecken.

---

[3] Die Nachhaltigkeitsdiskussion ist gerade in dieser Hinsicht ein exzellentes Beispiel (vgl. Coenen/Grunwald 2003; Kap. 2; Kap. 7; auch Fleischer/Grunwald 2002).

Aus diesen Überlegungen folgt, dass Probleme der Wissens*produktion* der Technikfolgenabschätzung inhärent sind. Sicher führen die Anforderungen der Wissens*distribution* zu eigenen Problemen geeigneter Kommunikationsformen an der Schnittstelle verschiedener gesellschaftlicher Teilsysteme. Die Wissensproduktion mit ihren Prämissen und Voraussetzungen darf dabei jedoch nicht ausgeblendet werden. Wenn es aber in der Technikfolgenabschätzung um wissenschaftliches Wissen geht, dann ist die Frage nach der Relevanz der Wissenschaftstheorie zumindest nicht abwegig. Dieser Frage wird im Folgenden zunächst anhand der Wissensproduktion in der Technikfolgenabschätzung weiter nachgegangen (Teil 3); sodann werden die Implikationen wissenschaftstheoretisch relevanter Aspekte des TA-Wissens in die Beratungssituationen hinein verfolgt (Teil 4).

3. Wissenschaftstheorie in der Technikfolgenforschung

3.1 Technikfolgenabschätzung als interdisziplinäre Forschung

Aufgaben der Technikfolgenabschätzung richten sich – wie in der problemorientierten Forschung generell (Mittelstraß 1998) – nicht nach etablierten Disziplingrenzen. Dies sei am Beispiel der Nanopartikel erläutert. Ein großer Zukunftsmarkt für nano-basierte Produkte wird im Bereich neuer Materialien gesehen (Paschen et al. 2004). Durch Beimengung oder gezielte Aufbringung von Nanopartikeln lassen sich teils neue Materialeigenschaften erzielen, z.B. in der Oberflächenbehandlung. Ist die Ermöglichung neuer technischer Funktionen und Leistungsmerkmale im wissenschaftlich-technischen Fortschritt eine gängige Motivation, so stellen sich Technikfolgenfragen z.B. zu möglichen gesundheitlichen und ökologischen Folgen der Nanopartikel. Künstlich hergestellte Nanopartikel können durch Emissionen während der Herstellung oder beim alltäglichen Gebrauch von Produkten in die Umwelt oder in den menschlichen Körper gelangen (wie z.B. durch Inhalation freigesetzter Partikel). Nanopartikel können eventuell auf dem Luftweg über weite Strecken transportiert und diffus verteilt werden. In den menschlichen Köper können sie über die Lunge, durch die Haut oder den Verdauungstrakt gelangen. Ihr Ausbreitungsverhalten und ihre Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt, insbesondere potenzielle Langzeitfolgen, sind bisher kaum bekannt (Krug et al. 2004). In der Erforschung dieser typischen Technikfolgensituation spielen Fragen der Öko- oder Humantoxizität, der Nano-Stoffströme, des Ausbreitungsverhaltens in den verschiedenen Umweltmedien, ihrer Abbaurate und ihren Folgen in den verschiedenen denkbaren Targets eine wichtige Rolle. Hier sind zunächst die einschlägigen empirischen Wissenschaftsdisziplinen wie die Toxikologie oder die Umweltchemie gefragt, selbstverständlich unter Einbeziehung der „Produzenten" der Nanopartikel aus den „Nanowissenschaften" und ihres Wissens. Darüber hinaus sind die mit Risikoregulierung und Risikomanagement befassten Disziplinen (vor allem die Rechtwissenschaften) gefragt, um existierende Gesetze, Richtlinien und Verordnungen auf ihre Relevanz für diesen Fall zu befragen. Insofern hier auch normative Dimensionen des Vorsorgeprinzips betroffen sind (Schomberg 2004), werden auch Analysen aus Politikwissenschaften und Ethik eine Rolle spielen. Wenn es um Abwägungen von Nutzenerwartungen mit quantifizierbaren Risiken geht, werden ökonomische Argumente relevant sein. Eine Erforschung und Beurteilung dieser spezifischen Technikfolgenfrage wird also eine ganze Reihe verschiedener Disziplinen zusammen bringen müssen.

Außerwissenschaftliche Problemstellungen (wie die Frage nach dem Umgang mit Nanopartikeln) müssen in wissenschaftlich bearbeitbare Teile zerlegt werden. Eine Theorie dieses Zerlegungsprozesses und der späteren Integration der Resultate der disziplinär bearbeiteten Teilprojekte – das wäre eine Theorie interdisziplinärer Forschung – steht bisher aus. Als Ausgangspunkt einer Theorie inter- und transdisziplinären Arbeitens unter wissenschaftlichem Anspruch können z. B. Überlegungen zur Systemanalyse als einer „Kunst" des Analysierens und Integrierens verwendet werden (Grunwald/Lingner 1999), zusammen mit Modelltheorie, Handlungs- und Planungstheorie, Entscheidungsanalyse und Systemtheorie sowie der Argumentationstheorie.

Welches methodische Problem sich hier verbirgt, ist schnell gezeigt. Disziplinäre Wissenschaften können durch eine funktionale Spezialisierung, eine Eingrenzung des Gegenstandsbereiches und eine methodische Hochstilisierung aus der Lebenswelt heraus beschrieben werden (Janich 1995). Ihre Leistungsfähigkeit liegt gerade in dieser Spezialisierung begründet (Weingart 1997), und die Maßstäbe disziplinärer Qualitätssicherung folgen dieser Spezialisierung und basieren auf entsprechend spezialisierten Wissenschaftssprachen. Letztere sind außerordent-

lich unterschiedlich, je nach den Zwecken und Aufgaben von Disziplinen wie Soziologie, Physik oder Virologie. Genau diese Mechanismen stehen in interdisziplinärer Forschung nicht zur Verfügung.

Inter- und Transdisziplinarität in der Technikfolgenabschätzung sind fest etabliert und gehören zu den Selbstverständnissen entsprechender Forschungseinrichtungen. Eine Vielzahl von Antworten auf die praktischen Fragen, wie denn interdisziplinäre Forschung zu organisieren sei und worauf man in konkreten Projekten achten müsse, kann mittlerweile aufgrund empirischer Erfahrung gegeben werden (z.B. Gethmann in diesem Band). Demgegenüber scheint die theoretische und methodische Aufarbeitung und Erfassung von inter- und transdisziplinärer Forschung hinterher zu hinken. Folgende Fragen sind ungelöst:

- *Funktionen*: soll Interdisziplinarität nur Wissen für wissenschaftsexterne Zwecke erzeugen bzw. bündeln oder soll sie in die Disziplinen zurückwirken? Welche Funktionen soll sie dort in Forschung und Lehre haben?
- *Objekt*: was sind die Gegenstände interdisziplinärer Forschung und wie werden sie konstituiert? Arbeiten verschiedene Disziplinen, die an einem gemeinsamen Projekt forschen, an den gleichen Gegenständen, oder sind die Gegenstände disziplinär unterschiedlich konstituiert und müssen nur relativ zu dem Zweck kohärent sein?
- *Methode*: Gibt es eine Methodologie interdisziplinärer Forschung und wie sieht sie aus? Was soll sie leisten? Wo sind die Schnittstellen zu den disziplinären Methodologien?
- *Qualitätskriterien*: Wie kann gute von weniger guter Interdisziplinarität unterschieden werden? Wie sieht die Qualitätssicherung aus und welche Kriterien werden verwendet (vgl. unten, Teil 3.2)?

Die Wissenschaftstheorie hat sich bislang nur wenig mit Fragen dieser Art befasst (als Ausnahme z.B. Mittelstraß 1998) und das Feld eher der sozialwissenschaftlichen Wissenschaftsforschung überlassen (z.B. Gibbons et al. 1994; Weingart 1997). Auf diese Weise ist zwar viel Wissen über die faktischen Veränderungen im Wissenschaftssystem und die Organisation von Forschungsrichtungen wie der Technikfolgenabschätzung verfügbar; es fehlt jedoch an normativen wissenschaftstheoretischen Überlegungen hierzu.

3.2 Qualitätssicherung

Besonders relevant ist das Fehlen anerkannter Qualitätskriterien, da vielleicht nichts so sehr das Selbstverständnis der Wissenschaften und auch ihre externe Anerkennung bestimmt wie die Ausbildung einer internen Qualitätssicherung die – trotz gelegentlicher Irrtümer – im Ganzen ausgezeichnet arbeitet. Dieser Punkt betrifft sowohl die externe Anerkennung der Technikfolgenabschätzung als interdisziplinärer Forschung als auch ihre Anerkennung seitens der qualitätsgesicherten disziplinären Forschung (Grunwald 2001; Decker/Grunwald 2001)

Wenn Resultate interdisziplinärer Forschung auf ihre Geltung hin geprüft werden sollen, ist zunächst völlig unklar, relativ zu welcher wissenschaftlichen Sprache dies erfolgen soll. Relativ zu welchen Kriterien soll ein interdisziplinäres Resultat Z, zustande gekommen aus einer Aussage A (gültig relativ zur disziplinären Prototheorie A‘) und einer Aussage B (gültig relativ zur disziplinären Prototheorie B‘), auf Qualität hin beurteilt werden, wenn A‘ und B‘ in einem ungeklärten oder in gar keinem Verhältnis zueinander stehen? Was passiert mit der disziplinär gesicherten Qualität von Teilresultaten in einer interdisziplinären Integration? Gilt hier das Prinzip des schwächsten Kettengliedes oder eine andere Form der Beurteilung? Auf jeden Fall drohen an dieser Stelle mehrere Probleme:

- unterschiedliche Verständnisse wesentlicher Begriffe zwischen den beteiligten Disziplinen (der Risikobegriff ist hier immer wieder ein geeignetes Beispiel);
- inkompatible Herangehensweisen, z.B. durch unvereinbare Prämissen der in verschiedenen Disziplinen verwendeten Methoden (man denke z.B. an die Prämissen der neoklassischen Ökonomie in Feldern, wo mit Juristen oder Ethikern der Kantischen Schule zusammengearbeitet wird) ;

- unterschiedliche Gegenstandskonstitutionen mit der Gefahr der Inkonsistenz oder der Mehrdeutigkeit.

Es ist leicht vorstellbar, dass durch derartige Probleme möglicherweise beliebige Resultate einer Technikfolgenabschätzung erzeugt werden könnten. Um dies zu verhindern, ist eine größtmögliche Transparenz in diesen Aspekten und das heißt, eine möglichst umfassende *Prämissendeutlichkeit* (Lübbe 1997) zu erreichen. Wissenschaftstheorie als Wissenschaftskritik (Janich et al. 1974, Weingarten 2000) dient dazu, diese Prämissen aufzudecken und einer transparenten und rationalen Argumentation zugänglich zu machen. Diese Prämissendeutlichkeit ist die notwendige Bedingung der Möglichkeit *konstruktiver Interdisziplinarität*: damit Interdisziplinarität gelingen kann, ist in den beteiligten Disziplinen ein reflektiertes Verständnis von zugrunde liegenden Begriffen und Basisentscheidungen sowie von Methoden und Verfahren erforderlich. Kenntnis von den Grenzen der Kompetenzen und der Erkenntnismöglichkeiten der Einzeldisziplinen ist notwendig, um die Komplementarität der jeweiligen Weltzugänge erkennen und produktiv nutzen zu können. Für gelingende Interdisziplinarität ist es auch im Sinne der Qualitätssicherung unabdingbar, die Prämissen der beteiligten Disziplinen offen zu legen und auf Kompatibilität zu prüfen. Interdisziplinarität ohne wissenschaftstheoretische Reflexion bleibt auch in der Technikfolgenabschätzung ein Glücksspiel mit unvorhersehbarem Ausgang.

3.3 Abwehr des Vollständigkeitsanspruchs

Wenn Technikfolgen exante, d. h. vor der Einführung einer Technik, erforscht werden sollen, stellt sich die Frage, in welchem Umfang dies geschehen soll. Insofern es in Technikfolgenabschätzung darum gehen soll, vor technikbedingten Risiken frühzeitig zu warnen oder mögliche Technikkonflikte im Vorhinein zu erkennen, ist es zunächst nahe liegend, einen *Vollständigkeitsanspruch* zu erheben. Denn ansonsten bliebe das Risiko unvorhergesehener Problemsituationen mit Technikfolgen erhalten: Wenn Technikfolgen nur unvollständig bekannt wären, könnten die unbekannten gerade diejenigen Probleme verursachen, zu deren Vermeidung Technikfolgenabschätzung beitragen soll. Ein Beispiel bilden die Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), die als Kühlmittel in den 30iger Jahren eingeführt wurden, weil sie chemisch inert und damit weder für Mensch noch für Umwelt schädlich waren. Dass sie über Jahrzehnte hinweg in der oberen Atmosphäre akkumuliert würden und dort zum Ozonabbau führen würden, wurde erst ca. 50 Jahre später erkannt. Ein anderes Beispiel ist die massenhafte Verwendung von Asbest in Neubauten der sechziger und siebziger Jahre, als die krebserregenden Folgen nicht vollständig bekannt waren (Gee/Greenberg 2002).

Diese Beispiele werfen die Frage auf, ob und in welcher Weise es möglich ist, Technikfolgen vollständig ex ante zu erforschen. Die Hoffnung in der älteren TA war, dass alle Risiken ausgeschaltet werden könnten, wenn der Vollständigkeitsanspruch eingelöst würde. Dieser als Ideal intendierte Umfassendheitsanspruch bezieht sich dabei sowohl auf die Gesamtheit der Folgen in räumlicher und zeitlicher Hinsicht wie auch auf die verschiedenen Bereiche, in denen sie sich manifestieren. So wurde gefordert, dass Technikfolgenabschätzung „das Spektrum der Auswirkungen, die zu identifizieren, abzuschätzen und zu bewerten sind, umfassend anlegen“ soll (Paschen/Petermann 1992, S. 26ff.; die Autoren relativieren dies später allerdings als Idealmodell, in dem die Umfassendheitsansprüche nicht wirklich eingelöst werden sollen). Ein anderes Beispiel zeigt ganz ähnliche Erwartungen des politischen Systems an Technikfolgenabschätzung: „Der Gesamtzusammenhang von technischem und gesellschaftlichem Wandel soll als komplexes System von sich gegenseitig bedingenden Ursachen und Wirkungen systematisch erfasst und bewertet werden“ (Deutscher Bundestag 1987). Die Hoffnung ist also in der Tat, dass durch eine vollständige Erfassung von Technikfolgen unliebsame Überraschungen in Technikeinführungen und Technisierungsprozessen vermieden werden können.

Ohne große theoretische Erörterungen ist sofort zu erkennen, dass eine derart beanspruchte Vollständigkeit grundsätzlich nicht einlösbar ist. Ist zwar die Sorge vor einem „Vergessen“ von Technikfolgen durchaus berechtigt, so ist ihre nachweisbar vollständige Erfassung im Vorhinein aus ökonomischen Gründen der Finanzierbarkeit von Forschung, aus praktischen Gründen der Datenverfügbarkeit und aus prinzipiellen wissenschaftstheoretischen Gründen grundsätzlich nicht möglich (Grunwald 2000, S. 217ff.). Stattdessen kommt Technikfolgenabschätzung nicht darum herum, über *Relevanzentscheidungen* eine Reduktion der in Betracht zu ziehenden Parameter, Folgedimensionen und Handlungsoptionen zu erreichen. Es müssen zu Beginn einer TA-Studie Entscheidungen darüber getroffen werden, welche Optionenbereiche, welche Folgenbereiche und welche Gruppen von Betroffenen berücksichtigt werden sollen (Grunwald

2002a, Kap. 7.1). Dies freilich erfolgt einerseits unter normativen Bewertungskriterien der Unterscheidung von wichtig und unwichtig, andererseits unter Bedingungen des Nichtwissens. Diese Relevanzentscheidungen sind also in sich riskant: es könnte sich im Nachhinein herausstellen, dass doch, aller Sorgfalt zum Trotz, wichtige Dinge „vergessen" worden sind (Grunwald 2003). Diese Situation ist grundsätzlich unvermeidbar. Auch unter bestmöglichem Einsatz von Technikfolgenabschätzung bleibt Technisierung prinzipiell riskant und mit einem experimentellen Aspekt verbunden.

Die Erreichung von Vollständigkeit muss demnach *pragmatisch* verstanden werden: Vollständigkeit relativ zu den Anforderungen des zu bearbeitenden Problems. Es hat keinen Sinn, nach *absoluter* Vollständigkeit in irgendeiner Hinsicht zu streben. Daraus würde nur die unendliche Geschichte immer weiterer Forschungsnotwendigkeiten resultieren, ohne jemals in den Bereich *hinreichenden* Wissens für politisches oder gesellschaftliches Handeln zu kommen.

Da der holistische Anspruch nicht einlösbar ist (Gethmann 2004), müssen Grenzen gezogen werden, und diese bedürfen einer eigenen Rechtfertigung über *Relevanzgesichtspunkte*. Relevanzbeurteilungen sind an verschiedenen Stellen von TA-Projekten zu treffen. Es ist zu beurteilen, welche möglichen Untersuchungsaspekte, welche Wechselwirkungen oder welche Teile des Gegenstandsbereiches für die gesuchte Analyse oder Problemlösung relevant sind und welche nicht. Bereits bei der Zusammenstellung des interdisziplinären Teams sind Entscheidungen zu treffen, welche Disziplinen und Teildisziplinen mutmaßlich relevante Beiträge leisten können und welche den Aufwand einer Beteiligung nicht lohnen. Falsche Weichenstellungen auf dieser Relevanzebene können durch noch so gute spätere Arbeit kaum mehr ausgeglichen werden.

Technikfolgenabschätzung als problemorientierte Forschung muss die implizit oder explizit getroffenen Relevanzentscheidungen transparent aufdecken und einer kritischen Prüfung unterziehen. Denn Relevanzentscheidungen im Kontext der Technikfolgenabschätzung sind nicht genuin wissenschaftliche Entscheidungen, sondern beziehen ihre Rechtfertigung aus dem gesellschaftlich definierten Problem. Damit sind sie politisch, ggf. auch ethisch relevant und können nicht vom Wissenschaftssystem allein entschieden werden. Transparenz und Nachvollziehbarkeit sind erforderlich, um den anzuschließenden gesellschaftlichen Diskurs nicht expertokratisch oder ideologisch zu belasten, sondern zu erlauben, die gesellschaftliche Diskussion stärker argumentationsorientiert zu führen (Decker/Grunwald 2001). Wissenschaftstheorie ist vor diesem Hintergrund als Kritik am Forschungsdesign von TA-Projekten erforderlich: sie stellt die kritische Frage nach den Relevanzgründen für bestimmte Designentscheidungen und für Entscheidungen über das aus den jeweiligen Projekten Ausgeschlossene.

3.4 Methodensensibilität: quantitative Technikfolgenabschätzung?

Forderungen nach quantitativen Verfahren in der Technikfolgenabschätzung werden immer wieder erhoben, aber insgesamt eher selten eingelöst. Teilweise wird die Quantifizierung bis in die Definition der Technikfolgenabschätzung hinein aufgenommen: „Die Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung ist ein systematischer Prozess der Identifizierung, Quantifizierung und Bewertung wesentlicher Auswirkungen auf die Gesellschaft, die sich bei Einführung, Ausweitung oder Veränderung einer Technologie einstellen können" (Jochem 1975, S. 58). Schwierigkeiten der Quantifizierung werden, jedenfalls soweit es um Technikfolgen für Soziales oder die Kultur geht, durchaus zugestanden. Trotzdem findet sich das Beharren auf dem Ideal einer *weitestgehenden* Quantifizierung in Teilen der TA-Gemeinschaft, z. B. durch den Ansatz, mit Hilfe der Systemtheorie Qualitatives quantitativ zu erfassen: „Wir meinen ... eine Systemtheorie, die dazu tendiert, auch qualitative Zusammenhänge eines Tages quantitativ formulieren zu können. Es ... wird auch ... eine präzise, auf der Sprache der Mathematik basierende Grundlage für solche Zusammenhänge geschaffen" (Bullinger 1991). Es ist weitgehend unklar, in welchem Umfang Quantifizierung für Technikfolgenabschätzung möglich oder notwendig ist; auch bestehen Dissense in der Frage, wie quantitative und qualitative Anteile zueinander in Beziehung gesetzt werden sollen.

In der Technikfolgenabschätzung werden verschiedenste Parameter quantifiziert. Hierzu gehören, auf einer noch sehr techniknahen Ebene, Emissionen von technischen Prozessen in die verschiedenen Umweltkompartimente Wasser, Boden und Luft hinein. In Bewertungsfragen gehören vor allem ökonomische (monetäre) Quantifizierungen von erwarteten Nutzen oder Schäden sowie in der quantitativen Fassung des Risikobegriffes die Eintrittswahrscheinlichkeit

eines möglichen Schadens zu den häufig quantifizierten Größen. Aber auch Zustimmungs- oder Ablehnungswerte von Technologien in der Bevölkerung oder andere Ergebnisse repräsentativer Umfragen werden quantifiziert, genauso wie Ergebnisse von Delphi-Befragungen. Schließlich wird in der Innovationsforschung versucht, über quantitative Kenngrößen für den Reifegrad einer Technologie ihre weiteren Entwicklungsmöglichkeiten zu bestimmen (Grupp 1997).

Quantitativen Analysen sind allerdings Grenzen gesetzt, z. B. weil die Datenverfügbarkeit nicht gegeben ist oder wenn quantifizierende Maße umstritten sind. Letzteres ist häufig der Fall, und zwar nicht nur für Erfassungen und Bewertungen von sozialen oder kulturellen Technikfolgen. Bereits Quantifizierungen der Folgen von Technik für die natürliche Umwelt, z. B. in Form monetärer Werte für geschädigtes Naturkapital, sind umstritten, weil die Bewertung des Nutzens solcher *externer Effekte* nicht mittels eines marktförmigen Angebots/Nachfrage-Mechanismus erfolgt, sondern nur durch normative Setzung des Quantifizierungsmechanismus vorgenommen werden kann. Beispiele für diese Problematik sind Fragen nach dem Geldwert einer seltenen Krötenart oder eines Singvogels im Vergleich zu dem erwarteten wirtschaftlichen Nutzen des Baus einer Straße durch ihren Lebensraum. Auch der Wert von subjektivem Wohlbefinden als Technikfolge über erhöhten Komfort oder eines Verlustes von ästhetisch ansprechender Landschaft durch Ansiedlung eines Gewerbegebietes lässt sich erkennbar kaum quantifizieren.

Es sind eine Reihe von Bewertungsverfahren entwickelt worden, die – trotz dieser weitgehend anerkannten Probleme – mit Hilfe von teilweise trickreichen Ersatzüberlegungen zu Quantifizierungen gelangen. Hierzu gehört vor allem die Erkundung der *Zahlungsbereitschaft* von betroffenen Personen (willing-ness-to-pay). Betroffene Personen werden, z. B. angesichts des möglichen Verlustes einer ästhetisch wertvollen Landschaft, befragt, wie viel sie bereit wären zu zahlen, um diese Landschaft zu erhalten. Durch diese Methode werden persönliche Präferenzen von Betroffenen in monetäre Nutzen- oder Schadenwerte überführt. Eine andere Methode arbeitet auf statistische Weise mit Gesundheitsrisiken durch Technik, um dann z. B. verschiedene Energieträger nach der Zahl der mutmaßlich verlorenen Lebensjahre zu vergleichen (Voss 2000).

Alle Methoden dieses Typs sind, anders als Messverfahren der Physik oder der Chemie, umstritten. In den klassischen wissenschaftlichen Disziplinen existieren anerkannte normative Messtheorien, welche Kriterien für „gute“ Messungen nachvollziehbar festlegen (Janich 1997). Derartige universalistische (prototheoretische) Messtheorien für die Technikfolgenabschätzung gibt es nicht, stattdessen sprechen gute Argumente dafür, dass es eine solche nicht geben kann. Die Zuweisung eines Geldwertes zu einer Technikfolge (Nutzen oder Schaden) z.B. ist nicht unabhängig von politischen und ethischen Fragen. Die Untrennbarkeit der messtheoretischen Grundlagen für Quantifizierungen von der Ebene der gesellschaftlichen Präferenzen, Werte und Normen sowie ihren zeitlichen Änderungen unterscheidet alle gesellschaftlichen Bereiche – nicht nur die Ökonomie – von den Gegenstandsbereichen der Naturwissenschaften. Quantifizierungen in gesellschaftlichen Bereichen sind abhängig von bewertenden Vorentscheidungen, welche in die Methode der Quantifizierung eingehen. Und deswegen bleiben Quantifizierungen im Technikfolgenbereich auch häufig kontrovers und liefern nicht einfach die erhofften „objektiven“ Tatbestände. So wurde der alte Streit um Einweg- oder Mehrwegverpackungen durch quantitative Analysen auch nicht entschieden: der Streit wird vielmehr verlagert auf die Ebene, wie angemessen zu quantifizieren sei. Unterschiedliche Ergebnisse von Gutachten und Gegengutachten in dieser Frage kommen u. a. durch unterschiedliche Ansätze der Quantifizierung zustande. Dies führt auf die Anforderung, die bewertenden Anteile von Quantifizierungsmethoden transparent zu machen. Nur wenn dies erfolgt, können die Ergebnisse quantitativer Verfahren angemessen interpretiert und mit qualitativen Anteilen verbunden werden.

Diese Einschränkungen machen Quantifizierungen in der Technikfolgenabschätzung nicht obsolet. In vielen Fällen sind quantitative Zugänge unbedingt erforderlich, um überhaupt zu belastbaren Aussagen zu kommen. Quantifizierungen sind einerseits ein häufig sinnvolles, teilweise auch unverzichtbares Hilfsmittel der Technikfolgenabschätzung. Andererseits sind Quantifizierungen im Technikfolgenbereich auch problematisch, zumindest immer aber interpretations- und erläuterungsbedürftig. Wenn die Ergebnisse einer quantitativen Untersuchung einer Partei in einem Technikkonflikt nicht genehm sind, ist es häufig nicht schwierig, die Quantifizierungsregeln und andere Prämissen anzugreifen. Quantitative Ergebnisse stehen nicht „objektiv“ für sich selbst, sondern hängen im Kontext der Technikfolgenabschätzung häufig von der Art und Weise der Quantifizierung ab. Sie müssen daher in einen transparenten *qualitativen Interpretationsrahmen* eingebunden werden. Dann und nur dann können sie ein wertvoller Beitrag zur Technikfolgenabschätzung sein. Eine Aufgabe der Wissenschaftstheorie in der Technikfolgen-

abschätzung ist konsequenterweise die Rekonstruktion des Interpretationsrahmens und der Geltungsbedingungen der quantitativen Resultate: Wissenschaftstheorie als Methodenkritik.

4. Wissenschaftstheorie in der Politikberatung

Technikfolgenabschätzung als wissenschaftliche Politikberatung ist mit Anforderungen und Erwartungen der Adressaten konfrontiert, deren Erfüllung ihre Existenzberechtigung und damit die Grundlage ihrer Finanzierung bildet. Wie problemorientierte Forschung im Allgemeinen (Bechmann/Frederichs 1996) ist Technikfolgenabschätzung zweckgebunden, kontextabhängig und adressatenbezogen. Technikfolgenabschätzung stellt Wissen für Meinungsbildungs- und Entscheidungsprozesse bereit, in denen selbstverständlich die situationsspezifischen Kontexte und die Erwartungen und Probleme der jeweiligen Adressaten eine wichtige Rolle spielen. Wissenschaftliche Qualität ist – wie in der problemorientierten Forschung generell – eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für den Erfolg von TA. Als weiter gehende Anforderungen an die Art und Weise der Aufgabenerfüllung werden Stichworte wie Umfassendheit der Bearbeitung, wissenschaftliche Objektivität, Neutralität, Partizipation, Unabhängigkeit, Ganzheitlichkeit der Betrachtung, Verständlichkeit der Ergebnisse etc. genannt (z.B. Paschen/Petermann 1992, S. 26ff.). Ihre Realisierung stellt einen bedeutenden Anteil der „Kundenzufriedenheit“ dar.

Technikfolgenabschätzung muss daher ihre eigenen Anwendungsbedingungen und Anwendungsfolgen reflektieren. Technikfolgenwissen ist oft kontextgebunden, abhängig von normativen Vorentscheidungen, revisionsbedürftig und selektiv (Funtowicz/Ravetz 1993). Dies bringt erhöhte Anforderungen an eine wissenschaftstheoretische Reflexion der Technikfolgenabschätzung mit sich. Schließlich hat der Beratene nicht nur ein Recht darauf, das erfragte Wissen zu erhalten, sondern auch zu erfahren, wie es um die Anwendungsbedingungen und Gültigkeitsbedingungen dieses Wissens, die inhärent enthaltenen Unsicherheiten, die Prämissen und Zukunftsannahmen sowie um die bewertenden Vorentscheidungen bestellt ist. Dies sei im Folgenden erläutert.

4.1 Wissenskritik

Die Reflexivität des Rationalitätsbegriffs (Grunwald 2000, Kap. 4.1) verpflichtet zur transparenten Aufdeckung der Bedingungen der Gültigkeit eines mit Anspruch auf Rationalität formulierten Wissens. Dahinter steht ein *praktisches Interesse*: der Handelnde oder Entscheidende muss wissen, wie er das Folgenwissen und die normativen Orientierungen hinsichtlich ihrer Geltung einzuschätzen hat, weil davon maßgeblich die Erfolgsaussichten und die einzugehenden Risiken abhängen. Schließlich hat – z.B. bezogen auf Technikfolgenabschätzung, Grunwald 2002a – der Beratene nicht nur ein Recht darauf, das erfragte Wissen zu erhalten, sondern auch zu erfahren, wie es um die Anwendungsbedingungen und Gültigkeitsbedingungen dieses Wissens, die inhärent enthaltenen Unsicherheiten, die Prämissen und Zukunftsannahmen sowie um die bewertenden Vorentscheidungen bestellt ist.

In Bezug auf Technikgestaltung betrifft dies besonders die Aspekte der *Unvollständigkeit* und *Ungewissheit* des Wissens. Es kann nicht garantiert werden, dass alle Technikfolgen ex ante erfasst werden, dass alle Folgedimensionen berücksichtigt werden, dass alle Handlungsoptionen aufgezeigt werden, dass alle relevanten wissenschaftlichen Positionen berücksichtigt werden etc. Und dieses möglicherweise unvollständige Technikfolgenwissen ist dann auch noch ein vorläufiges Wissen, welches im Laufe der Zeit auf der Basis neuer Erkenntnisse eventuell modifiziert werden muss. Zur Rollenverantwortung der Technikwissenschaften gehört in Kontexten der Technikgestaltung dann auch, die Beratenen bzw. die Gesellschaft über das Risiko in dem gegebenen Rat zu informieren. Diese Aufgabe erfordert kognitive und wissenschaftstheoretische Anstrengung, nämlich die reflexive Hinwendung zum Geltungsanspruch der selbst produzierten Ergebnisse.

Ein einschlägiges Beispiel bildet die Klimaforschung angesichts der bekannten Unsicherheit von Klima- und Klimafolgenprognosen auf der Basis hochkomplexer Modellierungen. Ob die Evidenz des Wissens ausreicht, um zum gravierenden politischen Handeln zu legitimieren, bedarf einer vorgängigen kritischen Beurteilung des Standes des Wissens und seiner Geltungsprobleme (Schröder et al. 2002). Zur Wissenskritik gehört auch die Kritik an methodisch voraus lie-

genden und unbegründeten Voreinstellungen wie z.B. einem naiven Empirismus oder einem blinden Vertrauen in komplexe Modellierung (Janich 2003).

4.2 Transparenz der Grenze zwischen Wissen und Werten

Technikfolgenabschätzung stellt das traditionelle Selbstverständnis der Wissenschaft, wertfrei zu sein und objektives Wissen bereitzustellen, in Frage. Dahinter steht die Frage nach dem Verhältnis von normativen und deskriptiven Anteilen, von Wissen und Werten (Funtowicz/Ravetz 1993). Technikfolgenabschätzung (z.B. im parlamentarischen Beratungsprozess) hat eine wichtige Funktion darin, diese Grenze immer *neu zu finden bzw. zu konstituieren*. Denn die Grenze zwischen Wissen und Werten ist keineswegs a priori schon festgelegt, so dass man sie bloß zu finden brauche. Wissen basiert *immer* auf normativen Grundlagen, vor allem:

- erkenntnistheoretisch darin, dass es normative Kriterien geben muss, Wissen *als Wissen* zu erweisen und von bloßer Meinung abzugrenzen (Janich 1997),
- wissenschaftstheoretisch darin, dass normative Kriterien darüber entscheiden, welches Wissen *als wissenschaftlich geprüftes Wissen* gelten darf,
- messtheoretisch darin, dass es für quantitative Untersuchungen eine normative Quantifizierungsregel geben muss (im Falle monetärer Quantifizierungen von Umweltschäden oder von Lebensqualität von erkennbar hoher ethischer Relevanz),
- pragmatisch darin, dass die Existenz von Wissen an eine vorgängige Entscheidung gebunden ist, dieses Wissen überhaupt haben zu wollen,
- begrifflich darin, dass durch die Wahl bestimmter Basisbegriffe und Basisunterscheidungen schon normativ relevante Vorentscheidungen getroffen sein könnten (Mittelstraß 1974).

Es ist daher sinnlos zu versuchen, das „reine“ und „objektive“ Wissen von den Wertungen völlig abspalten zu wollen. Wenn das versucht wird, bleibt nichts übrig. Möglich ist nur, die jeweiligen normativen Voraussetzungen aufzudecken und ihre allgemeine Akzeptierbarkeit zu prüfen. Diese kann z.B. für die normativen physikalischen Messtheorien hinsichtlich der Messung von Länge, Zeit oder Masse als gegeben gelten, während es für Messvorschriften hinsichtlich der quantitativen Messung des Wertes eines Menschenlebens oder von Lebensqualität kaum zu erwarten ist. Allgemein anerkennbares Wissen ist dann ein Wissen, das auf allgemein anerkannten normativen Voraussetzungen basiert. In welchen Fällen dies gegeben ist, muss im Einzelfall erst herausgefunden werden.

Prämissendeutlichkeit (Lübbe 1997) ist notwendige Bedingung der Möglichkeit *demokratischer Auseinandersetzung*: damit eine offene Diskussion in der Gesellschaft über Fragen der Technik stattfinden kann, müssen die entscheidenden Weichenstellungen und Bewertungen in den konstitutiven Wissensbestandteilen aufgedeckt werden. Dies gilt sowohl in Fragen der Politikberatung als auch in partizipativen Verfahren der Technikfolgenabschätzung (Grunwald 2000, Kap. 3.3).

4.3 Wissenschaftskritik und Expertendilemma

Das Expertendilemma (Nennen/Garbe 1996) besteht in der bekannten Problematik, dass Expertengutachten zu unterschiedlichen, teils sich komplett widersprechenden Urteilen kommen können. Die Gutachten/Gegengutachten-Problematik hat zu ernsthaftem Vertrauensverlust in das Wissenschaftssystem und Expertenwesen geführt, insbesondere weil auf diese Weise der Eindruck entsteht, dass jeder Politiker oder jeder Konzern Experten finden wird, die ein genehmes Gutachten in wissenschaftlichem Stil verfassen. Wissenschaft erscheint als parteilich und vielleicht sogar käuflich statt als objektiv und neutral. Hintergrund für dieses Expertendilemma ist, dass in Gutachten immer auch Bewertungen eingehen. Dann stellt sich die Frage nach den Kriterien für diese Bewertungen und nach ihrer allgemeinen Akzeptierbarkeit. Hier besteht die kaum zu vermeidende Gefahr, dass der Experte seine Rollen als neutraler Gutachter und als engagierter Bürger oder Interessenvertreter nicht klar trennt, sondern auch Bewertungen auf der Basis eigener Überzeugungen vornimmt, die durch seine Expertise nicht gedeckt sind. Ex-

perten sind von sich aus nicht neutral, sondern es bedarf einer eigenen Anstrengung, diese Neutralität durchzuhalten.

Wie mit den Expertendilemmata adäquat umzugehen sei, ist nicht wirklich geklärt (Nennen/Garbe 1996, Bechmann/Hronszky 2002). Dies kann im Prinzip auf zwei diametral verschiedene Weisen erfolgen: zum einen durch Verzicht auf wissenschaftliche Rationalität zugunsten von Verhandlungslösungen, zum anderen durch ein möglichst weitgehendes Ausschöpfen wissenschaftlicher Rationalität. Der letztere Ansatz entspricht der wissenschaftstheoretischen Fragestellung: kann die Problematik Gutachten/Gegengutachten in Fragen der Technikfolgenabschätzung durch wissenschaftstheoretische Reflexion auf die jeweiligen Prämissen angegangen werden, wie weit ist dies möglich und wo liegen die Grenzen dieses Ansatzes (Gutmann/Hanekamp 1999)? Das Ziel wäre, nicht vorschnell von Rationalitätsstandards abzugehen, sondern die Möglichkeiten der argumentativen Rationalität so weit wie möglich auszunutzen und zumindest eine „Prämissendeutlichkeit" zu erreichen. Was auf diese Weise gelingen kann, ist eine analytische Trennung der deskriptiven Expertenaussagen von den implizit enthaltenen normativen moralischen, evaluativen oder politischen Beurteilungen. Das Konfliktfeld wird dadurch geklärt und transparenter gemacht; normative Konflikte können präzisiert, aber nicht unbedingt gelöst werden. Aus demokratischer Perspektive ist der wesentliche Punkt, dass durch wissenschaftliche Gutachten nicht „unter der Hand" die demokratische Willensbildung und Entscheidung beeinflusst oder gar determiniert werden darf. Dieses wäre dann in der Tat eine expertokratische Aushöhlung der Demokratie. Daher wird gefordert, dass Expertenurteile möglichst transparent ihre Voraussetzungen und Prämissen aufdecken müssten (Lübbe 1997). Divergierende Urteile werden auf unvereinbare Prämissen und normative Vorentscheidungen zurückgeführt, die aufgedeckt werden sollen, um nicht unterschwellig demokratische Entscheidungen expertokratisch zu präjudizieren. Denn wenn Prämissen und normative Vorentscheidungen aufgedeckt sind, kann darüber eine entsprechende öffentliche demokratische Auseinandersetzung stattfinden. Es geht um eine „Reinigung" der Expertisen von Bewertungen, die durch die Expertise selbst nicht abgedeckt sind, und um eine „Neutralisierung der Experten" (van den Daele/Döbert 1995).

4.4 Sprachkritik

In vielerlei wissenschaftlichen Sprachgebräuchen schwingen problematische Konnotationen mit, welche zu Fehl- oder Überinterpretationen Anlass geben können. Wenn z. B. der Begriff des „Menschen als Informationssystem" unkritisch übernommen wird, wird damit gleichzeitig akzeptiert, dass kybernetische Modelle auf den Menschen übertragen werden, mit denen ein naturalistisches Verständnis des Menschen verbunden ist (Janich 1996). Auch vermeintlich beschreibende Begriffe sind nie nur Beschreibungen, sondern enthalten Bewertungen (Mittelstraß 1974). Dies kann an vielen Beispielen gezeigt werden: die Begriffe „Datenmüll", „Informationsflut", „Datenautobahn" und „Datenfriedhof" haben erkennbar evaluative Anteile (Mambrey/Tepper 2000): die Datenautobahn signalisiert Schnelligkeit, aber auch Staugefahr, die Informationsflut erweckt den Eindruck einer Überschwemmung, vor der man sich schützen muss, die Worte Datenmüll und Datenfriedhof vermitteln die Botschaft entweder ungenutzter Datenschätze, die es noch zu bergen gelte, oder aber nichtsnutziger, gleichwohl wahrscheinlich teuer erstellter Datenmengen.

Die Macht der Begriffe in der öffentlichen und politischen, aber eben auch wissenschaftlichen Diskussion macht deutlich, dass den normativen Konnotationen von Beschreibungen explizite Beachtung geschenkt werden muss. Es ist sorgfältig darauf zu achten, dass durch die geschickte Besetzung von Begriffen „Politik" in Technikkonflikten gemacht wird, dass also stets Vorsicht gegenüber dem Gebrauch der Sprache in den Wissenschaften geboten ist. Die kritische Reflexion auf die Sensibilitäten der Sprache und der mit bestimmten Begriffen bereits transportierten Erwartungs-, Befürchtungs- oder anderen Konnotationen gehört zu den Aufgaben einer Technikfolgenabschätzung, die sich ein Moment der Kritik erhalten will. Technikfolgenabschätzung bedarf in gewisser Weise der Wissenschaftstheorie als Sprach- und Wissenschaftskritik (Janich et al. 1974; Weingarten 2000).

Besondere Relevanz hat hierbei das häufige Übertragen von Begriffen und Theorien aus einem Bereich oder einer Disziplin in andere Bereiche (z.B. die Übertragung von Evolutionsmodellen aus der Biologie in die Technikforschung, Grunwald 2000, Kap. 2). Hierbei ist oft unklar, was genau transferiert wird und ob es sich hier um einen Theorien- oder Methodentransfer handelt, oder nicht vielmehr um bloße Metaphern und Analogiebildungen. Da bei diesen Übertragungen

auch semantische Nebenbedeutungen und Konnotationen mit kommuniziert werden, besteht hier die Gefahr schleichender und intransparenter Bedeutungsverzerrungen – und die Notwendigkeit sorgfältiger Sprach- und Wissenschaftskritik zu ihrer Vermeidung.

5. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Zusammengenommen zeigt sich, dass Wissenschaftstheorie in der Technikfolgenabschätzung gerade deswegen eine neue Relevanz gewinnt, weil das Wissen der Technikfolgenabschätzung praktische Konsequenzen haben soll. Aus diesem Grund muss sorgfältig untersucht werden, um welche Art Wissen es sich genau handelt, wie es um seine Geltung und Geltungsbedingungen bestellt ist und welche Prämissen eingehen. Dies bedarf der reflexiven wissenschaftstheoretischen Rückwendung zur Beurteilung des erzeugten und für Beratungszwecke zu nutzenden Wissens.

Wissenschaftstheorie ist insbesondere entscheidend, um eine größtmögliche Transparenz, und das heißt, eine möglichst umfassende *Prämissendeutlichkeit* (Lübbe 1997) zu erreichen. Wissenschaftstheorie als Wissenschaftskritik dient dazu, diese Prämissen aufzudecken und einer transparenten und rationalen Argumentation zugänglich zu machen. Diese Prämissendeutlichkeit ist vor allem die notwendige Bedingung der Möglichkeit

- *konstruktiver Interdisziplinarität*: damit Interdisziplinarität gelingen kann, ist in den beteiligten Disziplinen ein reflektiertes Verständnis von zugrunde liegenden Begriffen und Basisentscheidungen sowie von Methoden und Verfahren erforderlich. Interdisziplinarität ohne wissenschaftstheoretische Reflexion ist ein Glücksspiel.
- *demokratischer Auseinandersetzung*: damit eine transparente Diskussion über Fragen der Technik stattfinden kann, müssen die normativen Weichenstellungen und Bewertungen aufgedeckt werden.

Zu den in diesem Beitrag bestimmten Zwecken wissenschaftstheoretischer Reflexion der Technikfolgenabschätzung ist es jedoch nicht grundsätzlich erforderlich, dass in TA-Projekten professionelle Wissenschaftstheoretiker mitarbeiten. Erforderlich ist aber wissenschaftstheoretische Sensibilität und die Vertrautheit mit wissenschaftstheoretischen Grundfragen.
Entgegen der eingangs (Tab. 1) genannten Wahrnehmung, dass Technikfolgenabschätzung und Wissenschaftstheorie zwei voneinander weit entfernte Aktivitäten seien, sei hier am Schluss die These aufgegriffen, dass Technikfolgenabschätzung nur als Wissenschaftstheorie denkbar sei (Gutmann/Hanekamp 1999). Die beiden Thesen aus diesem Paper ernst genommen, bedeutet schließlich, dass eine Übersetzung des Wissens in transdisziplinärer Absicht ohne wissenschaftstheoretische Arbeit nicht denkbar sei. Technikfolgenabschätzung würde sich sonst in der Beliebigkeit verlaufen. Wissenschaftstheorie ist das erkenntnistheoretische Gewissen der Technikfolgenabschätzung, so wie Ethik ihr normatives Gewissen ist – nicht unbedingt eine bequeme, aber eine unverzichtbare Rolle.

Literatur

Bechmann G, Hronszky I (2003, Hg.): *Expertise and Its Interfaces*. Berlin: Edition Sigma

Bechmann, G.; Frederichs G. (1996): Problemorientierte Forschung: Zwischen Politik und Wissenschaft. In: Bechmann, G. (Hg.): Praxisfelder der Technikfolgenforschung. Konzepte, Methoden, Optionen. Frankfurt am Main, S. 11–37

Bullinger, H.-J. (1991): Technikfolgenabschätzung - Wissenschaftlicher Anspruch und Wirklichkeit. In: Kornwachs, K. (Hg.): Reichweite und Potential der Technikfolgenabschätzung. Stuttgart, S. 103 - 114

Coenen, R., Grunwald, A. (2003): Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland. Analyse und Lösungsstrategien. Berlin, Edition Sigma

Daele, W. van den; Döbert, R. (1995): Veränderungen der äußeren Natur – Partizipative Technikfolgenabschätzung (Funkkolleg Technik, Studienbrief 4, Studieneinheit 11). Tübingen

Decker, M.; Grunwald, A. (2001): Rational Technology Assessment as Interdisciplinary Research. In: Decker, M. (Hg.) Implementation and Limits of Interdisciplinarity in European Technology Assessment. Heidelberg et al., S. 33-60

Deutscher Bundestag (1987): Einschätzung und Bewertung von Technikfolgen; Gestaltung von Rahmenbedingungen der technischen Entwicklung (Drucksache 10/5844, Bericht der Enquête-Kommission des Deutschen Bundestages) Bonn

Dierkes, M. (Hg.) (1997): Technikgenese. Befunde aus einem Forschungsprogramm. Berlin

Fleischer T, Grunwald A (2002) Technikgestaltung für mehr Nachhaltigkeit – Anforderungen an die Technikfolgenabschätzung. In Grunwald A (ed) Technikgestaltung für eine nachhaltige Entwicklung. Von der Konzeption zur Umsetzung. Edition Sigma, Berlin, pp 95-146

Funtowicz, S., Ravetz, J. (2001): Post-Normal Science. Science an Governance under Conditions of Complexity. In: In: Decker, M. (Hg.) Implementation and Limits of Interdisciplinarity in European Technology Assessment. Heidelberg et al., S. 15-24

Funtowitz, S.; Ravetz, J. (1993): The Emergence of Post-Normal Science. In: Schomberg, R. von (Hg.): Science, Politics and Morality. London

Gee D, Greenberg M (2002) Asbestos: from 'magic' to malevolent mineral. In´ Harremoes P, Gee D, MacGarvin M, Stirling A, Keys J, Wynne B, Guedes Vaz S (2002, eds) The Precautionary Principle in the 20th century. Late Lessons from early warnings. Sage, London pp 49-63

Gethmann, CF (2004): Kann das Ganze Thema der Forschung sein? In: Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hg.): Vom Wissen zum Handeln. Berlin, S. 19-24

Gethmann CF, Mittelstraß J (1992) Umweltstandards. GAIA 1:16–25

Gethmann CF, Sander T (1999):Rechtfertigungsdiskurse. In Grunwald A, Saupe S (eds) Ethik in der Technikgestaltung. Praktische Relevanz und Legitimation. Springer, Heidelberg et al., pp 117– 151

Gibbons, M. et al. (1994): The new Production of Knowledge. Sage, London

Grunwald, A. (1994): Wissenschaftstheoretische Anmerkungen zur Technikfolgenabschätzung: Prognose- und Quantifizierungsproblematik. Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie 25 (1994), S. 51-70.

Grunwald, A. (1999): Technology Assessment or Ethics of Technology? Reflections on Technology Development between Social Sciences and Philosophy. Ethical Perspectives 6 (1999) 2, S. 170–182

Grunwald A (2000) Technik für die Gesellschaft von morgen. Möglichkeiten und Grenzen gesellschaftlicher Technikgestaltung. Campus, Frankfurt.

Grunwald, A. (2001): Integrative Forschung zum Globalen Wandel – Herausforderungen und Probleme. In: R. Coenen (Hg.): Integrative Forschung zum Globalen Wandel. Frankfurt: Campus 2001, S. 23-48.

Grunwald A (2002a) Technikfolgenabschätzung – eine Einführung. Edition Sigma, Berlin

Grunwald, A. (2002b, Hg.): Technikgestaltung für eine nachhaltige Entwicklung. Von der Konzeption zur Umsetzung. Berlin: Edition Sigma 2002.

Grunwald A (2003): Relevanz und Risiko. Zum Qualitätsmanagement integrativer Forschung. In: N. Gottschalk-Mazouz, N. Mazouz (Hg.): *Nachhaltigkeit und globaler Wandel. Integrative Forschung zwischen Normativität und Unsicherheit.* Frankfurt, New York, S. 257-276.

Grunwald, A.; Lingner, S. (1999): Systemanalyse und Technikfolgenbeurteilung. In: Grunwald, A. (Hg.) (1999b): Rationale Technikfolgenbeurteilung. Konzeption und methodische Grundlagen. Berlin, S. 132–156

Grunwald, A.; Sax, H. (Hg.) (1994): Technikbeurteilung in der Raumfahrt. Anforderungen, Methoden, Wirkungen. Berlin

Grupp, H. (1997): Messung und Erklärung des technischen Wandels. Berlin/Heidelberg

Gutmann, M.; Hanekamp, G. (1999): Wissenschaftstheorie und Technikfolgenbeurteilung. In: Grunwald, A. (Hg.): Rationale Technikfolgenbeurteilung. Konzeption und methodische Grundlagen. Berlin, S. 55–92

Hake, JF, Eich R (2002): Das Konzept der nachhaltigen Entwicklung und seine Adaption im Energiesektor. In: Grunwald, A. (Hg.): Technikgestaltung für eine nachhaltige Entwicklung. Berlin: Edition Sigma 2002, S. 149-178

Halbritter, G.; Bräutigam, R.; Fleischer, T.; Klein-Vielhauer, S.; Kupsch, Chr.; Paschen, H. (1999): Umweltverträgliche Verkehrskonzepte. Entwicklung und Analyse von Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger. Berlin

Janich, P. (1994): Beruht Technikfolgenabschätzung (TA) auf einem falschen Verständnis von Naturwissenschaft und Technik? In: Grunwald, A.; Sax, H. (Hg.): Technikbeurteilung in der Raumfahrt. Anforderungen, Methoden, Wirkungen. Berlin, S. 160-172

Janich, P. (1995): Die methodische Konstruktion der Wirklichkeit durch die Wissenschaften. In: Lenk, H.; Poser, H. (Hg.): Neue Realitäten – Herausforderung der Philosophie. Berlin, S. 460–476

Janich, P. (1996): Kulturalistische Erkenntnistheorie statt Informationismus. In: D. Hartmann, P. Janich (Hg.): Methodischer Kulturalismus. Suhrkamp, Frankfurt, S. 115-155

Janich, P. (1997): Kleine Philosophie der Naturwissenschaften. München

Janich, P. (2003): Modelle und Modelliertes. Zwecke und Methoden. In: C.F Gethmann, S. Lingner (Hg.): Integrative Modellierung zum Globalen Wandel. Springer, Berlin et al., S. 15-33

Janich, P.; Kambartel, F.; Mittelstraß, J. (1974): Wissenschaftstheorie als Wissenschaftskritik. Frankfurt am Main

Jochem, E. (1975): Möglichkeiten und Grenzen der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung (TA), dargestellt an einigen ihrer Grenzen. In: Haas, H. (Hg.): Technikfolgenabschätzung. Köln, S. 55–66

Krug H, Kern K, Diabaté S (2004) Toxikologische Aspekte der Nanotechnologie. Versuch einer Abwägung. Technikfolgenabschätzung. Theorie und Praxis 13:58-64

Lorenzen, P. (1987): Lehrbuch der konstruktiven Wissenschaftstheorie. Mannheim

Lübbe, W. (1997): Expertendilemmata – ein wissenschaftsethisches Problem? In: GAIA 6 (1997)3, S. 177–181

Mittelstraß, J. (1998): Interdisziplinarität oder Transdisziplinarität? In: Ders. (Hg.): Die Häuser des Wissens. Frankfurt am Main, S. 29–48

Mittelstraß, J. (2000): Die Angst und das Wissen – oder was leistet die Technikfolgenabschätzung? In: Gethmann-Siefert, A.; Gethmann, C.F. (Hg.): Philosophie und Technik. München, S. 25–42

Nennen, H.-U.; Garbe, D. (1996): Das Expertendilemma: zur Rolle wissenschaftlicher Gutachter in der öffentlichen Meinungsbildung. Heidelberg et al.

Orwat, C., Petermann, T., Riehm, U. (2002): Elektronischer Handel und Nachhaltigkeit. In: A. Grunwald (Hrsg.): Technikgestaltung für eine nachhaltige Entwicklung. Berlin, S. 245-275

Paschen H, Coenen C, Fleischer T, Grünwald R, Oertel D, Revermann C (2003) Nanotechnologie. Springer, Berlin

Paschen, H.; Petermann, Th. (1991): Technikfolgenabschätzung – ein strategisches Rahmenkonzept für die Analyse und Bewertung von Technikfolgen. In: Petermann, T. (1991, Hg.): Technikfolgen-Abschätzung als Technikforschung und Politikberatung. Frankfurt am Main, S. 19–42

Petermann, T. (1991): Weg von TA – aber wohin? In: Petermann, T. (Hg.): Technikfolgen-Abschätzung als Technikforschung und Politikberatung. Frankfurt am Main, S. 271-298

Schomberg R von (2004) The Normative Dimensions of the Precautionary Principle and its Relations to Science and Risk Management Decisions. In: Achen T (ed) Microscopic Modification and Big Politics. Linkoeping Studies in Arts and Sciences, Vadstena (in press)

Schröder M, Claussen M, Grunwald A, Hense A, Klepper G, Lingner S, Ott K, Schmitt D, Sprinz D (2002) Klimavorhersage und Klimavorsorge. Springer, Berlin et al.

Voss, A. (2000): Energiesysteme und das Leitbild der Nachhaltigen Entwicklung. In: Wolfrum, J.; Wittig, S. (Hg.): Energie und Umwelt. Berlin et al., S. 225-237

Weingart, P. (1997): Interdisziplinarität – der paradoxe Diskurs. In: Ethik und Sozialwissenschaften 8, S. 521–529

Weingarten, M. (2000): Wissenschaftstheorie als Wissenschaftskritik. Bonn

Wiedemann, P.; Claus, F. (Hg.) (1994): Umweltkonflikte: Vermittlungsverfahren zu ihrer Lösung. Taunusstein

Zimmerli, W. Ch. (1982): Prognose und Wert: Grenzen einer Philosophie des 'Technology assessment'. In: Rapp, F., Durbin, P.T. (Hg.), Technikphilosophie in der Diskussion. Braunschweig, S. 139 - 156.