

Technikfolgenabschätzung als wissenschaftlicher Beitrag zu gesellschaftlichen Lernprozessen über Technik

Armin Grunwald

1 Technikfolgen und die Rolle der Wissenschaft

Die wachsende Abhängigkeit moderner Gesellschaften vom 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 oder mögliche gesellschaftliche Konflikte sowie allgemein über Chancen und Risiken von neuen Technologien erforderlich. Technikfolgenabschätzung (technology assessment, TA) stellt ein wissenschaftliches Instrument dar, diese Zukunftsbezüge zu erforschen, sie explizit zu machen und sie in die gesellschaftlichen Meinungsbildungs- und Entscheidungsprozesse einzubringen (als Überblick vgl. Bröchler et al. 1999). Technikfolgen- und Umweltprobleme wie das Ozonloch oder der anthropogen verursachte Klimawandel sind ohne die Wissenschaft weder beobachtbar noch sind Maßnahmen ihrer Bewältigung zu entwickeln. Die Politik hängt sowohl bei Definitionen der Probleme als auch bei der Gestaltung von Lösungsstrategien konstitutiv von wissenschaftlichem Wissen ab. Nur mit Hilfe der Wissenschaft können Umweltveränderungen und andere Technikfolgen gemessen werden, lassen sich Nachhaltigkeitsdefizite bestimmen und können Ursachen identifiziert und mögliche Lösungen formuliert werden. Die Wissenschaft beteiligt sich in diesem Zusammenhang nicht nur an der Diagnose, sondern sie nimmt – freiwillig oder von der Gesellschaft zugeschrieben – auch die Rolle des Mahners wahr. Die Warnung vor nicht-intendierten Folgen und Prognosen künftiger Gefahren und Risiken wird zum legitimen Bestandteil ihrer Tätigkeit. Sie wird als „Vorsorgeforschung“ zur Frühwarninstanz für die Gesellschaft, inklusive der dabei auftretenden spezifischen Probleme (Bechmann 1994, Grunwald 2001a).

Indem die Wissenschaft diese neue Rolle übernommen hat, sieht sie sich mit einem Problem konfrontiert, welche das traditionelle Selbstverständnis der Wissenschaft, wertfrei zu sein und objektives Wissen bereitzustellen, in Frage stellt. Mit der Integration in den politischen Problemdefinitions-, Meinungsbildungs-, Entscheidungs- und Regulierungsprozess verliert die Wissen-

schaft explizit die lange ihr Selbstverständnis prägende *Wertfreiheit*. Wissen, obwohl von Wissenschaftlern produziert, mit wissenschaftlichen Methoden erzeugt, stellt sich als kontextgebunden, als unsystematisch gewonnen, als abhängig von normativen Vorentscheidungen, als revisionsbedürftig und als selektiv heraus (Funtowicz u. Ravetz 1993). Nicht mehr die „Objektivität des Wissens“ und Wertfreiheit sind für ihre Legitimation allein ausschlaggebend, sondern auch ihre *praktisch-gesellschaftliche Relevanz*.

Diese allgemeinen Beobachtungen seien im folgenden anhand aktueller Entwicklungen und methodischer Probleme der Technikfolgenabschätzung erläutert und präzisiert. Dabei wird Technikfolgenabschätzung als eine Kombination von problemorientierter Forschung (Teil 2) und konditional-normativer Bewertung (Teil 3) aufgefasst. Beide Teile gleichermaßen geben Anhaltspunkte dafür, auf welche Weise durch Technikfolgenabschätzung gesellschaftliche Lernvorgänge im Umgang mit Technik und Technikfolgen angestoßen und gefördert werden können (Teil 4). Abschließend wird die institutionelle Situation der TA in der Helmholtz-Gemeinschaft thematisiert.

2 Technikfolgenabschätzung als problemorientierte Forschung

Aufgrund einer weitreichenden Ausdifferenzierung der TA (Petermann 1999) ergibt sich gegenwärtig ein facettenreiches und hochdifferenziertes Bild von TA in industrialisierten Gesellschaften, das es schwierig macht, noch über „die“ TA zu reden. Aus einer übergeordneten Sichtweise heraus sollte es aber möglich sein, das Gemeinsame in den verschiedenen Ansätzen zu sehen und das Unterschiedliche in Relation zu den jeweils kontextuellen Erwartungen, Problemen und Hintergründen zu suchen (Paschen 1999). Eine solche übergeordnete Perspektive erlaubt keinerlei besserwisserische Aussage über die Eignung von Konzeptionen und kann schon gar nicht einer Evaluation dienen.¹ Sie kann jedoch neue Perspektiven eröffnen und den Blick für das Gemeinsame in aller Verschiedenheit schärfen – und damit paradoxerweise simultan erlauben, die Verschiedenheiten klarer zu formulieren und in Relation zu den jeweils beanspruchten Zielsetzungen und Leistungen zu setzen.

In diesem Sinne sei im folgenden eben doch über „die“ TA geredet, indem der Fokus auf ihre Rolle in der Unterstützung gesellschaftlicher Meinungsbildungs- und Entscheidungsprozesse gelegt wird. Es geht um die Behebung von Wissensdefiziten über Technikfolgen, über Technikgenese (Dierkes 1997), über Rahmen- und Implementationsbedingungen von Technik, um Kommunikationsverhältnisse und um gesellschaftliche Chancen- und

¹ Als Beispiel, wie dies misslingen kann, vgl. den Versuch, die betriebswirtschaftliche Managementperspektive als übergeordnete Perspektive für eine Evaluierung der TA insgesamt heranzuziehen (Weber et al. 1999).

Risikobewertung (Wiedemann et al. 2000). Integrierendes und differenzierendes Moment gleichzeitig, so die These, ist dabei *die Funktion von TA in gesellschaftlichen Lernprozessen über Technik*. Hierbei geht es nämlich nicht einfach um die Bereitstellung von soziotechnischem Verfügungswissen, sondern auch um Reflexion und Weiterentwicklung der für Technikentwicklung relevanten gesellschaftlichen Rahmenbedingungen. Dies reicht bis hin zu allgemeinen Verständigungen über die Kriterien für Wünschbarkeit oder Akzeptabilität von Technik und ihren Folgen. Auf diese Weise wird die Doppelgleisigkeit von TA als wissenschaftliche Forschung einerseits und gesellschaftlicher Diskurs andererseits (Mittelstraß 2000) deutlich: beide Elemente sind komplementär zueinander und jeweils für sich unverzichtbar.

Für die Erfüllung der gesellschaftlichen Aufgaben der TA, sei es in der Politikberatung, in der Wirtschaft, in der Unterstützung der Meinungsbildung in der Öffentlichkeit oder in der argumentativen Unterstützung von Entscheidungsprozessen, ist die Behebung von Wissensdefiziten und die Bereitstellung geeigneter Wissensbestände eine *conditio sine qua non*. TA 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. Wissenschaftliche Forschung zu den gegenseitigen Abhängigkeiten und Beeinflussungen von Technik und Gesellschaft ist unentbehrlich im Rahmen der TA. An Forschung zu gesellschaftlichen Aspekten von technischen Innovationen, Technisierung und Technisierungsfolgen im Rahmen einer TA richten sich Erwartungen,

- Mechanismen technikinduzierter Einwirkungen auf Umwelt und Gesellschaft aufzudecken. Dies ist die Technikfolgenproblematik *im engeren Sinne*: Chancen und Risiken in ökologischer, sozialer, ökonomischer und politischer Dimension sollen untersucht werden.
- Rückwirkungen dieser Effekte auf menschliche – individuelle und soziale – Handlungsweisen zu erforschen. Hier geht es 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.
- die Mechanismen der Technikentwicklung und ihrer 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).
- auf der Basis der genannten Wissensbestände *Handlungswissen* zur Bewältigung der Herausforderungen 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.

In Bezug auf eine spezifische Technologie oder ein spezifisches technisches System geht es darum, Trendaussagen, Prognosen oder Szenarien zu erarbeiten, welche über die Bedarfsentwicklung, technische Problemlösepotentiale und Chancen, erwartbare Risikosituationen und mögliche gesellschaftliche Konflikte informieren. Auf dieser Basis sollen mögliche 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, der Förderung von technischen Innovationen im Verkehrsbereich, in Bezug auf eine nachhaltige Energieversorgung oder für ein effizientes Stoffstrommanagement.

Diese Zielsetzungen für Forschung im Rahmen von TA bedürfen einer *interdisziplinären* Herangehensweise. Politikwissenschaftliche, betriebs- und volkswirtschaftliche, umweltbezogene, soziale, kulturelle, technische, sozialpsychologische und ethische Aspekte müssen integriert und ggfs. um das außerwissenschaftliche „lokale Wissen“ der Teilnehmer an der Technikgestaltung ergänzt werden. Die Aufgaben dieser *problemorientierten Technikforschung* werden *nicht* primär wissenschaftsintern formuliert, sondern beziehen sich auf gesellschaftliche Erwartungen – seien dies konkret fokussierte Beratungsbedarfe ministerieller Referate oder ganz allgemeine Orientierungen in den gesellschaftlichen „grand challenges“. Die Forderung nach problemorientierter Wissensintegration für TA folgt nicht allein aus der Komplexität gesellschaftlicher Technisierung, ihrer Folgen und Realisierungsbedingungen, sondern aus der Notwendigkeit, zu *kohärentem politischen Handeln* (z.B. in der Klimafrage, der Frage der zukünftigen Energieversorgung oder in Bezug auf die Regulierung des Internet) zu kommen. Integration von Wissensbeständen aus verschiedenen Bereichen ist kein Selbstzweck, sondern die Integration von Wissen soll Hinweise auf kohärente Problemlösestrategien geben.

Aus diesen Herausforderungen ergeben sich einerseits neue Forschungsfelder für die Zwecke gesellschaftlicher Beratung, andererseits aber auch neue Möglichkeiten für Profilbildungen und Entwicklungen im Wissenschaftssystem (Bechmann u. Frederichs 1996, Funtowicz u. Ravetz 1993). TA als problemorientierte Forschung ist 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 (die Nachhaltigkeitsdiskussion ist gerade in dieser Hinsicht ein exzellentes Beispiel). 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.²

TA als problemorientierte Forschung ist mit den Bedingungen des Wissens unter *Unvollständigkeit* und *Ungewissheit* konfrontiert (Funtowicz u. Ravetz 1993, Funtowicz et al. 1999). Die in früheren Zeiten von TA intendierte „Vollständigkeit“ der Erfassung von Technikfolgen durch TA ist genauso uneinlösbar wie das Ziel der Bereitstellung garantierter sicheren Wissens. Ein Vollständigkeitsanspruch ist aus wissenschaftstheoretischen, wissenschaftsökonomischen und pragmatischen Gründen nicht realisierbar (Grunwald 2000, S. 201ff.). Die Ungewissheit des Wissens über Technikfolgen ist unhintergebar 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 Ungewissheiten des Wissens transparent aufzudecken (dies führt auf die Notwendigkeit permanenten Lernens, Teil 4).

Eine besondere Schwierigkeit von TA als problemorientierte Forschung liegt darin, dass aufgrund der Integrativität dieser Forschung und der Verpflichtung auf den Umgang mit Ungewissheit keine Evidenz besteht, wie die Grenzen von TA-Projekten gezogen werden sollen. Wo liegen die Systemgrenzen der von TA-Projekten untersuchten Gegenstandsbereiche und Folgendimensionen, wenn die klassischen disziplinimmanenten Kriterien dafür nicht mehr zur Verfügung stehen? Da der holistische Anspruch nicht einlösbar ist, müssen neue und andere Grenzen gezogen werden, und diese bedürfen einer eigenen Rechtfertigung. Diese Rechtfertigung bemisst sich, so die These, vor allem an *Relevanzgesichtspunkten*. Relevanzbeurteilungen sind an verschiedenen Stellen von TA-Projekten zu treffen. Es ist zu beurteilen, welche möglichen Untersuchungsaspekte, welche Wechselwirkungen 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. Auch der Zeitpunkt oder der Zeitraum einer problemorientierten Technikanalyse ist wesentlich, hängt davon doch oft die Resonanz im gesellschaftlich-politischen Bereich ab (Gloe-de 1994). Falsche Weichenstellungen auf dieser Relevanzebene können durch noch so gute spätere Arbeit kaum mehr ausgeglichen werden. TA als problemorientierte Forschung muss die implizit oder explizit getroffenen Relevanzentscheidungen transparent aufdecken und einer kritischen Prüfung un-

²Ein Beispiel bilden soziologische Theoriebildungen in der Erklärung der Technikentwicklung, z.B. in evolutionstheoretischer Hinsicht, welche häufig den erklärten Zweck, zur Techniksteuerung beizutragen, nicht einlösen konnten, die gleichwohl aber die disziplinäre Diskussion erkennbar befruchteten (dazu Grunwald 2000, Kap. 2.3).

terziehen. Denn Relevanzentscheidungen im Kontext der TA sind nicht genuin wissenschaftliche Entscheidungen, sondern beziehen ihre Rechtfertigung aus dem gesellschaftlich definierten Problem. Damit sind sie politisch, ggfs. auch ethisch relevant und können nicht vom Wissenschaftssystem allein entschieden werden. Transparenz und Nachvollziehbarkeit sind erforderlich, um den anschließenden gesellschaftlichen Diskurs nicht expertokratisch oder ideologisch zu belasten, sondern zu erlauben, die gesellschaftliche Diskussion stärker über belastbare Argumentationen zu führen (Decker u. Grunwald 2001).

3 Technikfolgenabschätzung als konditional-normative Bewertung

Die Notwendigkeit normativer Beurteilungen von technischen Optionen, Technikfolgen oder Innovationspotentialen auf ihre gesellschaftliche Wünschbarkeit oder Akzeptabilität hin wurde bereits zu Beginn der Diskussion über Technikfolgenabschätzung (TA) thematisiert (z.B. Paschen 1975). Unter der verbreiteten Annahme: „Die Ergebnisse von TA-Analysen sind in hohem Maße von den subjektiven Einschätzungen der TA-Analytiker und ihrer Auftraggeber abhängig ...“ (Paschen u. Petermann 1992, S. 29) besteht die Herausforderung darin, Verfahren für den Umgang mit dieser Pluralität zu entwickeln, z.B. in Bezug auf Verfahren zum Umgang mit konfligierenden Bewertungen unter Unsicherheit (Wiedemann et al. 2000). Dass Technikgestaltung normativer Orientierungen bedarf und dass zu einer wissenschaftlichen Beratung über Technik die Analyse normativer Fragen hinzugehört, ist heute in Absetzung von früheren „positivistischen“ TA-Konzeptionen kaum noch umstritten (Paschen 1999). Kontrovers sind jedoch Möglichkeit sowie Art und Weise des Beitrags der Wissenschaften zu dieser Beratung (s.u.).

Wesentliches Ergebnis der Diskussionen in den letzten Jahren ist, dass Normativität nicht nur als „end-of-pipe“-Bewertung von technischen oder technikpolitischen Optionen unter den Aspekten ihrer Wünschbarkeit oder Akzeptabilität in der TA eine Rolle spielt, sondern dass bereits in die Konstitution von Fragestellungen und TA-Projekten normative Vorentscheidungen eingehen (vgl. die obige Diskussion der Relevanzentscheidungen). Die Trennung in eine deskriptive (wertneutrale) Phase des „Erkennens“ von Technikfolgen und eine darauf folgende Phase der Bewertung (VDI 1991) ist eine Fiktion: das, was erkannt werden kann, hängt ab von vorgängigen bewertenden Entscheidungen.³ Hierzu gehören wesentlich die genaue Definition des zu untersuchenden Problems, die Wahl von Schlüsselbegriffen, Klassifikationen des

³Die Aufteilung von TA in eine wertneutrale Folgenforschung und eine nachträgliche Bewertung dieser Folgen gelingt nicht, weil deskriptive und normative Anteile von Anfang an ineinander verwoben sind. Dies ist eines der Kennzeichen problemorientierter Forschung, vgl. Funtowicz u. Ravetz 1993, Bechmann 2001).

Forschungsfeldes, die Definition der Grenzen des betrachteten Systems, Relevanzüberlegungen hinsichtlich der Berücksichtigung von Wechselwirkungen und die Wahl zentraler Modellierungskonzepte. Diese vor-empirischen Entscheidungen, die wesentlich das Design eines TA-Projektes determinieren, haben normative Anteile und sind nicht wertneutral (Grunwald 2000, S. 209ff.). Die explizite Berücksichtigung von Normativität darf sich daher nicht auf die (späte) Phase der Bewertung von Optionen beschränken, sondern muss sich gerade auf die frühe Phase der Konzeption beziehen. Hier wird darüber entschieden, was durch TA-Forschung überhaupt erkannt werden kann.

Eine Aussage dazu, welchen Beitrag Wissenschaft und Forschung zu dem Bewertungsproblem leisten können, bedarf der Nachfrage, was Bewertungen sind und wie sie zustande kommen. Bewertungen sind *Zuschreibungen*: bestimmten Objekten wird ein ökonomischer, kultureller, lebensweltlicher etc. Wert zugeschrieben. Die Resultate von Bewertungen sind *konditionale Sätze*: Wenn bestimmte Kriterien zugrundegelegt werden und wenn ein bestimmter Wissensstand angenommen wird, dann sind bestimmte Bewertungsergebnisse die Folge. Hieraus ergeben sich sofort die zentralen Aspekte und Schwierigkeiten des Bewertens:

- Bewerten ist zunächst *subjektiv* und standpunktabhängig; in Fragen kollektiv relevanter und bindender Entscheidungen stellt sich das Problem der *Verallgemeinerbarkeit* von Bewertungen bzw. das Problem der allgemeinen Akzeptanz der Bewertungsergebnisse.
- Bewertungen erfolgen relativ zu *normativen Kriterien*. Die pluralistische Heterogenität moderner Gesellschaften erschwert Bewertungen mit Verallgemeinerungsanspruch. Auch haben Veränderungen der normativen gesellschaftlichen Struktur (z.B. Wertewandel) Auswirkungen auf Bewertungen.
- Bewertungen erfolgen relativ zum *Stand des Wissens* und damit unter Ungewissheit, Unvollständigkeit und Vorläufigkeit dieses Wissens. Die Wissensproblematik (Teil 2) hat direkte Auswirkungen auf die Bewertungsfrage.

Diagnosen und Bewertungen des gegenwärtigen Zustandes oder beobachteter Entwicklungen dürfen sich nicht nur an singulären und sektoralen Kriterien orientieren, sondern müssen *alle relevanten* Bewertungskriterien in den verschiedenen Dimensionen berücksichtigen. So geht z.B. jeder Gesetzgebung eine integrative Bewertung (z.B. in sozialer, ökonomischer und rechtlicher Hinsicht) voraus. Konflikte auf verschiedenen Ebenen (z.B. zwischen ökonomischen und ethischen Ansätzen oder zwischen ökonomischen und ökologischen Überlegungen) oder divergierende Annahmen über Gewinner und Verlierer einer Technikeinführung führen zu Problemen einer integrativen Bewertung. Hier besteht ein Aggregations- und Integrationsproblem von erheblicher Komplexität, dessen Lösung in modernen Gesellschaften nur (wissenschaftsgestützt) durch entsprechende Bewertungsverfahren möglich erscheint.

Hierbei ist selbstverständlich zu beachten, dass Wissenschaft weder beauftragt noch legitimiert ist, substantielle Technikbewertungen von gesellschaftlicher Tragweite aus eigener Kraft vorzunehmen. Wissenschaftliche Resultate haben vielmehr, wissenschaftstheoretisch betrachtet, stets die Struktur von *Wenn/Dann-Aussagen* (Grunwald 2001b). Wissenschaftlich analysierte Normativität in der TA kann nicht normative Postulate als gültig einsetzen, gar als gesellschaftlich verbindlich erklären, um von dort aus zu deduzieren, ob Entwicklung und Einsatz einer Technik akzeptabel, wünschenswert oder gar verpflichtend seien. Wissenschaft kann sich nur *konditional* auf diese normativen Ausgangspunkte beziehen. Sie kann Wenn/Dann-Aussagen der folgenden Struktur anbieten: „wenn man bestimmte normative Ausgangspunkte verwendet, hat dies folgende Konsequenzen oder Implikationen:...“. Über die Berechtigung oder Inkraftsetzung des „Wenn-Satzes“ selbst kann nicht wissenschaftlich entschieden werden; dies ist Sache der Gesellschaft in ihren dafür legitimierten Verfahren und Institutionen.

Wissenschaftliche Beratung zur gesellschaftlichen Technikgestaltung ist nicht nur auf dem Feld empirischer Forschung, sondern im genannten Sinne auch im konzeptionell-normativen Bereich möglich. Resultate sind dann *konditionale* Aussagen oder Bewertungen, während im gesellschaftlichen und politischen Bereich *kategorische* Bewertungen auf der Basis von *Positionen* erstellt werden, welche dann Verhandlungsgegenstand in Aushandlungsprozessen sind. In diesem Sinne erstrecken sich die Leistungen der Wissenschaft in der Bewertungsfrage von Technik auf mehrere Ebenen:

- begriffliche und analytische Arbeit zur Explikation normativer Leitbilder und ihrer Operationalisierung, sowie die methodische Analyse ihrer Relation zu den normativen Grundlagen der Gesellschaft in Recht, Moral und Kultur (für das Leitbild der Nachhaltigkeit vgl. Kopfmüller et al. 2001);
- Analyse und Reflexion von Konsistenz- und Kohärenzproblemen in den normativen Anteilen der gesellschaftlichen Entscheidungsgrundlagen und Entwicklung weiterführender Vorschläge (Ethik, vgl. Grunwald 2001b);
- Erforschung gesellschaftlicher Bewertungsvorgänge zur Technik: wie laufen diese faktisch ab, welche Kommunikationsmechanismen und Handlungsstrategien werden verwendet, wie wird mit der Notwendigkeit multi-kriterieller integrativer Bewertungen umgegangen?
- Entwicklung und Bereitstellung von integrativen und mehrdimensionalen Bewertungsverfahren für Technik, etwa unter Nachhaltigkeitsaspekten oder unter Bedingungen der Unsicherheit (z.B. Wiedemann et al. 2000).

Auf diese Weise kann Wissenschaft dazu beitragen, die Entwicklung der normativen Anteile der Bewertungsgrundlagen nicht dem Zufall zu überlassen – z.B. kontingenten Akteurskonstellationen –, sondern durch systematische Aufarbeitungen und durch Konsistenz- und Kohärenzbeurteilungen die Nachvollziehbarkeit und Transparenz von gesellschaftlich relevanten Bewertungen zu sichern. Dies stellt eine entscheidende Vorbedingung der Legi-

mität darauf basierender Entscheidungen und der Rationalität öffentlicher Diskurse dar.

4 Gesellschaftliches Lernen hinsichtlich Technik

Der Begriff des Lernens meint, dass das Noch-Nicht-Gewusste zum Wissen wird. Dabei spielt offenbar ein gewisser Fortschrittsgedanke eine Rolle: bloße Veränderungen sind noch keine Lernvorgänge. Lernmöglichkeiten und Lernnotwendigkeiten entstehen in gesellschaftlicher Technikgestaltung auf (1) *kognitiver*, (2) *normativer* und (3) *gesellschaftstheoretischer* Ebene, auf denen auf je verschiedene Weise die Rolle von TA in gesellschaftlichen Lernprozessen deutlich wird:

(ad1) Aus der Erkenntnis der Unvollständigkeit und Unsicherheit des in die Entscheidungsgrundlage integrierten Wissens folgt die Notwendigkeit, in Entscheidungsprozessen die Elemente der Entscheidungsbasis *permanent gemäß dem jeweils neuesten Kenntnisstand nachzuführen und für die Adaption der einmal getroffenen Entscheidung an diese neuen Erkenntnisse zu sorgen*. Diese Erfordernis ständigen Lernens nicht hinreichend berücksichtigt zu haben, dürfte eine der Hauptursache für viele Investitionsruinen oder zu spät abgebrochene bzw. modifizierte Entwicklungen sein. Prognoselasten sind nur durch die Flexibilität von Entscheidungen und Planungen zu reduzieren (Paschen u. Petermann 1992, Grunwald 2000). Dies bringt erhebliche Anforderungen an ein umfassendes „Monitoring“ relevanter Entwicklungen mit sich. TA ist in dieser Weise ein Medium des Lernens in Form einer die Technikentwicklung und die Entwicklung der entsprechenden gesellschaftlichen Rahmenbedingungen begleitenden problemorientierten Forschung.

(ad2) Die normativen Anteile der Entscheidungsgrundlagen (rechtliche Bestimmungen, ethische Grundsätze, nichtkodifizierte Verhaltensstandards, Moralen etc.) sind – anders als etwa in älteren Ansätzen sozialverträglicher Technikgestaltung angenommen – nicht einfach fixierte Randbedingungen für die Technikentwicklung, sondern sind einerseits einer historischen und gesellschaftlichen Weiterentwicklung unterworfen. Andererseits werden sie durch neue Technik herausgefordert, wenn nämlich mit der Enkulturation einer Innovation das bisherige normative Gerüst der Gesellschaft überfordert würde (Grunwald 2000, S. 236ff.). In diesen Fällen kann TA nicht mehr „quasi-deskriptiv“ die bisherigen regulativen Mechanismen der Gesellschaft als Maßstäbe für Beurteilungen heranziehen, sondern muss explizit die Reflexion dieser regulativen Grundlagen betreiben. Dies kann dann die Beteiligung der Ethik, des Technik- oder Umweltrechtes bzw. partizipativer Mechanismen erfordern, mit dem Ziel, „konditional-normative“ Bewertungen als systematische Ausgangspunkte gesellschaftlichen Lernens bereitzustellen (Teil 3). Lernfähigkeit muss nicht nur in die Wissensproduktion, sondern auch in die Bewertungen eingebaut werden. Dies umfasst insbesondere ein Lernen in Bezug auf Relevanzeinschätzungen und gesellschaftliche Prioritätensetzungen.

(ad3) Jede technische Innovation stellt die betroffenen Teile der Gesellschaft vor Lernnotwendigkeiten, wenn es nämlich um die *Enkulturation* der Technik geht: ihre Einbettung in Handlungszusammenhänge und Gewohnheiten. Dies berührt auch die allgemeine Einstellung gegenüber technischen Innovationen wie etwa das Maß an Risikobereitschaft oder Risikoaversion. Hierbei mögliche Veränderungen oder Lernprozesse sind ebenfalls Gegenstand der TA, etwa in Form der Untersuchung und Kritik der gesellschaftlichen Risikowahrnehmung. Auch eher technikphilosophische Fragen, wie Technik und Technikkritik gesellschaftlich thematisiert werden, und geschichtsphilosophische Prämissen wie Fortschrittsoptimismus oder Zukunftsangst hinsichtlich technischer Entwicklungen sind hierbei von Interesse. Aufgabe von TA ist hierbei, gesellschaftliche Diskussionen dadurch zu bereichern und eventuelle Lernprozesse dadurch anzustoßen, dass die unterschwellig transportierten Inhalte transparent und dadurch der argumentativen Auseinandersetzung zugänglich gemacht werden: Ermöglichung von Lernen durch die Explizierung des Impliziten (Gutmann u. Hanekamp 1999).

Auf all diesen Ebenen kann TA die Bedingungen für eine Erweiterung des Optionenraumes in technikrelevanten gesellschaftlichen Entscheidungen durch Lernen bereitstellen oder verbessern. Dies erfolgt sowohl durch problemorientierte Forschung (Teil 2) als auch durch konditional-normative Reflexion (Teil 3). Auf diese Weise stellt sich heraus, dass TA weit jenseits von ihrer ursprünglichen Funktion als direkter Entscheidungsvorbereitung weitere Aufgaben erwachsen: gesellschaftliche Lernvorgänge im Hinblick auf Technik, Technisierung und Technikfolgen auf wissenschaftlicher Basis zu unterstützen und dadurch zu eher informellen, dann aber *informierten* Meinungsbildungsprozessen im Vorfeld der Entscheidungen beizutragen.

In der Diskussion über TA und gesellschaftliche Lernprozesse über Technik ist entscheidend, dass nicht von Technik *allein* angenommen wird, dass sie sich weiterentwickelt. Auch die gesellschaftlichen Möglichkeiten, mit Technik umzugehen, sich Technik anzueignen und sie gesellschaftlich zu integrieren, werden weiterentwickelt. Werden die Lerneffekte im Bereich der „sozialen Innovationen“ übersehen, liegen entweder utopische oder apokalyptische Visionen nahe, wie sie in der jüngsten Debatte um eine mögliche zukünftige Übermacht der Maschinen über die Menschen (Bill-Joy-Diskussion) aufgetreten sind. Selbstverständlich kommt man zu Schreckensvisionen, wenn man die technischen Möglichkeiten auf Dekaden hin extrapoliert und diese dann mit den gesellschaftlichen Möglichkeiten ihrer Bewältigung *von heute* vergleicht. Es handelt sich aber eindeutig um Fehlschlüsse, weil die Möglichkeiten des gesellschaftlichen Lernens über den Umgang mit Technik dabei vollständig ignoriert werden. Indem TA auf diese Möglichkeiten des Lernens hinweist und diese unterstützt, können einseitige, naive, „irrationale“ oder auch handlungsblockierende positive oder negative Utopien der genannten Art vermieden oder wenigstens als wenig rational begründet kritisiert werden.

TA als wissenschaftsgestützter Lernprozess zur Unterstützung von gesellschaftlichen Meinungsbildungen über Technik kann nicht bloß in singulären Untersuchungen bestehen. Vielmehr ist TA selbst als reflexive und begleitende problemorientierte Forschung anzulegen, welche die genannten Funktionen der begleitenden Analyse der normativen Rahmenbedingungen genauso wie die Evaluierung des bisher Erreichten und die sich daraus ergebenden Modifikationsnotwendigkeiten oder -möglichkeiten betrachtet. Die Rede von TA als Prozess (Paschen u. Petermann 1992, van Eijndhoven 1997) bezieht sich auf diesen Sachverhalt (in diesem Sinne auch Ropohl 1996, S. 263). Ein stufenweise inkrementeller Prozess des gesellschaftlichen Lernens über Technik und mit Technik lässt sich in seinen Ergebnissen nicht prognostizieren, weil er über Zieländerungen und neu hinzukommendes Wissen unvorhersehbar beeinflusst wird. Die Integration von Lernfähigkeit in den gesellschaftlichen Umgang mit Technik ist die *Chiffre der Offenheit der Zukunft*, sozusagen die positive Seite dessen, was oft als Handeln unter Unsicherheit apostrophiert wird.

5 Technikfolgenabschätzung in der Helmholtz-Gemeinschaft

Die Etablierung der TA in der deutschen Forschungslandschaft und in der Politikberatung seit den siebziger Jahren ist im wesentlichen aus den HGF-Zentren (den früheren Großforschungszentren) heraus erfolgt. Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen für vergleichbare Aufgaben wurden entweder erst erheblich später gegründet (die TA-Akademie Baden-Württemberg 1990, die Europäische Akademie Bad Neuenahr-Ahrweiler 1996) oder haben sich erst spät mit Fragen der TA befasst (wie etwa das Wissenschaftszentrum Berlin). Die Universitäten haben sich in der Regel erst in den neunziger Jahren Fragestellungen der TA geöffnet. Dass die heutigen HGF-Zentren die Keimzellen der TA in Deutschland bildeten, erscheint nicht überraschend. Folgende Gründe lassen sich anführen (Grunwald u. Lingner 1999):

- Der Auftrag der Helmholtz-Gemeinschaft bzw. der Großforschungseinrichtungen war von Anfang an mit einem gesellschaftlichen Interesse und der Verpflichtung zur Politikberatung und -unterstützung verbunden, insbesondere durch den Bezug auf *Vorsorgeforschung* zur Bereitstellung von entsprechendem Verfügungs- und Orientierungswissen;
- Bei den HGF-Zentren liegt Kernkompetenz in vielen Bereichen gesellschaftlich hochrelevanter Schlüsseltechnologien vor (Umwelttechnik, Energietechnik, Verkehrs- und Weltraumtechnik und – bis zum Ausscheiden der GMD – Informations- und Kommunikationstechnik), auf die durch HGF-interne TA-Einrichtungen zurückgegriffen werden konnte und kann;
- Die vorhandene *Systemerfahrung* (z.B. durch den Betrieb und die Entwicklung von Großanlagen wie Kraftwerken oder Raumfahrzeugen) hatte

- Vertrautheit mit systemanalytischem und systemtechnischem Denken mit sich gebracht, welches für TA „umgenutzt“ werden konnte;
- Durch den direkten Bezug auf gesellschaftliche Erwartungen und Anforderungen hinsichtlich Wissenschaft und Technik wurde an den Großforschungszentren – wenigstens in Grundzügen – bereits früh das praktiziert, was heute als „problemorientierte Forschung“ bezeichnet wird (vgl. Teil 2). Dies implizierte insbesondere Erfahrung mit interdisziplinärer Arbeit und kooperativ-vernetztem Vorgehen.

Auf diese Weise konnte sich TA als „Querschnittsaufgabe des Wissenschaftssystems“ in einigen HGF-Zentren entfalten und zu einer beträchtlichen Außenwirkung führen (und z.B. maßgeblich die Institutionalisierung der TA am Deutschen Bundestag durch das Büro für Technikfolgenabschätzung beeinflussen). Dies wurde vom Wissenschaftsrat in seinem jüngsten Gutachten zur HGF (Wissenschaftsrat 2001) als eine Erfolgsgeschichte bestätigt und war für den Wissenschaftsrat Anlass, die TA als eine HGF-typische Aktivität einzuordnen und ihren weiteren Ausbau in den Helmholtz-Zentren zu empfehlen (Wissenschaftsrat 2001, S. 5).

Vor dem Hintergrund der aktuellen Diskussion um die Umstellung der HGF auf programmorientierte Förderung stellen sich allerdings offene Fragen in Bezug auf die Zukunft von TA und Systemanalyse in der HGF. Die neue Einteilung der HGF in die Forschungsbereiche Gesundheit, Verkehr und Weltraum, Energie, Struktur der Materie, Schlüsseltechnologien sowie Erde und Umwelt berücksichtigt auf dieser obersten Ebene Querschnittsaktivitäten wie TA und Systemanalyse nicht explizit. In den Erwartungen, die sich an die programmorientierte Förderung richten, lässt sich zwar eine Fülle von Hinweisen finden, dass eine stärkere Zusammenführung von Wissen, eine größere Realisierung von Interdisziplinarität, die Stärkung der Komponenten der Politikberatung und der Erarbeitung von gesellschaftlichen Handlungsstrategien sowie die Ausrichtung der Programme an gesellschaftlichen „grand challenges“ gewünscht werden – sämtlich Anforderungen, die nach einer Stärkung von TA und einer Integration in alle Kernbereiche einer programmorientierten HGF verlangen.

Es erscheint allerdings bislang noch nicht geklärt, in welcher Weise diese Erwartungen organisatorisch und institutionell umgesetzt werden. Und hier liegen, wie so oft, die Schwierigkeiten im Detail, z.B. in solchen Fragen, wie die Gutachterkommissionen zusammengesetzt werden, die über die Programme befinden sollen. Eine typische „Falle“ für TA liegt nämlich in wissenschaftlichen Evaluierungsprozessen oft darin, dass disziplinär oder sektoral zusammengesetzte Gutachtergremien im Zweifelsfalle eher geneigt sind, die ihnen vertrauten Aktivitäten z.B. der konkreten Technologieentwicklung oder der Grundlagenforschung zu befördern als eine ihnen eher „fremde“ Angelegenheit wie die Untersuchung der Einbettung einer Technologie in gesellschaftliche Entwicklungsszenarien oder in integrative Nachhaltigkeitskonzepte. In

diesem „Negativszenario“ würden zwar vielleicht alle die Notwendigkeit von TA beteuern, daraus würde jedoch nichts folgen.

Dieses Beispiel soll nur aufzeigen, dass eine gute Zukunft von TA in der programmorientierten HGF auch dann kein Selbstläufer sein muss, wenn die Absichtserklärungen und die politische Konstellation dies als plausibel erscheinen lassen. Es heißt nicht, dass Besorgnis angebracht wäre. Aber es heißt, dass der Prozess der institutionellen Festigung der programmorientierten Förderung einer sorgfältigen Beobachtung und der engagierten Mitgestaltung seitens der TA-relevanten Einrichtungen bedarf.

Auf der anderen Seite lassen sich auf der Basis der genannten Erwartungen an die programmorientierte Förderung, des weiter anwachsenden Beratungsbedarfs politischer und wirtschaftlicher Entscheidungsträger hinsichtlich Technik, Technisierung und Technikfolgen sowie der Empfehlungen des Wissenschaftsrates auch „Positivszenarien“ ausmalen. Diese könnten folgende Elemente enthalten:

- Technikfolgenabschätzung findet als konstitutives Element – nicht als Marginalie – Eingang in sämtliche Forschungsbereiche der Helmholtz-Gemeinschaft (Gesundheit, Verkehr und Weltraum, Energie, Struktur der Materie, Schlüsseltechnologien sowie Erde und Umwelt);
- Technikfolgenabschätzung könnte auf diese Weise eine alte Forderung realisieren, nämlich nicht erst marktreife technische Produkte oder Systeme zu untersuchen, sondern F&E *von Anfang an* zu begleiten – Voraussetzung für viele der genannten durch TA ermöglichten Lernprozesse (Teil 4);
- Die Evaluierung der Programme setzt nicht nur innerwissenschaftliche Kriterien an, sondern ebenfalls – wie dies in den ersten Entwürfen auch vorgesehen ist – Kriterien der gesellschaftlichen Relevanz, des Beitrags zu Problemlösungen, der Bereitstellung von politischen Handlungsoptionen und -empfehlungen etc. und berücksichtigt dies in der Zusammensetzung der Evaluationsgremien;
- Es gelingt eine problemorientierte Bündelung der Ressourcen und Kompetenzen der HGF, um die „grand challenges“ der Umwelt- oder Technikforschung in bislang unerreichter Vollständigkeit zu bearbeiten – und z.B. in der Frage regionaler Klimaänderungen die gesamte Kette vom Verstehen des Klimasystems, der Beobachtung von Klimaänderungen, Technologieentwicklung und -folgenabschätzung, Wissensmanagement bis hin zur sozio-ökonomischen Forschung zum Klima inklusive der vielen Wechselwirkungen zu betrachten und entsprechend integriertes Handlungswissen bereitzustellen.

Von der Art und Weise, wie Technikfolgenabschätzung in Zukunft in der HGF verankert wird, wird wesentlich abhängen, auf welche Weise und in welchem Umfang Gesellschaft und Politik die Möglichkeiten des Lernens in Bezug auf den gesellschaftlichen Umgang mit Technik, Technikfolgen und Technisierung nutzen, die durch Technikfolgenabschätzung ermöglicht werden. Die

aktuelle Planung, die Kompetenzen der HGF in Systemanalyse und Technikfolgenabschätzung in einem Programm mit dem Arbeitstitel „Nachhaltigkeit und Technik“ zu bündeln und dann dieses Programm auch für Fragestellungen aus anderen Forschungsbereichen zu öffnen, eröffnet gute Chancen für eine positive Entwicklung.

Literaturverzeichnis

1. Bechmann, G. (1994): Frühwarnung – die Achillesferse der TA? In: Grunwald, A., Sax, H. (Hrsg.): Technikbeurteilung in der Raumfahrt. Anforderungen, Methoden, Wirkungen. Berlin, S. 88–100
2. Bechmann, G., Frederichs, G. (1996): Problemorientierte Forschung: Zwischen Politik und Wissenschaft. In: Bechmann, G. (Hrsg.): Praxisfelder der Technikfolgenforschung. Konzepte, Methoden, Optionen. Campus, Frankfurt, S. 11–37
3. Bechmann, G. (2001): Paradigmenwechsel in der Wissenschaft? – Anmerkungen zur problemorientierten Forschung. In: Grunwald, A. (Hrsg.): Jahrbuch des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse 1999/2000, S. 93–108
4. Bröchler, S., Simonis, G., Sundermann, K. (Hrsg.) (1999): Handbuch Technikfolgenabschätzung. Edition Sigma, Berlin
5. Decker, M., Grunwald, A. (2001): Rational Technology Assessment as Interdisciplinary Research. In: Decker, M. (Hrsg.): Implementation and Limits of Interdisciplinarity in European Technology Assessment. Springer, Heidelberg 2001 (im Druck)
6. Dierkes, M. (Hrsg.) (1997): Technikgenese. Befunde aus einem Forschungsprogramm. Edition Sigma, Berlin
7. Funtowitz, S., O'Connor M., Ravetz, J. (1999): Challenges in the utilisation of science for sustainability. In: Catizzone, M. (Hrsg.): From Ecosystem Research to Sustainable Development. European Commission, Ecosystems Report No. 26, Brussels
8. Funtowitz, S., Ravetz, J. (1993): The Emergence of Post-Normal Science. In: von Schomberg, R. (Hrsg.): Science, Politics and Morality. Kluwer Academic Publisher, London
9. Gloede, F. (1994): Der TA-Prozess zur Gentechnik in der Bundesrepublik Deutschland – zu früh, zu spät oder überflüssig? In: Weyer, J. (Hrsg.): Theorien und Praktiken der Technikfolgenabschätzung. Profil Verlag, Wien, S. 105–128
10. Grunwald, A. (2000): Technik für die Gesellschaft von morgen. Möglichkeiten und Grenzen gesellschaftlicher Technikgestaltung. Campus, Frankfurt
11. Grunwald, A. (2001a): Zwischen Präventionsnotwendigkeiten und Alarmismus: Problemwahrnehmungen in der Nachhaltigkeitsdiskussion. In: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden Württemberg (Hrsg.): Kommunikation über Umweltrisiken zwischen Verharmlosung und Dramatisierung. Hirzel Verlag, Stuttgart Leipzig, S. 87–101
12. Grunwald, A. (2001b): Methodical Reconstruction of the Ethical Advices. In: Bechmann, G., Hronzsky, I. (Hrsg.): Expertise and its Interfaces. Edition Sigma, Berlin (im Druck)
13. Grunwald, A., Lingner, S. (1999): Systemanalyse und Technikfolgenbeurteilung. In: Grunwald, A. (Hrsg.): Rationale Technikfolgenbeurteilung. Konzeption

- und methodische Grundlagen. Springer, Berlin Heidelberg New York, S. 132–156
14. Gutmann, M., Hanekamp, G. (1999): Wissenschaftstheorie und Technikfolgenbeurteilung. In: Grunwald, A. (Hrsg.): Rationale Technikfolgenbeurteilung. Konzeption und methodische Grundlagen. Springer, Berlin Heidelberg New York, S. 55–92
 15. Kopfinmüller, J., Brandl, V., Jörissen, J., Paetau, M., Banse, G., Coenen, R., Grunwald, A. (2001): Nachhaltige Entwicklung integrativ betrachtet. Konstitutive Elemente, Regeln Indikatoren. Edition Sigma, Berlin
 16. Mittelstraß, J. (2000): Möglichkeiten und Grenzen der Technikfolgenabschätzung In: Gethmann-Siefert, A., Gethmann, C.F. (Hrsg.): Philosophie und Technik. Fink, München, S. 25–42
 17. Paschen, H. (1975): Technology Assessment als partizipatorischer und argumentativer Prozess. In: Haas, H. (Hrsg.): Technikfolgen-Abschätzung (Technology Assessment, TA: Bewertung technischer Entwicklungen). München, Wien, S. 45–54
 18. Paschen, H. (1999): Technikfolgenabschätzung in Deutschland – Aufgaben und Herausforderungen. In: Petermann, T., Coenen, R. (Hrsg.) (1999): Technikfolgenabschätzung in Deutschland. Bilanz und Perspektiven. Campus, Frankfurt, S. 47–62
 19. Paschen, H., Petermann, T. (1992): Technikfolgenabschätzung ein strategisches Rahmenkonzept für die Analyse und Bewertung von Technikfolgen. In: Petermann, T. (Hrsg.): Technikfolgen-Abschätzung als Technikforschung und Politikberatung. Campus, Frankfurt, S. 19–42
 20. Petermann, T. (1999): Technikfolgen-Abschätzung – Konstituierung und Ausdifferenzierung eines Leitbilds. In: Bröchler, S., Simonis, G., Sundermann, K. (Hrsg.): Handbuch Technikfolgenabschätzung. Band 1. Berlin, S. 17–52
 21. Ropohl, G. (1996): Ethik und Technikbewertung. Suhrkamp, Frankfurt
 22. van Eijndhoven, J. (1997): Technology Assessment: Product or Process? Technological Forecasting and Social Change, 54, S. 269–286
 23. VDI, Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.) (1991): Richtlinie 3780 Technikbewertung, Begriffe und Grundlagen. Düsseldorf
 24. Weber, J., Hoffmann, D., Kehrmann, T., Schäffer, U. (1999): Technology Assessment – eine Managementperspektive
 25. Wiedemann, P., Karger, C., Brüggemann, A., Fugger, W. (2000): Innovation, Unsicherheit und Öffentlichkeitsbeteiligung. TA-Datenbank-Nachrichten, Nr. 3, Jahrgang 9, S. 51–57
 26. Wissenschaftsrat (2001): Gutachten zur Systemevaluation der Helmholtz-Gemeinschaft. Köln