

Technikfolgen-Abschätzung und Prognose im Wandel

Günther Frederichs, Anja Hartmann

Vollständige bibliographische Angaben

Frederichs, G.; Hartmann, A.: Technikfolgen-Abschätzung und Prognose im Wandel.
In: Petermann, Th. (Hrsg.): Technikfolgen-Abschätzung als Technikforschung und Politikberatung. Frankfurt: Campus 1992, S. 73-94 (Veröffentlichungen der Abteilung für Angewandte Systemanalyse (AFAS), Bd. 1)

Hinweis zur vorliegenden Kopie

Für die vorliegende elektronische Kopie wurde das Original eingescannt und mit OCR-Software (Optical Character Recognition) bearbeitet. Das angezeigte Seitenabbild entspricht unter Berücksichtigung der Qualitätseinbußen beim Scannen dem Buchlayout. Durch die OCR-Software wurde zusätzlich die Durchsuchbarkeit des Textes ermöglicht. Auf Grund einer gewissen Fehleranfälligkeit des Verfahrens kann keine Garantie gegeben werden, dass der so erzeugte Text hundert Prozent mit dem Originaltext identisch ist. Mit Fehlern muss gerechnet werden. Eine intellektuelle Kontrolle des OCR-Ergebnisses hat nicht stattgefunden. Wird Text aus dem Dokument kopiert, basiert der exportierte Text auf dem OCR-Ergebnis und kann deshalb ebenfalls Fehler enthalten.

Technikfolgen-Abschätzung und Prognose im Wandel

Günther Frederichs, Anja Hartmann

I. TA und Prognose

Technikfolgen-Abschätzung (TA) beabsichtigt, neben anderen Zielen, die Wirkungen von Technologien antizipativ darzustellen (PASCHEN/PETERMANN in diesem Band). Betrachtet man TA also unter anderem als ein Prognoseinstrument (ZIMMERLI 1982), so ist es naheliegend, nach Prognosemethoden zu fragen. Man könnte sich z.B. in der Wirtschaftsprognostik umschauen, wo solche Methoden in langjähriger Praxis der Politikberatung entwickelt worden sind (HÜTTNER 1986, WEBER 1990). Verglichen jedoch mit dem hohen Institutionalisierungsgrad der Wirtschaftsprognostik (VAJNA 1977) hat die TA in ihrer über 20jährigen Geschichte nichts Vergleichbares an etablierter Prognosemethodik hervorgebracht, noch hat sie dort - wenn man von gelegentlicher Anwendung der Szenario-Methode absieht - wesentliche Anleihen gemacht.

Betrachtet man die Unterschiede zwischen diesen beiden Bereichen wissenschaftlicher Politikberatung, TA einerseits, Wirtschaftsprognostik andererseits, so kann man einiges über das Funktionieren bzw. Nicht-Funktionieren intersystemischer Kommunikation lernen (LUHMANN 1986), und man ahnt, warum (wirtschafts-) prognostische Methoden bei TA relativ wenig Anwendung finden. Die Wirtschaftsprognostik funktioniert als eingefahrenes Zusammenspiel zwischen Wirtschaftswissenschaft und Wirtschaftspolitik, bei dem auf beiden Seiten eine grundsätzliche Übereinstimmung in den politischen Zielen und in den methodologischen Grundannahmen besteht. Auf beiden Seiten hat man sich an gewisse quantitative Orientierungsgrößen nach Art des Brutto-

sozialprodukts gewöhnt, wie viel oder wie wenig diese auch immer über den jeweils gemeinten Realitätsbereich aussagen. Kritik daran kommt bezeichnenderweise im Zusammenhang mit der Ökologiediskussion auf (SIMONIS 1986), aber die Versuche einer Verbesserung, z.B. in Form von "Sozialen Indikatoren" (ZAPF 1976), drohen am Komplexitätsproblem zu scheitern. Auch wenn Frerichs und Kübler im Vorwort ihres Buches auf heftige Kontroversen verweisen und deshalb die "Wirtschaftsprognostik" gar nicht als abgeschlossenes Gebiet sehen möchten, so ist das die Binnensicht, die bei einem Vergleich mit der TA-Diskussion nicht standhält. Die Kontroversen bewegen sich innerhalb der Grenzen der 'gängigen' Wirtschaftstheorien und Ansätze, für die die Auseinandersetzungen der vergangenen zwanzig Jahre über Umwelt und technischen Fortschritt nicht konstitutiv sind wie für die TA. Unter diesen Voraussetzungen, vom allgemeinen Grundkonsens der Beteiligten getragen, gedeiht eine Prognostik, die sich unwidersprochen das Ziel setzen kann, den Verlauf der "gesamten Wirtschaft" (FRERICHS/KÜBLER 1980) mit regressionsanalytischen Verfahren, ökonometrischen Modellen und Zeitreihenprojektionen quantitativ zu beschreiben.

Bei der TA sind die Verhältnisse anders. Sie verdankt ihre Existenz dem grundlegenden Dissens über die Segnungen des 'technischen Fortschritts', der seit den sechziger Jahren die Industriegesellschaften verunsichert und seit Mitte der siebziger Jahre in Form von demoskopischen Katastrophenmeldungen Politik und Administration alarmiert (IFD ALLENSBACH 1985). Der Glaube an den technischen Fortschritt war eine der Grundsäulen des Industrialismus, und sein Verlust bedeutet nicht zuletzt den Verlust verlässlicher Orientierungen. Es gibt heute kaum eine relevante Aussage in bezug auf Technikbewertung, die nicht auf Widerspruch stoßen würde. Jede Definition etwa eines quantitativen Indikators für komplexe Zusammenhänge würde als Willkür empfunden und hätte wenig Chancen, irgend etwas zu bewegen.

Dennoch ist TA wegen ihres grundsätzlichen Prognoseanspruchs dem Vergleich mit ausgearbeiteten Prognostiken ausgesetzt. Das ist nicht ohne Konsequenzen. Eine ist, daß der (quantitative) Prognoseanspruch auf TA übertragen wird, so daß die Kalkulierbarkeit der Technikfolgen eingefordert wird. Diesen Fall haben wir bei der Kernenergie gehabt, wo die Multiplikation von Schadenshöhe und Wahrscheinlichkeit die gesamte Risikothematik ab-

decken sollte. Es war dies ein von wissenschaftlicher Seite lanciertes (scheinbares) Diskussionsangebot an die protestierenden Bürger, das jahrelang jede vernünftige Risikoauseinandersetzung abblockt hat.

Die andere Konsequenz eines überhöhten Prognoseanspruchs an die TA ist ihre Diskreditierung, da sie dem Anspruch nicht standhält. Ulrich Beck hat zu Recht darauf hingewiesen, daß nicht die "Kalkulation" der tatsächlich eintretenden Folgen beabsichtigt ist, sondern ihre "Abschätzung" in dem Sinne, daß ihnen durch heutiges Handeln begegnet werden kann (BECK 1986, S.284). Aber selbst unter dieser 'Einschränkung' (die in Wahrheit keine ist) bleibt das Problem bestehen: Wie kann angesichts der prinzipiellen Unübersichtlichkeit der komplexen Zusammenhänge zwischen heutigem Handeln und den Folgen in der Zukunft die Prognose einen solchen Grad von Verbindlichkeit bekommen, daß ihrer Warnung Folge geleistet wird? Die alte (positivistische) Prognoseauffassung mißt die Güte einer Prognose an der Güte ihrer logischen Begründungen (LAUMANN 1980). Auf die Ebene politischen Handelns übertragen würde dies bedeuten: Solange die Prognose nicht logisch unwiderlegbar ist, taugt sie nichts. Man könnte sie ignorieren. Da Komplexität nur ein anderes Wort für Nichtprognostizierbarkeit im positivistischen Sinne ist, wäre TA also zur Wirkungslosigkeit verdammt.

In der Folge wird dargestellt, daß sich diese Prognoseauffassung gewandelt hat und mit ihr auch die Auffassung über die Realisierbarkeit von TA. Zwar sind positivistische Denkansätze auch heute immer noch präsent, aber die vergangenen zwanzig Jahre, die von Auseinandersetzungen über Kernenergie, Umwelt, Gentechnologie und Rüstung unter breiter Beteiligung der Bevölkerung geprägt waren, haben solche Auffassungen in ihrer Wirkung verblasen lassen. Gestützt wird diese Entwicklung durch Forschungsergebnisse in den Naturwissenschaften, die zu einem neuen Verständnis von Komplexität führen und damit auch zu einer anderen Einschätzung des Verhältnisses zwischen heutigem Handeln und zukünftigen Entwicklungen (OLSEN 1990).

II. Zum Alltagsverständnis von Prognosen

Die heute immer noch gängigen Vorstellungen über Prognostik schwanken zwischen der Möglichkeit exakter Vorhersage und unverbindlicher Zukunftsvision, also etwa zwischen der punktgenauen Voraussage von Raketenbahnen und dem Wunschdenken politischer Sonntagsreden. So kommt es, daß es einerseits üblich ist, Prognosen für die Unterstützung einer politischen Meinung heranzuziehen, wie es andererseits ebenso regelmäßig erwartet werden kann, daß sie von der jeweiligen Gegenmeinung als 'unseriös' abgewiesen werden. Wenn eine Prognose kein eindeutiges Bild dessen abgibt, was sie tatsächlich leistet und wo ihre Grenzen sind, dann kann es geschehen, daß sie für die politische Meinungsbildung relativ wertlos ist. Es scheint, daß dies der gegenwärtige Zustand ist, und leider ist die Prognostik selbst daran nicht schuldlos. Gerade sie zeichnet sich im Vergleich zu anderen Formen der wissenschaftlichen Politikberatung dadurch aus, daß sie dem Vorwurf von Gefälligkeitsgutachten in besonderem Maße ausgeliefert ist. Der Spielraum für unbewiesene Annahmen ist besonders groß, und es setzt zweifellos ein gewisses Maß an Unabhängigkeit voraus, nicht diesen Spielraum zugunsten des politischen Auftraggebers zu nutzen oder eigene Meinungspräferenzen auf die Ergebnisse durchschlagen zu lassen. Die Folge dieses Zustands ist es, daß (oft nicht ohne Schadenfreude) auf die zahlreichen Fehlprognosen der Vergangenheit hingewiesen wird (ULRICH 1986).

Beide, sowohl die Nachfrage nach als auch die Leistungsfähigkeit von Prognosen (hier vor allem Wirtschaftsprognosen), sind von historischen Bedingungen abhängig, wobei zwischen beiden eine negative Korrelation besteht. Die 50er und 60er Jahre waren von starken, anhaltenden Entwicklungstrends geprägt, wie stetiges Bevölkerungswachstum, stetiges Ansteigen des Bruttosozialprodukts und der Produktivität, niedrige Inflationsraten, stabile Wechselkurse, stetige Zunahme des Welthandelsvolumens. Gerade aufgrund dieser Voraussetzungen gab es eine relativ geringe Nachfrage nach Wirtschaftsprognosen. Gleichzeitig waren dies aber günstige Zeiten für die Erstellung von Prognosen, eben weil man sich auf die bestehenden Trends verlassen konnte.

Ganz anders dagegen in den 70er Jahren mit ihren Entwicklungsturbulenzen und unerwarteten Trendbrüchen, wie "Pillennick", "Ölkrise", "Wertewandel", dem erstmaligen Auftreten

gnose der künftigen Ereignisse ab.” (Hervorhebung im Original) (THIEME 1984, S. 319) Auf die Schwierigkeiten einer so verstandenen Prognose wird an dieser Stelle wie auch generell in der Verwaltungslehre ausdrücklich hingewiesen, was aber darauf hinausläuft, daß das Erreichbare letztlich gegenüber diesem Prognose-Ideal immer defizitär bleibt. Eine solche Aussage, wie die zitierte, läßt sich allzu leicht mißverstehen als die zutreffende Vorhersage zukünftiger Ereignisse. Da Prognosen über komplexe Zusammenhänge immer unbewiesene Annahmen machen und damit ein beträchtliches Irrtumsrisiko haben, wäre es bei diesem Verständnis um die 'Zuverlässigkeit' der Planung schlecht bestellt. Solche Erwartung an die Prognose zu korrigieren, ist in zweifacher Hinsicht wichtig:

- Die Annahme der Voraussagbarkeit zukünftiger Tatsachen führt zu einer falschen Sicherheit und lenkt von der prinzipiellen Ungewißheit ab, mit der sich jede zukunfts-gestaltende Tätigkeit auseinandersetzen muß.
- Nicht einlösbare Erwartungen an die Prognose führen unweigerlich zum Vorwurf der "Fehlprognose", der auf Dauer die Prognostik insgesamt diskreditiert.

Eine pauschale Ablehnung der Prognostik wäre damit aber natürlich nicht gerechtfertigt. Denn daß sie sinnvoll und auch politisch wirkungsvoll sein kann, zeigt die Existenz durchaus sorgfältig ausgearbeiteter Prognosen, an denen die politische Diskussion aufgrund ihrer Qualität nicht vorbei kam und kommt.

Eine "richtige Prognose", um das obige Zitat wieder aufzugreifen, kann auch anders verstanden werden, nämlich in dem Sinne, daß sie die gegebenen Kenntnisse und Methoden ausschöpft, um die politische Entscheidungssituation hinsichtlich möglicher Folgen und Entwicklungen zu analysieren und damit das Reflexionsniveau der Entscheidung zu erhöhen. Gerade weil es sich um komplexe Zusammenhänge handelt, können ihr damit wichtige Funktionen der wissenschaftlichen Politikberatung zuwachsen.

Diese Zurücknahme ursprünglicher Erwartungen an die Prognose wird von der neueren erkenntnistheoretischen Diskussion gestützt. Wir kommen gleich darauf zurück. Zugleich werden ihr damit aber auch Funktionen der "Zukunftsgestaltung" entzogen, die ihr ursprünglich zugeschrieben wurden. Das läßt sich besonders anhand der über zwanzigjährigen Diskussion über Technik-

folgen-Abschätzungen verfolgen, in der die Prognoselast als Erkenntnisaufgabe zunehmend zugunsten anderer zukunftsgestaltender Konzepte zurückgenommen wird (s. Abschnitt V).

III. Positivismus, Ökonometrie und Prognostizistik

Positivismus

Naturwissenschaftliche Theorieentwicklungen des 19. und 20. Jahrhunderts blicken auf eine Tradition der Komplexitätsreduktion zurück, die im Prinzip darin besteht, Komplexität auf elementare, nicht komplexe Vorgänge zurückzuführen, als deren "Summe" sie dann modellhaft dargestellt werden kann¹. Der Positivismus hat diesen Ansatz als Vorbild für die Theorieentwicklung auch in anderen Bereichen einschließlich sozialwissenschaftlicher Theorien gefordert. In berühmten wissenschaftstheoretischen Auseinandersetzungen wie "Positivismusstreit" oder "Reduktionismusstreit"² wurde und wird diese Forderung von der Kritik strikt abgelehnt.

Die Auswirkung positivistischer Tradition auf die Prognostik liegt auf der Hand. Die Reduktion von Komplexität auf überschaubare Modelle ist für jeden Praktiker von großer Faszination. Das umso mehr, wenn die Modelle aufgrund von EDV-Unterstützung einen hohen Grad von Kompliziertheit erreichen können, die die Komplexität der abgebildeten Vorgänge einzufangen scheint. Diese Annahme ist jedoch durch nichts belegt, und die zahlreichen Fehlprognosen geben Anlaß, sie zu bezweifeln. Auch wenn die heutige Prognosepraxis sich kaum noch explizit auf wissenschaftstheoretische Positionen beruft, dürfte es doch zutreffen, daß viele ungerechtfertigte Vorstellungen über Prognose und Prognostizierbarkeit das tiefverwurzelte Erbe des Positivismus sind.

In der positivistischen Wissenschaftstheorie spielt die Prognose eine konstitutive Rolle. Das Wissenschaftsprogramm des Positivismus wurde von Comte mit der einprägsamen Formel umrissen: "Savoir pour prévoir, prévoir pour prévenir". (ALBERT 1965) Diese Forderung ist an den klassischen physikalischen Theorien orientiert, beispielhaft an der Newtonschen Mechanik, soll aber gleichermaßen auch für sozialwissenschaftliche Theorien gelten. So, wie es in der klassischen Mechanik möglich ist³, aus den Anfangs-

und Werturteile, abgeschirmt sei. Zweifellos ist es diesem positivistisch nicht hinterfragten Vertrauen in die Objektivität wissenschaftlicher Methoden zuzuschreiben, daß dem Problem der Interessenbedingtheit und der Außensteuerung von Prognosen in der Praxis bis heute nur wenig Interesse entgegengebracht wird.

Ökonometrische Prognosemethoden

Besonders folgenreich für die Prognostik ist die positivistische Überzeugung von der prinzipiellen Möglichkeit prognosefähiger Theorien über soziale Vorgänge, also von der Vorhersagbarkeit sozialer Geschehnisse. Auf diesem Credo fußen die für Wissenschaft und Politik einflußreichen ökonometrischen Prognosemethoden, mit denen auf der Grundlage wirtschaftswissenschaftlicher Theorien anhand statistischer Daten und mathematischer Methoden wie Regressionsanalyse, Schätzverfahren, Zeitreihenanalyse usw. Prognosen über hochaggregierte wirtschaftliche Kenngrößen erstellt werden. Auf dieser Grundlage hat sich seit den 60er Jahren ein System der Wirtschaftsprognostik etabliert, das über beträchtliche Ressourcen der statistischen Datenbeschaffung, der Methodenentwicklung und der internationalen wissenschaftlichen Kooperation verfügt (FRERICHS/KÜBLER 1980, KRELLE 1978, VAJNA 1977).

Die Wirtschaftsprognostik mit ihrem hohen Institutionalierungsgrad und ihrer beeindruckenden Fülle prognostischer Instrumente ist scheinbar eine kaum zu überbietende Bestätigung des positivistischen Glaubens an die theoriegestützte Prognostizierbarkeit wirtschaftlicher und sozialer Entwicklungen. Es zeigt sich aber gerade in diesem Rahmen die Schwäche des positivistischen Prognosebegriffs. Trotz der enormen Anstrengungen zum Ausbau der Datenbeschaffung und der Methodenentwicklung macht sich der Mangel an "empirisch gehaltvollen" Theorien in der geringen Treffsicherheit der Wirtschaftsprognosen auf ökonometrischer Grundlage bemerkbar⁴. Gegenüber dem Anspruch des positivistischen Erkenntnis- bzw. Prognoseprogramms, technische Empfehlungen für eine zweckrationale politische Mittelwahl zu erstellen, bleibt die Theorieentwicklung stets zurück. So ergibt sich als eines der gravierenden Probleme: "Der Prognoseerfolg eines ökonometrischen Modells hängt wesentlich von der richtigen Vergabe der exogenen Variablen ab, die Ausdruck des Modellbenutzers und nicht des Modells ist" (FRERICHS/KÜBLER 1980, S. 31), d.h.,

Theorie muß an wesentlichen Stellen durch Intuition ersetzt werden, um überhaupt zu einer Prognose zu kommen - wie falsch die auch immer sein mag. Die zahlreichen Untersuchungen über die Treffsicherheit ökonomischer Prognosemethoden kommen übereinstimmend zu sehr ernüchternden Ergebnissen.

Neben den theoretischen Defiziten tritt, ebenfalls symptomatisch für die sozialwissenschaftliche Theoriebildung, das Problem der Theorienkonkurrenz auf. Anders als etwa in der klassischen Physik, wo es einen festen Kanon allgemein anerkannter Theorien mit ihren Gesetzaussagen gibt, kommen bei sozialwissenschaftlichen, aber auch z.B. bei medizinischen oder ökonomischen Fragestellungen, unterschiedliche Theorien in Betracht, so daß die "theoretische Komponente" der Prognose, wenn überhaupt explizite Theorien entwickelt sind, an eine bestimmte Schule gebunden ist. Sehr anschaulich zeigen dies die Kontroversen zwischen Angehörigen des Monetarismus einerseits und des Keynesianismus andererseits. Aus positivistischer Sicht wäre hierzu zu sagen, daß die Theorienentwicklung eben noch nicht weit genug fortgeschritten ist, womit die Theorienvielfalt lediglich eine *Folge des Theoriendefizits* wäre. Aus der Sicht anderer wissenschaftstheoretischer Positionen wird jedoch mit guten Gründen betont, daß die theoretische Durchdringung komplexer Sachverhalte entweder so abstrakt ist, daß aus ihr keine instrumentell verwertbaren Prognosen abgeleitet werden können, oder aber, falls eine Theorie dies leistet, sie immer nur Teilaspekte erfassen kann. Sie liefert dann "richtige" Prognoseergebnisse, wenn das untersuchte System gerade von diesem Teilaspekt so dominiert wird, daß es sich entsprechend verhält. Die Theorienvielfalt erscheint damit als eine notwendige *Folge des Komplexitätsproblems*. Die heute vorherrschende Auffassung geht jedenfalls dahin, daß Theorien mit raum-zeitlichen Konstanzaussagen, wie sie der Positivismus fordert, in bezug auf komplexe Sachverhalte nicht möglich sind.

Prognostizistik

Die erwähnten Mißerfolge bei der richtigen Vorhersage wirtschaftlicher Entwicklungen sind, wie man sieht, kein Hinderungsgrund für die Etablierung der Wirtschaftsprognostik. Das hat zwei Gründe: Erstens ist der Bedarf an Prognosen, unabhängig von ihrer Treffsicherheit, in der Politik sehr groß, was ein Hinweis darauf

ist, daß die politischen Funktionen der Prognose nicht nur in der Vorhersage liegen (FREDERICHS/BLUME 1990). Zweitens hat die Prognostik eine Entwicklung eingeschlagen, die sich von den rigiden Theorieansprüchen des Positivismus entfernt. Nicht mehr die Entstehung empirisch bestätigter Theorien ist das oberste Ziel der Arbeiten, sondern der Prognoseerfolg (HUJER 1976). Dadurch wird der Weg frei für eine bunte Vielfalt sogenannter heuristischer Prognosemethoden, die ein höheres Informations- und Datenberücksichtigungspotential haben. Sie sind nicht mehr an die Einschränkung gebunden, die Daten im Rahmen einer ausgearbeiteten Theorie deuten zu müssen. Vielmehr wird das Prognoseinstrument unmittelbar an die Entscheidungssituation angepaßt, und es wird mit Hilfe von Simulationen und ex post-Analysen so lange an dem Instrument gefeilt, bis es das zu prognostizierende Geschehen in der Retrospektive richtig wiedergibt. Mit dem so ausgearbeiteten Instrument wagt man sich dann an die Vorhersage zukünftiger Entwicklungen.

Das Risiko der Fehlprognose ist bei diesem Vorgehen durch die Möglichkeit von Trendsprüngen in hohem Maße gegeben, wie die eingangs genannten Beispiele aus den 70er Jahren zeigen. Aber trotz des größeren Risikos kann dieses Vorgehen vor allem bei kurzfristigen Prognosen einige Erfolge aufweisen.

IV. Komplexität und Prognose aus naturwissenschaftlicher Sicht

Die Vorstellungen der Reduzierbarkeit (physikalischer) Realität auf einfache Grundelemente wurden im Verlauf dieses Jahrhunderts durch die Forschung zunehmend in Frage gestellt. Die Physik der "Elementar"teilchen wurde immer komplexer. Konkurrierende Theorien müssen zur Erklärung verschiedener Aspekte ein und desselben Phänomens herangezogen werden. Ebenso entfernten sich die Ergebnisse der Astronomie immer weiter von der Anschauung harmonischer Abläufe, wie sie unser Planetensystem gewährt. Der positivistische Standpunkt, daß die Schwierigkeit der Voraussagbarkeit komplexer Vorgänge lediglich ein Zeichen mangelnder theoretischer Reife sei, wird zunehmend unglaubwürdig angesichts der Beobachtungen etwa der Molekularbiologie im Zu-

sammenhang mit der Erforschung irreversibler Prozesse. Sogar die scheinbar einfache, längst als beherrschbar erscheinende theoretische Mechanik erfährt als Folge der Beschäftigung Prigogines mit dissipativen Strukturen eine grundlegende Umformulierung (PRIGOGINE 1985).

Es ist eine gewisse Ironie, daß ausgerechnet die Neuformulierung mechanischer Gesetze, deren Determinismus für die positivistische Anschauung paradigmatisch war, die prinzipielle Voraussagbarkeit von Ereignisabläufen radikal in Abrede stellt. Gestützt auf bekannte Beobachtungen der spontanen Zustandsänderung von Systemen, die sich nicht im Bereich des thermodynamischen Gleichgewichts befinden, verfolgt Prigogine ein Theorieprogramm, das solche Phänomene mit der klassischen Mechanik (genauer: Dynamik) in Einklang bringen soll. Diese Untersuchungen sind für die Einschätzung der Prognostizierbarkeit komplexer, z.B. ökologischer Vorgänge unmittelbar relevant. So ist es ein Grundproblem von Klimamodellen oder von Schadstoffausbreitungsrechnungen, daß es für irreversible Prozesse keine gesetzmäßigen Beschreibungen gibt, die den Bewegungs- und Erhaltungssätzen der klassischen Physik entsprechen. Wo immer die Modellrechnung irreversible Prozesse berücksichtigen muß, sind datenaufwendige und fehlerbehaftete Approximationsmethoden erforderlich.

Das Musterbeispiel einer Prognose im positivistischen Sinn ist die Vorausberechnung der Bahn eines Materiekörpers im Raum. Es genügt die Zustandsbeschreibung in einem einzigen Zeitpunkt, um die gesamte Bahn in der Vergangenheit und in der Zukunft aus den Newtonschen Bewegungsgesetzen abzuleiten. Ist die exakte Zustandsbeschreibung nicht möglich, was in der Praxis unvermeidlich ist, so kann man immerhin bestimmte Grenzen angeben, innerhalb derer die Bahn mit hoher Wahrscheinlichkeit verläuft. Tatsächlich gibt es ja überzeugende Beispiele für den Erfolg dieses Ansatzes, wie etwa die Voraussage einer Mondfinsternis. Die Zuverlässigkeit dieser Prognose zeigt, daß in diesem Falle eine "ausreichende Beschreibung" der Ausgangssituation vorliegt, daß also in adäquater Weise abstrahiert werden kann von Wechselwirkungen höherer Ordnung, etwa von der Komplexität der Himmelskörper selbst und der des Sonnensystems oder darüber hinausreichender Systeme, von den Unregelmäßigkeiten der Himmelskörper in ihrer Eigenbewegung oder von den Gravitationswirkungen entfernter Sternenmaterie. Die heutige Auffassung geht jedoch davon

aus, daß die Folgen von Ungenauigkeiten in der Zustandsbeschreibung unterschätzt wurden. Wenn z.B. die Prognose der Bewegung von Himmelskörpern über sehr große Zeiträume reicht, wird sie fragwürdig, denn dann kommen die genannten "Effekte zweiter Ordnung" zu ganz erheblicher Auswirkung, die das Bild grundlegend ändern können. Die Ausgangsbeschreibung ist nicht mehr adäquat. Das geht sogar so weit, daß es keine theoretische Aussage darüber gibt, ob unser Sonnensystem überhaupt ein auf längere Sicht stabiles dynamisches Gebilde ist.

Der Grund ist der folgende: Das Postulat einer unbeschränkten Voraussagbarkeit geht von dem "starken Kausalgesetz" aus, wonach kleine Ursachenänderungen auch nur kleine Änderungen in den Folgen nach sich ziehen (Stetigkeit der Ursache-Wirkungs-Beziehungen). Deshalb kann man nach dieser Auffassung mit einer approximativen Beschreibung der Ausgangssituation auskommen. Kleine Ungenauigkeiten haben auch nur kleine Ungenauigkeiten der Prognose zur Folge. Es zeigt sich jedoch, daß im Naturgeschehen höchstens das "schwache Kausalgesetz" gültig ist, d.h. lediglich die Reproduzierbarkeit kausaler Prozesse, nicht aber deren Stetigkeit. Minimale Unterschiede in der Ausgangssituation können zu völlig verschiedenen Entwicklungsverläufen führen.

Die Untersuchung unterschiedlicher "dynamischer Systeme", wie sie in den meisten Bereichen der neueren naturwissenschaftlichen Forschung auftreten, deckte immer komplexere Entwicklungsverläufe auf. So gibt es z.B. bei chemischen Reaktions-Diffusions-Prozessen die Erscheinung von "Verzweigungen" des Entwicklungsverlaufs, wo die Systementwicklung spontan umschlägt, ein aus klassischer Sicht so befremdliches Verhalten, daß man derartige Unstetigkeiten mit dem Terminus "Katastrophen" belegte. Entgegen dieser Bezeichnung neigt man jedoch immer mehr dazu, im Auftreten solcher Instabilitäten ein Prinzip entdeckt zu haben, das für die Evolution von Systemen fundamental ist: Aus dem Chaos entstehen neue Ordnungen und Strukturen⁵. Man spricht von "Selbstorganisation", wenn in komplexen Systemen makroskopische Ordnungszustände auftreten (DRESS/HENDRICHS/KÜPERS 1986, von FOERSTER/ZOPF 1962, JANTSCH 1982, MATURANA/VARELA 1980, von WOLDECK 1989).

Besonders bemerkenswert ist dabei die Widerlegung reduktionistischer Anschauung, wonach das Chaos lediglich eine makroskopische Erscheinung ist, und man Einfachheit und Ordnung wie-

derfinden würde, wenn man nur auf die mikroskopische Ebene der einzelnen Teilchen hinuntersteigt. Wenn es in der Physik und Chemie irgendwo Einfachheit gibt, dann nicht in den mikroskopischen Modellen. Eher liegt sie in den idealisierten makroskopischen Darstellungen. Wann immer man von solchen Modellen aus ins Große oder ins Kleine geht, hört diese Einfachheit auf.

V. "Zukunftsgestaltung" statt Prognose: Technikfolgen-Abschätzung aus heutiger Sicht

Seit über 20 Jahren gibt es eine Diskussion über Sinn und Realisierbarkeit von Technikfolgen-Abschätzungen. Das neuerliche Aufleben dieser Diskussion in den achtziger Jahren hat die Zahl konkurrierender Konzepte weiter erhöht, und die Kritik ist schärfer geworden (PETERMANN (Nr. 12) in diesem Band). Zwar sind im Laufe der Jahre eine ganze Reihe von TA-Studien durchgeführt worden, die zum Teil Anerkennung gefunden haben, aber es ist zweifelhaft, ob man schon von einer bewährten TA-Praxis sprechen kann. Jedenfalls zeigt die Diskussion, daß man weit davon entfernt ist, sich auf einen Kanon bewährter Konzepte und Methoden berufen zu können.

Ein wesentlicher Grund für die Kritik liegt darin, daß die ursprüngliche TA-Idee auf Vorstellungen beruhte, die dem heutigen Problembewußtsein nicht mehr entsprechen. TA kann man historisch als Reaktion auf den Verlust des Glaubens an den technischen Fortschritt verstehen, nachdem die Tatsache schädlicher Nebenwirkungen und Risiken zunehmend in das allgemeine Bewußtsein drang (PUBLIC ACCEPTANCE 1986). Die Reaktion bestand darin, bei technologischen und technologiepolitischen Entscheidungen die wissenschaftliche Reflexion der Technikfolgen zum Programm zu erheben. Es entstanden verschiedene Idealvorstellungen für die Durchführung von TA (MITRE CORPORATION 1971, OECD 1975). In Anlehnung an J. Lohmeyer (LOHMEYER 1984, S. 56 ff.) lassen sich die Forderungen an Geboten und Verboten wie folgt zusammenfassen:

1. Systematische und interdisziplinäre Vorgehensweise.
2. Konzentration auf indirekte, unbeabsichtigte, längerfristige Folgen.

3. Antizipation statt Reaktion; TA als gesellschaftliche Frühwarnung.
4. Systemorientierte Perspektive und gesamtgesellschaftlicher Bezug.
5. Bewertung von TA im Hinblick auf die sozialen Kosten und den sozialen Nutzen.
6. Öffentliche Partizipation.
7. Berücksichtigung unterschiedlicher Handlungsmöglichkeiten.
8. Entscheidungsbezogenheit.

Je mehr man jedoch in den letzten Jahren die Dynamik sozialer Systeme und die damit verbundenen Probleme erkennt, desto fragwürdiger werden die Festlegungen auf starre Regeln. Es ist das historische Verdienst von TA, immer wieder zu theoretischen und praktischen Auseinandersetzungen herauszufordern, so daß heute diese zum Teil gegen TA selbst gerichtete reflektierte Diskussion untrennbar mit dem TA-Gedanken verbunden ist. Zwanzig Jahre TA-Debatte haben die Widersprüche und Illusionen des frühen TA-Ansatzes ausführlich durchleuchtet. Die wohl schwerwiegendste Kritik ist, daß strukturelle Defizite illusionistisch in Handlungs- und Erkenntnisprobleme umgedeutet werden (GLOEDE in diesem Band). So sind z.B. für die Information, daß das Auto umweltschädlich ist, keine besonderen Erkenntnis- und Prognoseanstrengungen nötig. Man weiß es schon lange, und es hat sogar begrenzte Reaktionen gegeben, indem der Benzinverbrauch der Fahrzeuge gesenkt wurde. Dennoch gibt es keine entsprechende Verringerung des Schadstoffausstoßes, weil die Zahl der Autos gleichzeitig zugenommen hat. Eine Korrektur der durch das Auto verursachten Schäden müßte also viel tiefer ansetzen, etwa im Wertgefüge der Gesellschaftsmitglieder oder auf der Ebene des marktwirtschaftlichen Systems. Systemveränderungen liegen aber i.a. außerhalb der Reichweite von Instrumenten der Politikberatung nach Art der TA.

Ein ähnlich grundlegender, für die heutige Problemauffassung charakteristischer Einwand gegen den TA-Ansatz ist, daß es sich um ein instrumentell-teleologisches Konzept handele, das selbst technischer Art ist. Der historische Prozeß werde als Artefakt betrachtet (RAPP 1990). Man kann in der Tat über die Unbekümmertheit staunen, mit der in der Frühzeit der TA Handlungsanweisungen erdacht und in Listen zusammengestellt wurden, mit deren Hilfe in hochkomplexe Entwicklungsabläufe steuernd einge-

griffen werden sollte. Wer will, kann in ihnen gerade jenen eifertigen Aktionismus und die instrumentalistische Denkweise wiedererkennen, die immer auch zur psychischen Grundausstattung der 'Macher' des jetzt kritisierten technischen Fortschritts gehört haben.

Einer der häufigsten Einwände gegen TA ist die Unmöglichkeit der Prognose komplexer Entwicklungen. Technikfolgen in all den Verästelungen vorauszusehen, wie es gefordert wird, ist um so weniger wahrscheinlich, je früher der Prognoseversuch unternommen wird. Selbst wenn zutreffende Prognosen möglich sein sollten, fehlt ihnen Unwiderlegbarkeit und damit die bindende Wirkung auf Entscheidungen. Spätere Prognosen im fortgeschritteneren Stadium der Technologie mögen zwar aussagekräftiger sein, können dann aber kaum noch bereits getroffene Entscheidungen rückgängig machen (PASCHEN 1985). Aber auch, wenn diese Schwierigkeiten nicht bestünden und bindende Prognosen über Folgewirkungen alternativer Technikentwürfe möglich wären, bliebe immer noch das Problem der Bewertung unterschiedlicher Folgen. Auch das ist ein grundlegendes Versäumnis früherer TA-Praxis, daß sie die "Unerwünschtheit" der Begleiterscheinungen einer Technologie als Datum betrachtete und die legitime Vielfalt an Wünschen und Meinungen ignorierte (RAPP 1990).

Ungeachtet aller Einwände haben es zwanzig Jahre Kritik nicht vermocht, die Idee der Technikfolgen-Abschätzung zum Verstummen zu bringen. Erstens schreitet die technische Entwicklung auch bei abhanden gekommenem Fortschrittsglauben weiter voran, so daß der Wunsch nach Kontrolle zunimmt. Zweitens läßt die Diskussion immer wieder Hoffnung aufflackern, doch noch zu sinnvollen Modifikationen des TA-Gedanken zu kommen. Drittens sagt die TA-Praxis, daß es immer noch besser ist, wenigstens einen Teil der TA-Forderungen zu realisieren als gar nichts⁶.

Kritik wie auch Hoffnung ranken sich um die zwei Kernaspekte der TA-Programmatik: die wissenschaftliche antizipative Auseinandersetzung mit Technik und die Vorstellung, deren Ergebnisse in Politik umzusetzen. Letzteres wird in den Diskussionen unter dem Titel der "Umsetzungsproblematik" abgehandelt, d.h. unter der Frage, ob und wie wissenschaftliche Denkweisen, Wahrnehmungen und Ergebnisse in das politisch-administrative System so transferiert werden können, daß sie dort Beachtung finden und zu

entsprechendem politischen Handeln führen (PASCHEN et al. in diesem Band).

Diese Diskussion kann, wenn es gilt, systemfremde Denkweisen und Methoden in das politische Entscheidungssystem zu integrieren, auf einige, allerdings oft negative, Erfahrungen zurückgreifen. Aufschlußreich ist es z.B., sich an die geplanten Regierungs- und Verwaltungsreformen der 60er und 70er Jahre zu erinnern. Die damaligen Reformbestrebungen im Bereich der Bundesregierung, der Bundesverwaltung und in der Bund-Länder-Zusammenarbeit verfolgten die Absicht, Planung und Entscheidung mit Hilfe systemtechnischer Methoden rationaler und effizienter zu machen. Es handelte sich um Methoden, die im Kontext entscheidungstheoretischer, also wissenschaftlicher Theorieentwicklungen entstanden waren (NASCHOLD/VÄTH 1973). Dieses Anliegen gilt als gescheitert und muß sich heute den Vorwurf der Naivität gefallen lassen. Bezeichnenderweise wechselte man dann auch von einer ex-ante-Orientierung zu Ansätzen der policy-Forschung als ex-post-Beschreibung und Erklärung von Durchführung und Auswirkungen bestimmter Politiken und Programmen (JANN 1985, S. 86). Dieses Beispiel aus jener Zeit, die auch die Frühzeit des TA-Gedanken war, macht deutlich, daß man heute über die Einflußmöglichkeiten von Wissenschaft auf Politik nüchterner denkt. Man hat inzwischen seine Erfahrungen im Zusammenhang mit der Umweltproblematik sowohl hinsichtlich der Grenzen von Wissenschaft als auch hinsichtlich der Grenzen politischer Reaktionsfähigkeit.

Es ist vor allem die Umsetzungsproblematik, auf die die TA-Debatte heute die Hoffnung richtet und wo man glaubt, Ansätze zur Verbesserung zu sehen - zu offenkundig sind die Diskrepanzen zwischen vernünftiger Einsicht und politischer Entscheidungspraxis. Wohl auch in diesem Sinne ist es zu verstehen, wenn z.B. Gotthard Bechmann zu der Aussage kommt, der Schwerpunkt des TA-Konzepts liege nicht bei der Methodik, und das Interessante an der TA sei die enge Verzahnung mit der Politik (BECHMANN in diesem Band). Aber Luhmanns Analyse der (ökologischen) Kommunikation über die Grenzen gesellschaftlicher Subsysteme hinweg setzt den Hoffnungen auf eine Verbesserung von Politik durch Wissenschaft einen Dämpfer auf. Sie entspricht eher den bisher wenig ermutigenden Erfahrungen (LUHMANN 1986).

Neben dem Umsetzungsgedanken ist es die Antizipation technischer Entwicklung und ihrer Begleiterscheinungen, auf die sich Hoffnung und Kritik richten. Auch hier hat sich seit der Frühzeit der TA ein Wandel in den Auffassungen vollzogen. Damals gehörte es zu den einschlägigen TA-Darstellungen dazu, daß man ein bestimmtes Arsenal an Prognosemethoden Revue passieren ließ, und das Publikum nahm die Darstellungen von Trendextrapolation, "genious forecasting", Szenario-Technik usw. mehr oder weniger bereitwillig als mögliche Handlungsanweisungen für die Durchführung von TA-Studien zur Kenntnis. Im Gegensatz zu früher ist heute jedoch die Überzeugung wesentlich weiter verbreitet, daß die Prognose komplexer Vorgänge unmöglich ist. Damit wird aber ein wesentlicher Teil der alten TA-Programmatik in Abrede gestellt.

Heute drängen sich andere Vorstellungen über eine antizipative Auseinandersetzung mit Technik in den Vordergrund. In der TA-Diskussion seit den achtziger Jahren wird in verstärktem Maße die Auffassung vertreten, daß die Zielsetzung, Aufschluß über die Potentiale und Folgen von Technologien im weitest möglichen Sinne zu bekommen, nur dann adäquat angegangen werden kann, wenn man Technik als sozialen Prozeß begreift (FLEISCHMANN/ESSER 1989, WEINGART 1989) und bei der Technikfolgen-Abschätzung möglichst frühzeitig in diesen Prozeß eingreift. Man versteht die Technik als Prozeß mit gesellschaftlichen Antriebskräften, selektiver Gestaltung und sozialen Folgen:

- Technik wird nicht nur durch ihre Maschinen, Anlagen usw. beschrieben, sondern auch durch die Ideen, Entwicklungsprinzipien, programmatischen Vorstellungen, prototypischen Erfahrungen einer wissenschaftlich-technischen Community und ihrer Institutionen.
- Die gesellschaftlichen Antriebskräfte für die Gestaltung und Anwendung der Technologie lassen sich durch Orientierungen und Ziele charakterisieren, die sowohl in der Gesellschaft generell vorhanden sind als auch von einzelnen Akteuren vorangetrieben werden. Man kann darunter Ideologien, Visionen, Werthaltungen, Interessen, Zielsetzungen, Programme, auch unbewußte Einstellungen, Vorurteile usw. verstehen. Sie unterliegen einem ständigen Wandel, so daß heute gutgeheißene Technologien morgen auf mehrheitliche Ablehnung stoßen können.

- Die Technikgestaltung besteht in der Auswahl bestimmter (und gleichzeitigem Verwerfen alternativer) Optionen und der Methoden ihrer Implementation in bestehende soziale Systeme (Betrieb, Büro, Labor usw.) unter dem Einfluß beteiligter Akteure.
- Die Technikpotentiale und -folgen betreffen vor allem Veränderungen in den umgebenden (evolutionär entstandenen) Systemen, die sich unter Gewinn, Kosten und Risiken vollziehen. Unerwünschte Folgen können und sollen zu Korrekturen des Technikentwurfs führen, andernfalls haben sie verlustreiche Anpassungsprozesse der betroffenen Systeme zur Folge.

Der Zukunftsbezug dieser Auseinandersetzung mit Technik besteht im Aufspüren von frühzeitigen Weichenstellungen in dem Entwicklungsprozeß. Die "Technikgeneseforschung" (RAMMERT 1988) sagt bereits mit ihrem Namen, wo sie in dem Prozeß anzusetzen beabsichtigt. "Leitbilder" (DIERKES 1988) der Entwickler, das Menschenbild oder das Gesellschaftsbild der Ingenieure (traditionelles Thema z.B. des VDI), "Orientierungskomplexe" der am Entwicklungsprozeß beteiligten Institutionen (WEINGART 1982) - dies sind Begriffsbildungen der TA-Debatte, die darauf abzielen, Faktoren dem empirischen Zugriff zugänglich zu machen, die frühzeitig und anhaltend auf die Technikentwicklung Einfluß nehmen.

Die dahinter stehende Vorstellung ist der alte TA-Gedanke einer bewußteren Techniksteuerung, allerdings heute in einer Form, die zum Teil eine Reaktion auf die negativen Erfahrungen der vergangenen zwanzig Jahre ist. An die Stelle einer "folgenlosen Folgenforschung" (LANGENHEDER 1986), die der von kapitalistischen Interessen gesteuerten technischen Entwicklung stets hinterherhinkt, tritt die Forderung nach einer "sozialverträglichen" Technikgestaltung (ROSSNAGEL 1990). Angesichts der breiten Konzeption der technischen Entwicklung als sozialer Prozeß eröffnet diese Forderung eine große Zahl von Ansatzpunkten für die zukunftsbezogene Auseinandersetzung mit Technik. Charakteristisch dabei ist die Transformation des TA-Gedankens der antizipativen Techniksteuerung von einem kognitiven Problem ("Früherkennung") in ein Problem der Gestaltung. Die Idealvorstellung ist die Partizipation aller gesellschaftlichen Kräfte unter demokratischen Spielregeln (ROSSNAGEL 1989a, SCHRÖTER 1990).

Es ist unbestreitbar, daß solche Vorstellungen mindestens in gleichem Maße dem Vorwurf mangelnder Realisierbarkeit ausge-

setzt sind wie der klassische TA-Gedanke, und es stellt sich die Frage, warum unter dieser neuen Perspektive das alte Prognoseproblem weniger schwierig sein sollte. Eine Fallstudie von Michel Callon schildert z.B. die Auseinandersetzungen über das Elektroauto in Frankreich in den siebziger Jahren (CALLON 1983). Technik als sozialer Prozeß erscheint in dieser Darstellung vollkommen chaotisch. Anhand einer Vielzahl anderer technikhistorischer und soziologischer Studien zur Entwicklung und Nutzung von Techniken (BIJKER/HUGHES/PINCH 1987) oder großer technischer Systeme (MAYNTZ/HUGHES 1988, SCHNEIDER 1989) läßt sich illustrieren, wie relativ ungesteuert (wenngleich auch absichtsvoll geplant) ein sozio-technischer Prozeß abläuft, und wie wenig er durch die einzelnen beteiligten Akteure gezielt steuer- und kontrollierbar ist. Woher kommt die Überzeugung, daß die Resultate einer indirekt und partizipativ sich vollziehenden Technik"gestaltung" weniger problematisch und riskant sind?

Man wird diese Frage nicht definitiv beantworten können. Man kann jedoch so etwas wie eine Abschätzung der (historischen) Bedeutung dieser Denkansätze versuchen. Ihre Interpretation als Reaktion auf die Erfahrungen technologie- und umweltpolitischer Auseinandersetzungen der vergangenen zwanzig Jahre haben wir bereits angedeutet. Es sind die Erfahrungen einer Generation. Sie gewinnen zusätzliches Gewicht durch Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschung im selben Zeitraum und die daran anknüpfende erkenntnistheoretische Diskussion, die evolutionären Vorstellungen der Technikentwicklung inhaltliche Argumentationshilfen liefern. Bei der Untersuchung komplexer dynamischer Systeme wird dem Phänomen der Entstehung von Strukturen durch Prozesse der Selbstorganisation eine große Bedeutung beigemessen (s. Kapitel III). Naturwissenschaftler selbst wie Prigogine weisen auf die Möglichkeiten hin, solche Beobachtungen sozialwissenschaftlich zu interpretieren. Luhmann macht die dem Begriff der Selbstorganisation verwandte "Autopoiesis" zum Schlüsselbegriff seiner Theorie sozialer Systeme, die heute zu den wichtigsten sozialwissenschaftlichen Theorieentwicklungen gehört (LUHMANN 1984).

Es gibt also eine Reihe von Gesichtspunkten, die vermuten lassen, daß das gewandelte TA-Verständnis die Widerspiegelung eines allgemeineren gesellschaftlichen Wandlungsprozesses ist. Vor diesem Hintergrund wird man die Frage nach den Möglichkeiten

von Prognosen heute entschieden anders beurteilen, als es positivistische Vorstellungen einst nahelegten. Sicherlich unverzichtbar bleibt ihre Rolle als Methode zur besseren Ausschöpfung *vorhandener* Kenntnisse, die für Planung und Entscheidung relevant sind. Der Anspruch jedoch, Zukunft vorauszusagen, wird zunehmend als unsinnige Forderung erkannt, die dem eigentlichen Anspruch einer wissenschaftlich fundierten, aber letztlich politischen Abwägung zukünftiger Entwicklungen eher hinderlich ist.

Anmerkungen

- ¹ Die ganz entgegengesetzten Resultate neuer Theorieentwicklungen werden im Abschnitt IV - mit Literaturhinweisen - diskutiert.
- ² Der "Positivismusstreit" ist dokumentiert in ADORNO et al. 1969 Zum "Reduktionismusstreit" - aus naturwissenschaftlicher Sicht - vgl. DÜRR 1986.
- ³ Im Gegensatz dazu stehen die heutigen Entwicklungen in der Theorie dynamischer Systeme von PRIGOGINE und anderen.
- ⁴ Als sicherlich unvoreingenommener Zeuge: KRELLE 1978, S. 26 f. Siehe auch die dort angegebene Literatur.
- ⁵ 1963 gelang es dem amerikanischen Meteorologen Edward N. Lorenz zum ersten Mal, chaotisches Systemverhalten durch einfache Bildungsgesetze zu erzeugen. Vergleiche die zahlreichen, zum Teil allgemeinverständlichen Veröffentlichungen zum Stichwort "Chaos", z.B. BREUER 1985, DAVIES 1988; s. a. BÖHRET 1990, S. 136 ff.
- ⁶ Dagegen wird nun wiederum eingewandt, daß die Praxis der Technikfolgen-Abschätzung schädigenden und risikoreichen Technikentwicklungen ein Alibi verschafft: TA als "Schmiermittel" (BÜLLINGEN 1984).