

# Erkennen und Anerkennen: Über die Grenzen der Idee der "Frühwarnung"

*Gotthard Bechmann, Fritz Gloede*

---

## Vollständige bibliographische Angaben

**Bechmann, G.; Gloede, F.:** Erkennen und Anerkennen: Über die Grenzen der Idee der 'Frühwarnung'. In: Petermann, Th. (Hrsg.): Technikfolgen-Abschätzung als Technikforschung und Politikberatung. Frankfurt: Campus, 1992, S. 121-150 (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.

# **Erkennen und Anerkennen: Über die Grenzen der Idee der "Frühwarnung"**

Gotthard Bechmann, Fritz Gloede

## **Vorbemerkung**

Der Bundesminister für Forschung und Technologie gliedert seine Arbeiten zur Technikfolgen-Abschätzung (TA) in vier Bereiche: Früherkennung, Wirkungs- und Vorsorgeforschung, spezifische technology-assessment-Analysen, Infrastruktur und internationale Zusammenarbeit (BMFT 1987, S. 11). Der Früherkennung insbesondere von Umweltproblemen diene dann auch eine Reihe von Vorhaben, wie sie beispielsweise 1985 mit der Projektgruppe bei der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung begonnen und mit ökosystemaren Monitoring-Programmen und der Entwicklung von Biosonden fortgesetzt wurden (BMFT 1989, S. 7 ff.). Das Konzept bzw. Anliegen der (wie es früher einmal hieß) "Frühwarnung" ist Gegenstand der folgenden Überlegungen. Dabei soll das Interesse nicht nur der Früherkennung als solcher, sondern ihren kognitiven, normativen und prozeduralen Problemen gelten, wie sie sich analog beim Konzept der Technikfolgen-Abschätzung in ihrer Funktion als "early warning-system", als Instrument zur *rechtzeitigen* Erkennung und Bewertung ergeben.

## **I. Staatliches Handeln und Frühwarnung**

Mit der Entstehung von Großtechnologien im Rahmen des industriellen Modernisierungsprozesses ist der Staat immer mehr zum Motor und Subjekt der wissenschaftlich-technischen Entwicklung geworden. Ohne staatliche Planung und Entscheidungen, ohne die

Vorfinanzierung der Forschungsarbeit, die Abdeckung des Risikos und ohne einen Ausbau der wirtschaftlichen Infrastruktur wäre es z. B. kaum zur Entwicklung der Kerntechnik gekommen (KECK 1981, RADKAU 1989). Auch die technischen Infrastruktursysteme in Verkehr und Kommunikation werden häufig aktiv vom Staat (mit-)aufgebaut und betrieben (MAYNTZ/HUGHES 1988). Gleichzeitig hat der Staat aber auch die Verantwortung für die damit verbundenen Risiken und Gefahren übernommen (MURSWIEK 1988).

Eine Folge dieser Entwicklung ist die zunehmende Politisierung der wissenschaftlich-technischen Entwicklung. Entscheidungen, die früher von dem einzelnen Unternehmer und dem Wissenschaftler getroffen wurden, sind vielfach zu politischen Entscheidungen geworden, so daß auch die Verantwortung für die Folgen technologischer Innovationen, insbesondere für ihr technisches und gesellschaftliches Störpotential, dem politischen System zugerechnet wird. Durch die Konfrontation mit unerwünschten Folgen und globalen Risiken, die mit der Einführung von neuen Technologien verbunden sind, bewegt sich politisches Handeln heute auf einem Feld gesellschaftlicher Auseinandersetzung, auf dem seine Legitimität in Frage gestellt wird. Tatsächlich ist es in den letzten Jahren auf dem Gebiet der Technologiepolitik zu harten gesellschaftlichen Auseinandersetzungen gekommen. Sie haben dazu beigetragen, den positiven Grundkonsens der Bevölkerung in Bezug auf den technischen Fortschritt aufzulösen, und sie haben der Politik deutliche Legitimationsverluste beschert.

Die Gründe für die Politisierung der technischen Entwicklung und das Brüchigwerden des gesellschaftlichen Grundkonsens über die zukünftigen Entwicklungslinien der Industriegesellschaft sind vielfältig. Hier spielen auch Faktoren des sozialen Wandels eine Rolle, die nur in bedingtem Zusammenhang mit der technisch-wissenschaftlichen Entwicklung stehen, wie z.B. ein entstehendes neues Wertbewußtsein (KLAGES 1988). Sicher ist, daß ein wesentlicher Grund für den Legitimationsverlust der Politik in ihrem für die Allgemeinheit wenig zu durchschauenden Zusammenspiel mit der wissenschaftlichen und technischen Entwicklung zu sehen ist. Durch den Einsatz von Wissenschaft und Technik werden Interdependenz und Folgen von Entscheidungen und Veränderungen so gesteigert, daß diese schwer in all ihren zukünftigen Auswirkungen zu erfassen sind. Beispiele hierfür sind die Sicherheitsproble-

me bei Kernkraftwerken und chemischen Produktionsstätten, die Beeinflussung des Klimas, die Probleme bei der Festlegung der Toleranzschwellen bei ökologischen Systemen oder die Folgen der Genforschung und Gentechnik. In all diesen Fällen wird mit technischen Möglichkeiten experimentiert, deren genaue Folgen keiner bestimmen kann, für die die Politik aber eine solide Grundlage der Entscheidung und Bewertung erarbeiten muß.

In dem Maß, in dem die Forschungs- und Technologiepolitik zum zentralen Bestandteil der Staatstätigkeit wird (OECD 1985, S. 68; vgl. a. HILPERT 1989), gerät das staatliche Handeln in ein Dilemma. Die Aufgabe, Rahmenbedingungen für das langfristige ökonomische und technische Wachstum zu schaffen, tritt tendenziell in Widerspruch zu der staatlichen Aufgabe der Gefahrenabwehr und Gefahrenvorsorge. Aus staatsrechtlicher Sicht wurde gelegentlich schon beklagt, daß sich gegenüber den "Leistungs- und Lenkungsfunktionen" des modernen Staates die originäre und unverzichtbare staatliche Aufgabe der Gefahrenabwehr "auf dem Rückzug" befinde (MARTENS 1982, S. 29).

Geht es bei der strukturpolitischen Aufgabe unter anderem darum, solche Technologien bis zur Anwendungsreife zu fördern, die entweder aus Kostengründen oder wegen der hohen Risiken nicht von der Privatwirtschaft entwickelt werden, so geht es bei der Aufgabe der Gefahrenabwehr um die Beseitigung bestehender und die Verhinderung künftiger Gefahren.

Das politisch-administrative System tritt somit in einer Doppelrolle auf. Einerseits ist es zu einem wesentlichen Initiator des technischen Fortschritts geworden; auf der anderen Seite soll es gegen die Risiken und möglichen negativen Folgen gerade der von ihm geförderten Technologien Vorsorge treffen (SALADIN 1984).

Diese Situation spiegelt sich auch in der Forschungspolitik wider. So wurden schon im Bundesforschungsbericht 1984 neben der Förderung wissenschaftlicher Erkenntnis und technischer Innovation auch die Ressourcen- und Umweltschonung sowie die Verbesserung der Lebens- und Arbeitsbedingungen zu den generellen Zielen der Forschungs- und Technologiepolitik gerechnet (BMFT 1984, S. 14). Die Bundesregierung erklärt in diesem Bericht, sie sehe "die Chancen der technologischen Entwicklung durchaus im Zusammenhang mit den Risiken". Es müsse gelingen, "die Chancen der Technik zu nutzen und mögliche Nachteile in einem geordneten Prozeß der Risikoabklärung, der politischen Meinungsbil-

dung und Entscheidung auf ein möglichst geringes und jedenfalls vertretbares Maß zu verringern" (BMFT 1984, S. 18).

Um diese Ziele zu verwirklichen, setzt die Bundesregierung unter anderem auf "systematische Technologiefolgen- und -potentialabschätzung" und "Frühwarnung" (BMFT 1984, ebd.). In ihrem Bericht "Status und Perspektiven der Großforschungseinrichtungen" geht sie näher auf den Aspekt der Frühwarnung ein. Sie bekräftigt dort ihre Absicht, unter Hinzuziehung des wissenschaftlich-technischen Potentials der Großforschungseinrichtungen ein "Frühwarnnetz" für das frühzeitige Aufzeigen potentieller Gefahrenfelder und Risiken (aber auch technologischer Chancen) aufzubauen, um rechtzeitig geeignete Maßnahmen ergreifen zu können (BUNDESREGIERUNG 1984, S. 30). Inzwischen sind auch entsprechende Schritte erfolgt, um vorhandenes know-how auf eine solche Zielsetzung hin zu koordinieren und neuartige wissenschaftliche Beobachtungsinstrumente zu entwickeln (BMFT 1987, S. 15, BMFT 1990, S. 5 ff.).

Die Formel der "Früherkennung technikbedingter Gefahren und Risiken" stellt gewissermaßen das Bindeglied in der zentrifugalen Bewegung auseinanderstrebender Rollen der staatlichen Administration dar: Zum einen soll Technologie massiv gefördert werden, gleichzeitig aber sollen die Probleme, Nebeneffekte und Langzeitfolgen eben dieser geförderten Technologieentwicklungen rechtzeitig erkannt werden, um die entsprechenden Risiken einzugrenzen oder ganz zu vermeiden.

Eingrenzung und Vermeidung setzten aber den Willen der politischen Administration voraus, gegebenenfalls Entwicklungen auch abubrechen, zumindest sie zu modifizieren, alternative Techniken zu fördern.

Analysiert man nämlich den Begriff der "Früherkennung", so weist er zwei Bedeutungskomponenten auf: eine kognitive (*frühes Erkennen* der Probleme) und eine normative (*rechtzeitiges Anerkennen* der sich entwickelnden Problemlagen, die zum politischen Handeln auffordern). Obwohl im konkreten Fall vermengt, ist die analytische Unterscheidung zwischen diesen beiden Funktionen von Früherkennung - die man ebenso für TA festhalten kann - hilfreich: Auf der einen Seite geht es um ein Problem des Wissens, der Stimulierung von Forschung, der genaueren oder auch nur sensibleren Beobachtung, der Entdeckung von Zusammenhängen; auf der anderen Seite handelt es sich um ein Problem der Anerken-

nung von Problemlagen, also des Akzeptierens, daß gehandelt werden muß, ohne daß sich die jeweilige Problemlage schon zu einem unabweislichen politischen und sozialen Problem ausgeweitet hätte.

Unter *kognitivem Aspekt* impliziert Früherkennung, daß sich ihre Aufgabe nicht in der Benennung sich bereits abzeichnender einzelner Gefahrenfelder oder verdächtiger toxischer Stoffe erschöpfen kann. Das singuläre Risiko, die monokausale Analyse von Ursache-Wirkungsketten können nicht ihr primärer Gegenstand sein, auch wenn sie sich auf die entsprechende, bereits betriebene Forschung unbedingt stützen muß.

Die Spezifität von Früherkennung liegt offenbar in solchen Gefahren und Risiken, die von ihren Ursachen und/oder Wirkungen her "systematische" Qualität haben.

Von der Ursachenkonstellation her handelt es sich dabei etwa um Gefahren, die aus der Belastung ökologischer Systeme mit kleinen, bisher als unschädlich erachteten Mengen von Stoffen (sozusagen die "Schläfer" unter den Technikfolgen) erwachsen können, oder um nicht erforschte synergistische Effekte. Von den Auswirkungen her betrachtet, handelt es sich um potentielle Schäden an (interdependenten) Systemen (Biotope, politische Systeme, soziale Strukturen), die nicht infolge eines einzelnen Faktors auftreten.

Daraus folgt, wie sich zeigen wird, daß in die Organisation des kognitiven Prozesses von Früherkennung auf jeder Stufe (Problemidentifikation, Problemkonzeptualisierung, Informationsselektion und -analyse, Interpretation und Ergebnisbewertung) normative Gesichtspunkte (z.B. Auswahl- und Relevanzkriterien) eingehen.

Unter *normativem Aspekt* impliziert nun Früherkennung, daß früh- bzw. rechtzeitig genug Gefahren und Risiken bezeichnet und qualifiziert werden, um "Handlungsalternativen" zu definieren und "Entscheidungsfindungen" vorzubereiten (BMFT 1984, S. 30), die zu deren Eingrenzung und Verhinderung führen. Da es - wie erwähnt - einschlägige Forschungstätigkeit (auch mit langfristigen Prognosen) bereits gibt, besteht ein wesentliches politisch-institutionelles Moment offenbar darin, vorhandene und ggf. neu zu schaffende Kapazität im Bereich von Technikforschung unter der expliziten Zielsetzung von "Frühwarnung" zu koordinieren und auf eine wissenschaftliche Politikberatung hin auszurichten.

Damit aber ist ein spezifisches politisches Problem berührt. Frühes bzw. rechtzeitiges Erkennen von technikbedingten Gefahren und Risiken heißt ja auch, daß es zu einem Zeitpunkt erfolgt, zu dem diese Gefahren noch nicht manifest geworden sind, also auch noch keinen unmittelbaren politischen Handlungsbedarf geschaffen haben. Prophylaxe soll nach Möglichkeit Therapie ersetzen.

Angesichts der kognitiven, politischen und institutionellen Besonderheiten von Frühwarnung liegt es jedoch auf der Hand, daß diese Form der wissenschaftlichen Politikberatung weniger noch als andere Formen politische Entscheidung und Handlung ersetzen kann. Frühwarnung wird - wie sich dies auch bei TA gezeigt hat und nach wie vor zeigt - wissenschaftlich wie politisch umstritten sein. Welche neuartige Anforderung sie an die Wissenschaft und Politik stellt, wird in den beiden nächsten Abschnitten analysiert.

## **II. Möglichkeiten und Grenzen wissenschaftlicher Methoden zur Frühwarnung**

Der Bericht der Bundesregierung zu "Status und Perspektiven der Großforschungseinrichtungen", in dem die Absicht zum Aufbau eines "Frühwarnnetzes" bekundet wird, vermittelt den Eindruck, es gehe in erster Linie darum, vorhandenes Know-how und vorhandene wissenschaftliche Infrastruktur auf das Ziel der "Frühwarnung" hin auszurichten, umzuschichten und organisatorisch auszugestalten (BUNDESREGIERUNG 1984, S. 30 f.).

Obwohl die Diagnose und Prognose von technikbedingten Gefahren für Mensch und Umwelt sicher nicht allein Aufgabe einzelner naturwissenschaftlicher Disziplinen sein kann und daher heute bereits auch Gegenstand einer weitgefächerten Forschung sowohl in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften als auch im Bereich praktisch orientierter Projektforschung (Risiko- und Sicherheitsforschung, Umweltfolgenforschung, Systemanalyse und Technikfolgen-Abschätzung) ist, drängt sich der Eindruck auf, daß es besonders die "exakten" Naturwissenschaften sind, von denen möglichst zweifelsfreie Erkenntnisse über Ursache-Wirkungs-Be-

ziehungen in diesem Feld erwartet werden. Solche "harten" Erkenntnisse sollen die Entscheidungsfindungen vorbereiten.

Und mehr noch: Im Bundesforschungsbericht VII ist zu lesen, daß "gesicherte technisch-wissenschaftliche" Aussagen die Voraussetzung für umweltpolitisches Handeln seien, z.B. Aussagen, die "ökologische Zusammenhänge und kausale Ursachen/Wirkungsketten aufklären" (BUNDESREGIERUNG 1984a, S. 128).

Auch am Beispiel des damaligen Großversuchs über die Auswirkungen eines Tempolimits im Straßenverkehr auf die Luftverunreinigung wird diese Einstellung "Handeln erst nach unbezweifelbarer wissenschaftlicher Erkenntnis" nachvollziehbar. Ein jüngeres Beispiel ist die Argumentation der Bundesregierung, die ein Anwendungsverbot für Atrazin nur für vertretbar hält, wenn valide und repräsentative Ergebnisse aus sogenannten Lysimeterstudien vorlägen.

Um dem Mißverständnis vorzubeugen, hier werde allein der Politik und der Administration eine allzu naive Sichtweise der Wissenschaft als Schuld zugeschrieben, sei deutlich gesagt, daß die hohen Erwartungen an die Wissenschaften, die Überschätzung ihrer Möglichkeiten, zum größten Teil von Wissenschaftlern selber geweckt, genährt und auch heute noch nicht selten in ebenso naiver Weise geteilt werden. Eine dieser Überschätzungen ist nach unserer Auffassung die immer noch vorhandene Vorstellung von den Möglichkeiten der Prognose der Entwicklung komplexer Systeme.

Schon bei der aktuellen Forschung über die Ursachen des Waldsterbens wie über vergleichbare ökologische Probleme wird deutlich, daß die Naturwissenschaften den Wechselwirkungen zwischen Mensch und Umwelt ähnlich gegenüberstehen wie die Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften den komplexen Systemzusammenhängen ihrer Gegenstandsbereiche (SÜDDEUTSCHE ZEITUNG, 11.11.1983). Es handelt sich nämlich gleichermaßen um offene Systeme, die durch seltene, unvorhersehbare Ereignisse beeinflußt werden, um Systeme mit nichtlinearen Zusammenhängen multipler Faktoren.

Die *klassische* Naturwissenschaft gelangt hier oft nur schwer zu Aussagen, weil für die Anerkennung klassisch naturwissenschaftlicher Arbeiten bestimmte Normen, wie z.B. experimentelle Wiederholbarkeit, Nachweis kausaler Verknüpfung, statistischer



Signifikanznachweis, Widerspruchsfreiheit und Bewertung durch die Wissenschaftsgemeinschaft, gelten.

Es wäre zudem unrealistisch zu glauben, Technikfolgen ließen sich weitgehend durch intensivere wissenschaftliche Forschung vorhersagen, bevor die Technik überhaupt implementiert ist. Frühwarnung wird in der überwiegenden Zahl der Fälle wohl darauf hinauslaufen, die sich bereits abzeichnenden Folgen zu erkennen, bevor sie "epidemischen" Charakter angenommen haben.

Aus dem zeitlichen Aspekt - Frühwarnung nach der Implementation oder bereits vor der Implementation - soll eine Strukturierung der methodologischen Problematik von Frühwarnung nach zwei prinzipiellen Ansätzen vorgenommen werden:

- Problemerkennung durch die Beobachtung von Symptomen, d.h. von Veränderungen gegenüber der Vergangenheit, denen ein "Krankheitswert" zugeordnet wird oder die in irgendeiner Form als problematisch eingestuft werden (II.1);
- Problemerkennung durch Kombination und Integration von Einzelwissen und Erfahrungen, Analogiebildung, Modellbildung und Simulation zu einem vorausschauenden Szenario möglicher Auswirkungen einer oder mehrerer Technologien (II.2).

### *II.1 Problemerkennung durch Beobachtung von Symptomen*

Häufig werden Schäden - z.B. an bestimmten Ökosystemen oder gesundheitliche Beeinträchtigungen - wahrgenommen, deren Ursachen zum Zeitpunkt der Wahrnehmung unbekannt sind und die aus den Kenntnissen des Beobachters über das betroffene System auch nicht kausal hätten abgeleitet werden können. Das Problem macht sich durch die "Auffälligkeit seiner Symptome" bemerkbar, d.h.:

- Es müssen bereits Veränderungen eingetreten sein, die soweit fortgeschritten sind, daß hinreichend auffällige Symptome sichtbar werden;
- es muß einen Beobachter geben, der die Symptome als auffällig, atypisch, krankhaft einstuft.

Der symptomorientierte Ansatz ist *retrospektiv* und *analytisch* hinsichtlich der Identifikation von Gefahrenfeldern, weil er von be-

reits eingetretenen Wirkungen ausgeht, die zum frühest möglichen Zeitpunkt erkannt und auf ihre Verursachung hin analysiert werden sollen. Populäre Beispiele der Problemerkennung an Symptomen, deren kausale Einordnung weitgehend unbekannt, ja, deren Existenz von manchem Wissenschaftler in den diskutierten Zusammenhängen bezweifelt wird, sind "Waldschäden", "Übersäuerung der Seen", "Pseudo-Krupp", Zunahme der Allergien oder erhöhte Mortalität bei Smog-Episoden.

An diesen Beispielen aus der Ökologie lassen sich die prinzipiellen Probleme und Möglichkeiten der Früherkennung durch einen symptomorientierten Ansatz verdeutlichen. Charakteristisch an den Fallbeispielen ist:

- Es handelt sich hier um relativ ursachenunspezifische Symptome und Erscheinungen. Neu sind beim Phänomen der "Waldschäden" z.B. nicht unbedingt die Symptome selbst, sondern die möglicherweise neuartigen Ursachen, die Häufigkeit und die Verbreitung ihres Auftretens. Gleiches gilt für den Pseudo-Krupphusten und die Zunahme der Allergien.
- Die rechtzeitige Wahrnehmung einer epidemischen Entwicklung ist schwer, wenn die 'normale' Häufigkeit und die Variation des Auftretens gerade bei ursachenunspezifischen Symptomen nicht bekannt sind. Ein Beispiel dafür ist die natürlich auftretende, aber auch im Zusammenhang mit der Verunreinigung der Meere diskutierte, sogenannte "Meeresblüte". Es handelt sich dabei um eine kurzzeitige explosionsartige Vermehrung bestimmter Meeresalgen. Obwohl seit relativ langer Zeit Beobachtungen über dieses Phänomen vorliegen und eine Reihe von Faktoren für das Auftreten bekannt sind, bleiben immer noch so viele unbekannte Einflüsse, daß sich eine entstehende Meeresblüte kaum prognostizieren läßt.
- Die hier zur Diskussion stehenden Probleme werden im ökologischen oder medizinischen Bereich treffend als Komplexkrankheiten bezeichnet. Gemeint ist damit, daß an der Krankheitsentwicklung viele Einflüsse und Umstände beteiligt sind, die von Fall zu Fall zudem oft variieren können. So ist z.B. die "Itai-Itai-Krankheit" mit großer Wahrscheinlichkeit nicht eine Folge der hohen Cadmiumbelastungen allein, sondern es muß zusätzlich ein schlechter Ernährungszustand vorliegen. Dieses Beispiel zeigt aber auch, daß möglicherweise sehr schnell unerwartete Probleme, etwa im Zusammenhang mit bestimmten

Schwermetallbelastungen, entstehen können, wenn sich Einflußfaktoren wie Ernährungszustand u.ä. ändern.

- Bei dem Versuch, die Genese der beobachteten Symptome zu klären, stößt man häufig auf Einflußfaktoren, die ihrerseits wiederum sehr komplex und wenig bekannt sind (etwa die Zusammenhänge von Schadstoffeintrag in den Boden und Änderungen der Mikroflora und -fauna und damit auch gewisser symbiotischer Systeme von höheren Pflanzen).
- Statistische Untersuchungsmethoden, in erster Linie Korrelationsanalysen (Epidemiologie), liefern zwar Hinweise auf potentielle Zusammenhänge, jedoch keine kausalen Beweise. Bei Luftverunreinigungen z.B. korrelieren zudem mehrere Verunreinigungskomponenten mit Atemwegserkrankungen. Es ist bis heute nicht gelungen, einzelne Schadstoffe für die beobachteten Wirkungen zweifelsfrei verantwortlich zu machen.

Die Rolle des Beobachters hinsichtlich der Früherkennung sollte aber keineswegs nur auf fachlich Ausgebildete beschränkt werden.

Das gilt besonders dort, wo bisher unbekannte Folgen oder Symptome durch bisher nicht bekannte Ursachen ausgelöst werden. Negative Folgen können hier möglicherweise von Betroffenen eher wahrgenommen werden als von Experten. Allerdings verfügen die Betroffenen oft nicht über das entsprechende Fachwissen, um über das diffuse Empfinden hinaus, daß irgend etwas auffällig und nicht "in Ordnung" sei, einen von Wissenschaft und Politik anerkannten Nachweis einer tatsächlich vorhandenen Schädigung führen zu können. Anhand von Fallbeispielen läßt sich aber zeigen, daß "lay judgement about technical hazards reveal a sensitivity to social and political values that experts' model would not acknowledge" (FIORINO 1990, S. 227).

Es stellt sich in der Praxis also nicht nur die Frage nach einem Beobachter, sondern auch nach einem entsprechenden Verfahren der Beurteilung von Beobachtungen. Hier fällt der Wissenschaft eine entscheidende Funktion der "Filterung" zu. Dem fachlich entsprechend Ausgebildeten ist es eher möglich zu erkennen, ob den beobachteten Symptomen ein "Krankheitswert" zugeordnet werden muß.

Um mehr Wissen über den Prozeß der Aufdeckung von Problemen, über die Rolle der einzelnen gesellschaftlichen Gruppen bei der Entdeckung negativer Folgen, bei der allgemeinen Anerkennung und letztlich bei der Folgenbewältigung zu erhalten, böte

sich eine fundierte Untersuchung der Prozesse anhand aktueller und abgelaufener Fälle an. Fallstudien dieser Art über "Waldschäden" und "Pseudo-Krupp" könnten wahrscheinlich wichtige Hinweise über die Rolle der einzelnen gesellschaftlichen Gruppen in diesem Prozeß geben.

Eine systematische Suche nach potentiellen unerwünschten Folgen von Technologien ist dann möglich, wenn sich bestimmte Suchkriterien finden lassen. Diese Aufgabe fällt weitgehend in den Bereich der Wissenschaft. Kriterien zur systematischen Suche setzen nämlich gewisse Kenntnisse über die Eigenschaften z.B. emittierter Stoffe oder Kenntnisse über die beobachteten Systeme voraus, mit denen "normale Zustände" von "unnormalen Zuständen" unterschieden werden können. Besonders für die systematische Beobachtung von Krankheitssymptomen ist die Kenntnis der Häufigkeiten, der geographischen Verbreitung, der sensitiven Bereiche und der zeitlichen Variation wichtig<sup>1</sup>.

## II.2 Problemerkennung durch systemorientierte Ansätze

Im Unterschied zur retrospektiv-analytischen Problemerkennung ist der systemorientierte Ansatz *prospektiv* und *synthetisierend*. Formal sind zwei Vorgehensweisen möglich: *Gezieltes Experimentieren, um die Reaktionen der Systeme zu beobachten* und so *direkt* zu Kenntnissen über negative Auswirkungen von Technologien und Produkten zu gelangen, und *Kombination und Integration von Einzelerkenntnissen, Modellentwicklung und Simulation*.

- *Gezieltes Experimentieren, um die Reaktionen der Systeme zu beobachten*

Der Weg, durch Experimente mit den natürlichen Systemen *direkt* zu Kenntnissen über negative Auswirkungen von Technologien zu gelangen, ist nur in Ausnahmefällen gangbar. Zwar liegt der Vorteil, daß das System in seiner natürlichen Einbettung belassen wird, auf der Hand, doch müßte es bei Experimenten unter realistischen Bedingungen möglicherweise gerade den Gefahren ausgesetzt werden, die es zu verhindern gilt. Weitere Schwierigkeiten ergeben sich aus den oft langen Zeiträumen, über die realistische Experimente durchgeführt werden müßten, und - etwa bei Unter-

suchungen über die Wirkung kleiner Dosen von Schadstoffen - aus der großen Zahl notwendiger Untersuchungen, um ein akzeptables Signifikanzniveau zu erreichen.

Problematisch ist bei Experimenten an natürlichen Systemen meist auch die Vielzahl von störenden Einflußfaktoren, die oft der Anlaß sind, daß trotz sorgfältiger Planung und Durchführung der Experimente keine Aufklärung der kausalen Zusammenhänge erreicht werden kann. Denkt man z.B. an mögliche Auswirkungen der Emissionen von Müllverbrennungsanlagen u.ä. auf Ökosysteme, so läßt sich heute nicht einmal sicher sagen, wie die einwirkenden Emissionen überhaupt zusammengesetzt sind. Eine Permutation multifaktorieller Einwirkungen und deren meist multifaktorieller Auswirkungen zeigt oft schon die Aussichtslosigkeit eines ausschließlich experimentellen Ansatzes zur direkten Erkennung potentieller Gefahren.

Zur Aufklärung der einwirkenden Faktoren, z.B. von Art und Menge bestimmter Umwelttoxine in Boden, Wasser und Luft, zur Erforschung der Ausbreitung und Ablagerung von Schadstoffen sowie von deren Übergangsraten in die gefährdeten Systeme, sind natürlich unbedingt Messungen notwendig. Diese experimentelle Bestandsaufnahme, z.B. in Form der "substanzbezogenen Rasterfahndung" oder eines "expositionsbezogenen Monitoring", und die Erforschung der Vorgänge bis zu den Mechanismen der System-schädigung müssen ein fester Bestandteil eines Früherkennungssystems sein. Es kann allerdings auch bei intensiver Forschung keine lückenlose Kenntnis erwartet werden, schon deshalb nicht, weil ökologische, soziale und ökonomische Systeme keine zeitlich konstanten Größen sind. Auch unter natürlichen Bedingungen sterben z.B. Arten ohne Einflüsse von Mensch und Technik aus und ändern sich Gleichgewichtsbedingungen derart, daß es zum "Umkippen" einzelner Systeme kommt.

Um gezielt Einflüsse unter definierten Bedingungen zu erforschen, wie dieses an natürlichen Systemen unmöglich ist, können Teile des Systems unter Laborbedingungen untersucht werden. Dabei ist dann zu berücksichtigen, daß durch das 'Herausschneiden' aus der natürlichen Umgebung gewisse Regelkreise, symbiotische Systeme, synergetisch oder anergetisch wirkende Faktoren ausgeschlossen werden. Wird auf der einen Seite die Sicherheit des Wissens in Bezug auf das System unter künstlichen Bedingungen erhöht, so wird die Sicherheit, ob das natürliche System in gleicher

Weise reagieren wird wie das im Labor isolierte, umso geringer. Experimente im abgeschlossenen Labor eröffnen jedoch u.a. die Möglichkeit, das isolierte System Bedingungen auszusetzen, die in natürlichen Systemen möglicherweise schon eine Gefährdung bedeuten.

- *Kombination und Integration von Einzelwissen, Modellbildung und Simulation*

Charakteristisch für diesen Ansatz sind neben TA-Studien auch die Studien des Club of Rome (MEADOWS/ZAHN/MILLING 1973) oder "Global 2000" (COUNCIL ON ENVIRONMENTAL QUALITY 1980, ENQUETE-KOMMISSION "VORSORGE ZUM SCHUTZ DER ERDATMOSPHERE" 1988). Die Vorgehensweise dieser Studien ist gekennzeichnet durch die kognitive oder numerische Ableitung (Konstruktion) denkbarer zukünftiger Zustände komplexer Systeme auf der Basis des derzeitigen Wissens.

Probleme und Vorteile der nichtexperimentellen Vorgehensweise werden nachfolgend am Beispiel der Modellbildung und der Simulation von Modellsystemen auf Rechenanlagen skizziert. Diese Erläuterungen gelten jedoch weitgehend für alle nichtexperimentellen Systemstudien. Die experimentelle Simulation, etwa von Strömungsverhältnissen an Stadtmodellen im Windkanal, wird hier nicht explizit behandelt.

Die am häufigsten angewandte Methode numerischer Simulation komplexer Systeme, als Beispiele seien hier das Weltmodell von Meadows oder die verschiedenen CO<sub>2</sub>-Modelle genannt, ist etwa so zu beschreiben: Ausgehend vom realen System wird ein Modell konstruiert, das das Verhalten des realen Systems hinreichend genau abbilden soll. Um dieses Ziel zu erreichen, muß das Wissen über Zusammenhänge in dem System, über bisherige Entwicklungen, den derzeitigen Zustand, externe Einflüsse usw., kurz, der derzeitige Kenntnisstand, zusammengetragen und dokumentiert werden. Beim Konstruieren des Modells aus den Mosaiksteinen des vorliegenden Wissens kristallisieren sich besonders scharf die Kenntnislücken heraus.

In der mathematischen Formulierung bestehen Modelle meist aus Systemen von Differentialgleichungen. Ausgehend von bestimmten vorgegebenen Anfangs- und Randbedingungen, die sich oft hinter dem Begriff der Szenarien verbergen, wird das Glei-

chungssystem integriert. Mit dieser Simulationstechnik können, sozusagen im 'Zeitraffer', unterschiedliche Systemzustände auf die Wirkung verschiedenster Einflüsse sowie auf die Sensitivität gegenüber diesen Einflüssen hin untersucht werden. Die Simulation ist also vorrangig eine Technik zur Erforschung der Dynamik von Kopplungen und Rückkopplungen in den Systemen und bietet daher im Prinzip die Möglichkeit, Zusammenhänge und Entwicklungstrends unter den vom 'Modellkonstrukteur' gesetzten Bedingungen zu analysieren.

Im Idealfall wäre ein vollständiges, ausgetestetes, validiertes numerisches Modell ein hervorragendes Frühwarninstrument. Während der ersten, von viel Euphorie begleiteten Entwicklungsphase der numerischen Modellsimulation schwebte vielen Wissenschaftlern der Entwurf solcher Prognosesysteme vor. Inzwischen werden die Möglichkeiten dieser Methode zur Prognose der Zukunft komplexer Systeme nach gravierenden quantitativen Fehlprognosen (z. B. über den Energiebedarf) von vielen Wissenschaftlern realistischer und kritischer eingestuft.

Ungeachtet dessen werden immer noch - außerhalb wie innerhalb der Wissenschaft - in manchen Kreisen hohe Erwartungen an die mathematische Modellierung und die Computersimulationen komplexer Systeme geknüpft.

Um klarzustellen: Wenn wir von der heutigen Erfahrung her rückblickend einige Erwartungen korrigieren müssen, ist das kein Vorwurf gegen die Versuche etwa von Prognosen der zukünftigen Weltentwicklung, sofern sie seriös als Simulation von Gedankenkonstruktionen und Computerexperimenten durchgeführt und bewertet wurden. Im Gegenteil: Diese Versuche waren notwendig, um die Reichweite der neu entwickelten Möglichkeiten, komplexe Systeme mit Hilfe der Computertechnik zu studieren, auszuloten.

Kritik ist allerdings geboten, wenn sich hinter dem Schleier scheinbarer Wissenschaftlichkeit und scheinbarer Rationalität nicht mehr offenbart als Fiktionen und vorgefaßte Meinungen<sup>2</sup>.

Wenn häufig der Eindruck erweckt wird, ein einmal in die Computersprache übersetzter Prozeß könne, so beispielsweise Steinbuch, "gewissermaßen analytisch - in seinem Aufbau und seiner Stringenz, und andererseits - gewissermaßen synthetisch - hinsichtlich seiner Konsequenzen unter den verschiedensten Voraussetzungen überprüft werden", mag das zwar *im Prinzip* richtig sein; die Praxis im Umgang mit großen Programmsystemen und

Datenbanken, zumal wenn diese auch noch über Computerverbundsysteme vernetzt sind, zeigt eher das Gegenteil. Schon ganz und gar unmöglich wird es selbst dem wissenschaftlich ausgebildeten "Jedermann", sich Einsicht in und Übersicht über fremde Programmsysteme zu verschaffen.

Wenn Steinbuch (STEINBUCH 1974, S. 44) und andere den "künftigen" Computern eine "Überlegenheit über das menschliche Gehirn hinsichtlich aller rationalen geistigen Prozesse" zuschreiben, haben sie leider übersehen, daß sich mit diesen Maschinen nicht nur die Intelligenz, sondern - "falsch programmiert" - auch die Dummheit potenzieren läßt.

Auf welchem Fundament, so ist zu fragen, stehen - oder besser - standen diese wissenschaftsoptimistischen Visionen?

Fassen wir zusammen, worauf sich die Meinung Steinbuchs begründet, in Zukunft müsse der Mensch nur ein Wertesystem vorgeben, die optimale Lösung von Problemen werde dann mehr und mehr Sache von dem menschlichen Hirn in rational-geistigen Funktionen weit überlegenen Computern sein, dann sind dies:

- das Wahrheitskriterium einer "regelmäßig richtigen Prognose" aufgrund wiederholter Experimente,
- Rationalität des Verfahrens und dadurch ermöglichte Kritisierbarkeit, wobei der Rationalität ganz bestimmte Kennzeichen (erklärte Informationen und Prozeduren) zugeordnet werden,
- die Annahme einer experimentell erzeugbaren Konstanz im Naturgeschehen.

Dieses Fundament ist kein anderes als dasjenige, auf dem die klassischen Naturwissenschaften ihre Erfolge gründeten. Diese beschäftigten sich allerdings, gemessen an den Problemen, für die das Frühwarnsystem konzipiert werden soll, mit sehr primitiven Systemen.

Ein Beispiel ist die Gasdynamik. Durch Untersuchungen des Verhaltens von Gasen, die, eingesperrt in Behälter, leicht zu untersuchen waren, fand man die Gesetze der Gasdynamik. Naiv könnte man nun glauben, daß eine konsequente Anwendung dieser Gesetze in Verbindung mit anderen, auf gleiche Weise gefundenen physikalischen Gesetzen, wie z. B. dem Strahlungsgesetz, eine langfristige und richtige Prognose des Wettergeschehens in der Gassphäre unseres Planeten ermöglichen würde. Vergleicht man nun die Wetterprognosen für einen Vorhersagezeitpunkt in einer



Woche und länger mit der Entwicklung des realen Systems, so liegt die Wahrscheinlichkeit einer richtigen Vorhersage nicht allzuweit vom Zufall entfernt<sup>3</sup>.

Die mathematischen Modellformulierungen von komplexen technischen und naturwissenschaftlichen Systemen und deren Simulation auf Rechenanlagen sind mit Problemen wie Wissenslücken, unsicheren Annahmen über Größe und Zusammenhang von Parametern, schwer interpretierbaren Ergebnissen bei Modellen hoher Eigenkomplexität behaftet. In der Ungewißheit ihrer Ergebnisse unterscheiden sich diese naturwissenschaftlichen Ansätze nicht von analogen sozialwissenschaftlichen Versuchen der Analyse von Gesellschaftssystemen. Darüberhinaus wird der eigentliche Zweck der wissenschaftlichen Politikberatung fragwürdig: "Je differenzierter Prognosen (aufgrund von Modellrechnungen - d.Verf.) werden, desto weniger eignen sie sich zur Begründung politischer Entscheidungen." (TEICHLER 1985, S. 216, s.a. LUHMANN 1969, S. 14)

Es könnte nun der Eindruck entstehen, die Wissenschaften seien kaum in der Lage, Beiträge zur Frühwarnung zu leisten. Das ist nicht beabsichtigt und sicherlich falsch. Es soll hier nur darauf verwiesen werden, daß die naive Sichtweise der klassischen Naturwissenschaften angesichts der Systeme, mit denen es ein Frühwarnkonzept für negative Folgen der Technisierung zu tun hat, nicht zur Problembewältigung taugt.

Fassen wir die bisherigen Überlegungen zusammen, so läßt sich folgendes festhalten:

- Die verfügbaren wissenschaftlichen Methoden zur Früherkennung von Entwicklungen in großen realen, dynamischen Systemen lassen häufig keine unzweifelbaren Erkenntnisse über kausale Zusammenhänge zu. Die traditionellen Standards naturwissenschaftlicher Gewißheit sind kaum zu erfüllen (EWERS 1988). Wie im Fall der langfristigen Technikfolgenabschätzung müßte etwa von "möglichen Folgen" gesprochen werden, bei denen zum größten Teil weder die Erscheinungsform exakt beschrieben noch der Ablauf einwandfrei prognostiziert werden kann (BECHMANN/WINGERT 1981a).
- In die Analyseverfahren und die Ergebnisinterpretation gehen zwangsläufig normative Entscheidungen ein (Auswahl von Indikatoren und Meßverfahren, Modellkonstruktionen und Datenauswahl), die sich mit schlichten Vorstellungen von Neutra-

lität und Wertfreiheit wissenschaftlicher Arbeit nur schwer vereinbaren lassen (TEICHLER 1985, WYNNE 1983).

- Bedingt durch die Eigenschaften der betrachteten Systeme - wie historisch entwickelte Einmaligkeit, irreversible Veränderung bei Eingriffen, unüberschaubare Vielfalt von potentiellen Entwicklungsmöglichkeiten - versagen bei ihrer Erforschung bewährte naturwissenschaftliche "Wahrheitskriterien" wie das der "regelmäßig experimentell bestätigten Prognose", das der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse gleicher Experimente, das der Möglichkeit des Nachweises statistischer Signifikanzen, das der Nachprüfbarkeit durch die community.

Dementsprechend können Erwartungen seitens der politischen Administration hinsichtlich "fundierter wissenschaftlicher Beweise", die nicht zuletzt auch immer wieder von der Industrie geschürt werden (DICKSON 1981, S. 58), gerade auf dem Gebiet der Frühwarnung von technikbedingten Gefahren meist nur enttäuscht werden.

Noch größere Schwierigkeiten für eine praktisch folgenreiche Frühwarnung dürften sich jedoch bei der *politischen Verarbeitung* einschlägiger Expertisen ergeben.

### III. Frühwarnung als politisches Problem

Eduard Pestels pessimistische Prognose, "es dürfte noch Jahrzehnte dauern, bis die Politiker ihre Entscheidungen auf wissenschaftliche Erkenntnisse gründen und bereit sind, Katastrophen, die bei entsprechendem Handeln oder Nicht-Handeln erst in ferner Zukunft drohen, schon jetzt in ihren Entscheidungen zu berücksichtigen" (WISSENSCHAFT, WIRTSCHAFT, POLITIK 1984, Nr. 50, S. 3), gründet möglicherweise in intimen Kenntnissen über die Innenausstattung der Macht. Indem sie nahelegt, erfolgreiche Frühwarnung scheitere einstweilen an subjektivem Unvermögen und mangelnder Lernbereitschaft einzelner Repräsentanten des politisch-administrativen Systems, verkennt sie jedoch strukturelle Bedingungen und Grenzen für die Berücksichtigung wissenschaftlicher Erkenntnisse - seien sie nun von "harter" oder "weicher" Evidenz (RAVETZ 1984, S. 11).

Auch wenn "exakte" Erkenntnisse vorliegen - etwa über Dosis-Wirkungs-Beziehungen im Falle von Chemikalien oder Pharmaka - ergeben sich administrative Konsequenzen keineswegs von selbst. Die Bestimmung von "unbedenklichen" Grenzwerten für Stoffe und Emissionen stellt sich vielmehr dar als Produkt einer politischen Willensbildung. Ihre Begründung ist wissenschaftlich nicht möglich, "da es keine wissenschaftlich nachvollziehbare Abwägung gibt zwischen Gesundheit und Freiheit, zwischen sozialer Sicherheit und Naturschutz und ähnlichen Werten" (von LERSNER 1983, S. 138 f.). Eingebettet in gesellschaftliche Interessenkonflikte (WEIDNER/KNOEPFEL 1979, S. 161), entscheidet der Prozeß der politisch-administrativen Problemverarbeitung, "was gefährlich ist" (von LERSNER 1983, S. 133). Dies wurde beispielsweise deutlich in den öffentlichen Auseinandersetzungen um die "Gefahrstoffverordnung" ("Grenzwerte für giftige Stoffe politisch gesetzt", FRANKFURTER RUNDSCHAU, 18.4.1985) und um die radioaktiven Belastungen nach Tschernobyl.

Zudem sind heute bereits zahlreiche Problemfelder und Gefahrenpotentiale bekannt, die keinerlei Frühwarnung mehr erfordern. Zu denken ist an die gängige Problematisierung von Verursachungszusammenhängen (Energieerzeugung, industrielle Produktion, Landwirtschaft, Abfallwirtschaft, Autoverkehr und Haushalte), an 'prominente' toxische Stoffe (Formaldehyd, Dioxine, PCB, Atrazin) ebenso wie an bedrohliche Schadensausmaße bei elementaren ökologischen Systemen (Bodenvergiftung, Wasserqualität, Nordseetod, Waldsterben, Verminderung der Artenvielfalt). Auch viele Schädigungen der menschlichen Gesundheit, die im Zusammenhang mit kritischen Umweltbedingungen stehen, harren nicht mehr der Entdeckung durch Früherkennung (umweltbedingte Zunahme von Allergien, Krebshäufigkeiten, Erkrankungen der Atemwege, arbeitsplatzspezifische Erkrankungen) (KOCH 1985, UMWELTBUNDESAMT 1984).

In den meisten dieser Problemfälle wurde beklagt, daß die Politiker "nichts tun oder zu wenig" (KOCH 1985, S. 6). Auch die Bevölkerung scheint dieser Auffassung zu sein. So glauben nach einer Umfrage des Ipos-Instituts von 1985, die im Auftrag des Bundesinnenministeriums durchgeführt wurde, nur 18 % aller Befragten "an Erfolge beim Umweltschutz seit der Bundestagswahl im März 1983" (FRANKFURTER RUNDSCHAU, 16.8.1985). Laut Allensbach trauten 28 % der Befragten dem Umweltminister zu,

die gestellten Aufgaben zu lösen, 72 % hatten hingegen Vertrauen in dieser Hinsicht zu Greenpeace (HANDELSBLATT, 17.10.1989). Die tatsächlich von der politischen Administration ergriffenen Maßnahmen sind aus der Sicht auch vieler Experten meist nicht weitgehend genug. Am Beispiel des Waldsterbens und der in diesem Zusammenhang verfolgten Politik (Großfeuerungsanlagen-Verordnung, TA-Luft, Tempolimit, Katalysator-Autos) läßt sich dies exemplarisch illustrieren (BECHMANN/FREDE-  
RICHS/GLOEDE 1985, S. 409).

Umso dringlicher stellt sich also die Frage nach den Strukturen und Mechanismen der letztlich ausschlaggebenden politisch-administrativen Verarbeitung von Warnungen vor Technikfolgen.

### *III.1 Generelle Selektionsleistungen des politischen Systems*

Nur vereinzelt liegen bisher Untersuchungen vor, die Fälle unterbliebener Frühwarnung bzw. fehlender Anerkennung von Gefahren systematisch rekonstruieren (CRENSEN 1971). Aus vorliegenden Studien über die Funktionsweise des politisch-administrativen Systems, wie sie in verschiedenen Politikbereichen<sup>4</sup> deutlich geworden ist (RUSS-MOHL 1982, S. 3 ff., von PRITZWITZ 1990, S. 103 ff.), lassen sich jedoch einige generelle Erkenntnisse gewinnen, die für eine "Anerkennung" von technikbedingten Gefahren einschlägig sind.

Jedes ausdifferenzierte gesellschaftliche Subsystem, so auch das politische, hat das Grundproblem, seinen Bestand gegenüber der gesellschaftlichen Umwelt und deren Anforderungen zu sichern, indem es deren Komplexität entsprechend seinen funktionalen Bestimmungen reduziert und abarbeitet (RUCHT 1982, S. 37). Dementsprechend ist das politisch-administrative System durch *generelle Selektionsmechanismen* zu charakterisieren, die es von den übrigen Subsystemen unterscheiden. Bezogen auf gesellschaftliche Problemlagen stellt Russ-Mohl zu Recht fest:

"Probleme (...) gibt es viele. Die allerwenigsten überwinden die Schwelle der Problemverdrängung und des Nichtentscheidens und avancieren damit zum *politischen* Thema." (RUSS-MOHL 1982, S. 6 - Hervorhebung von uns - d. Verf.)

Für die Frage einer frühzeitigen "Anerkennung" drohender Gefahren sind die Aufmerksamkeits- bzw. Thematisierungskriterien

des politischen Systems<sup>5</sup> besonders relevant. Sie machen ein bekanntes Problem überhaupt erst entscheidungsbedürftig.

Luhmann zählt dazu

- die wahrgenommene Bedrohung überragender gesellschaftlicher Werte;
- Krisen, die die Funktionsfähigkeit und den Bestand des politischen Systems gefährden;
- den sozio-politischen Status des Thematisierers eines Problems;
- Symptome politischen Erfolgs, der mit der Übernahme eines Themas verbunden zu sein scheint;
- bereits auftretende "Schmerzen oder zivilisatorische Schmerzsurrogate" (z. B. Einkommensverluste) in Verbindung mit einer Problemlage (LUHMANN 1970, S. 13).

Zusätzlich beschleunigt wird der Prozeß des Eindringens eines Themas in die politische Arena durch Ereignisse wie Problemverschärfung infolge kumulativer Effekte oder Proteste von Problem-betroffenen (RUSS-MOHL 1982, S. 6, MAYNTZ 1983, S. 335).

Diese Aufmerksamkeitsregeln verweisen auf die Struktur und "Ratio" des politisch-administrativen Systems, als dessen elementares Kommunikationsmedium zur Herstellung bindender Entscheidungen "Macht" (Machterhalt und -gewinn) anzusehen ist, während das Kommunikationsmedium "Wahrheit" des Wissenschaftssystems bzw. "sachliche Rationalität" in seinem Verarbeitungsprozeß eine recht untergeordnete Rolle spielt (MAYNTZ 1983, S. 334).

Problemlagen müssen also in den Bezugsrahmen von Machtgewinn und -erhalt einzelner Politiker, Parteien oder des gesamten politischen Systems übersetzbar sein. Auch die Entscheidungsregeln und die Frage der Durchführung zu beschließender Maßnahmen sind durch die Ratio des politischen Systems bestimmt. Neben dem Interesse der Entscheider am eigenen politischen Überleben weist Mayntz etwa auf die Kriterien der "Machbarkeit" von Problemlösungen sowie die materiellen und finanziellen Restriktionen hin. Politische Machbarkeit bedeutet die Unterstützung von Maßnahmen und deren Implementation durch relevante Akteure in der politischen Arena bzw. "Akzeptanz" in der Bevölkerung; Finanzierbarkeit gründet letztlich im politischen Einfluß der jeweiligen Interessenten und deren Fähigkeit, die durchzuführen-

den Maßnahmen als besonders dringlich hinzustellen (MAYNTZ 1983, S. 334).

Die Analyse der generellen Selektionsmechanismen wie der Ratio des politischen Systems führt daher zu folgendem Ergebnis: Für die Berücksichtigungschance von wissenschaftlicher Expertise gilt, was auch für die Technikfolgen-Abschätzung zutrifft: Es ist die gewiß erstrebenswerte Verbesserung ihrer kognitiven Qualität (Methodologie, Validität) weit weniger ausschlaggebend als die Kompatibilität mit politischen Kriterien und Prozessen. "Technikfolgenabschätzung (bzw. Frühwarnung - d. Verf..) benötigt deshalb Advokaten mit ausreichender Macht innerhalb des Entscheidungssystems." (MAYNTZ 1983, S. 339)

### *III.2 Soziale und institutionelle Grenzen*

Die skizzierten generellen Selektionsmechanismen wären nun für gegebene politische Systeme näher zu konkretisieren.

An dieser Stelle soll nur auf einige dieser *spezifischen Selektionsleistungen* aufmerksam gemacht werden, soweit sie sich auf die Berücksichtigung technikbedingter Gefahren für Mensch und Umwelt in westlichen Industriegesellschaften beziehen lassen.

In Anlehnung an Offe kann man dabei mindestens zwischen der strukturellen, der ideellen und der prozeduralen Ebene unterscheiden (OFFE 1972, S. 79 ff.; vgl. a. BACHMANN/BARATZ 1977, S. 87 ff.):

- *Strukturelle Selektionsleistungen* werden von den übergeordneten historischen, sozialstrukturellen und ökonomischen Rahmenbedingungen eines politischen Systems erbracht, die ihren Niederschlag in seinen staatsrechtlichen und institutionellen Grundbestimmungen finden. Auf diese Weise wird vorentschieden, welche Sachverhalte und Materien überhaupt zum Gegenstand staatlicher Politik werden können, welche Handlungsprämisse und -spielräume dabei gelten. Für den Bereich der Umweltpolitik etwa werden die strukturellen Selektionleistungen in der öffentlichen Auseinandersetzung über das Verhältnis von Ökonomie und Ökologie sichtbar. Ökologische Fragen können in der politischen Arena grundsätzlich nur insoweit aufgeworfen und mit Lösungsvorschlägen bedacht werden, als

sie mit marktwirtschaftlichen Voraussetzungen und Mitteln kompatibel sind (OFFE 1972, S. 83).

- *Ideelle Selektionsleistungen* werden durch das jeweils geltende sozio-kulturelle und politische Normensystem erbracht und schränken den strukturell zur Verfügung stehenden Handlungsspielraum des politischen Systems weiter ein. Solche selektiv wirkenden Normen reichen von den sich nur langsam wandelnden dominanten Wertorientierungen der Gesellschaft über etablierte politische Präferenzstrukturen und rechtlich normierte Standards bis hin zur häufig thematisierten "Sensibilität" gesellschaftlicher Akteure für spezifische Problemlagen. So war es beispielsweise die "fehlende Sensibilität für das ökologische Gefahrenpotential", die den Hamburger Senat nach Ansicht eines parlamentarischen Untersuchungsausschusses trotz Vorhandenseins rechtlicher Handlungs- und Steuerungsmöglichkeiten im Fall der Sondermülldeponie Georgswerder kennzeichnete (Der SPIEGEL, 4.3.1985). Von größerer Bedeutung dürfte in diesem Zusammenhang sein, nach welchen Kriterien die jeweils erforderlichen Abwägungsprozesse zwischen konfligierenden wirtschafts-, sozial- und umweltpolitischen Zielen im Hinblick auf eine frühzeitige Bewertung technikbedingter Gefahren und die Kosten ihrer Abwendung verlaufen. So kann etwa bis heute nicht davon ausgegangen werden, daß die Kosten für die Beseitigung von Umweltschäden auf volkswirtschaftlicher (oder gar betriebswirtschaftlicher) Ebene systematisch einbezogen werden (SIMONIS 1988).
- Schließlich werden *prozedurale Selektionsleistungen* durch die formellen wie informellen Verfahren der Politik-Formulierung und ihrer Implementierung erbracht, die ihrerseits den möglichen Inhalt bzw. das mögliche Resultat des Verarbeitungsprozesses früher Erkenntnisse über technikbedingte Gefahren präjudizieren. So werden bestimmten Interessen und Inhalten erhöhte Durchsetzungschancen eingeräumt, andere Themen oder gesellschaftliche Akteure dagegen tendenziell aus diesen Verfahren ausgegrenzt. Bezogen auf das "collective bargaining" zwischen Verbänden und staatlichen Instanzen ist schon häufig beklagt worden, daß die "Natur" keine Lobby habe. Ähnliches gilt für sozialstrukturell unterprivilegierte bzw. wenig konfliktfähige Gruppen, denen häufig die Kosten von Krisen wie staatlicher Krisenpolitik aufgebürdet werden (RUSS-

MOHL 1982, S. 25). Ihre Interessen sind meist schlecht zu organisieren, ihnen fehlen materielle, personelle und Informationsressourcen und Erfahrungen im Umgang mit den politischen Prozeduren. Demgegenüber sind die "Interessen der Verursacher (von Problemen - d. Verf..) zumeist (und insbesondere dann, wenn es sich um Produzenteninteressen handelt) über Klientelbeziehungen" im politischen System repräsentiert; "dieser Umstand kann (auch ohne explizit auf das Problem bezogene Lobbyanstrengungen) bereits hinreichend Anlaß für Problemverleugnung oder -vernachlässigung und Nichtentscheidung seitens der Politik sein" (RUSS-MOHL 1982, S. 5).

Die Analyse der spezifischen Selektionsmechanismen zeigt: Frühwarnung vor technikbedingten Gefahren muß im politischen System einerseits mit der einflußreichen Dominanz solcher Interessen und Werte rechnen, die sich an industriellen Fortschritt und Marktwirtschaft knüpfen, andererseits mit einer tendenziellen Verdrängung solcher Interessen und Werte, denen geringe Organisations- und Konfliktfähigkeit zukommt. Zu den letzteren müssen immer noch der Umweltschutz und die Verbesserung von "Lebensqualität" für breite Bevölkerungsschichten gerechnet werden (FREDERICHS/BECHMANN/GLOEDE 1983, S. 17 ff.).

Von zwei Seiten her bereiten die Selektionsmechanismen des politischen Systems einer folgenreichen Frühwarnung offensichtlich besondere Schwierigkeiten:

- Die zu erwartende Expertise ist - wie dargelegt - in der Regel noch "unsicherer" als die bereits etablierte wissenschaftliche Politikberatung. Insofern ist sie noch mehr als diese auf eine erfolversprechende Transmission in die politische Arena - und das heißt: auf "Advokaten", die politische Macht für ihre Empfehlungen mobilisieren können, angewiesen.
- Da es sich vom Gegenstand der Frühwarnung her um Gefahren und Schäden handelt, die (in großem Umfang) noch nicht eingetreten sind und/oder keine im politischen System dominanten Interessen beeinträchtigen (können), hat die Frühwarnung besonders geringe Chancen, solche Advokaten zu finden und Handlungsbereitschaft zu erzeugen<sup>6</sup>.

Viel wahrscheinlicher und paradoxerweise ein Erfahrungshintergrund für den Ruf nach Frühwarnung ist dementsprechend, daß die genannten Strukturen im politischen System zunächst



keine wirkliche Bereitschaft zur Bearbeitung einer indizierten Problemlage aufkommen lassen. Wissenschaftliche Expertise wird eher nach der Maßgabe rezipiert, inwieweit sie die Zurückweisung erhobener Empfehlungen und Forderungen "objektiv" begründen hilft (MAYNTZ 1983, S. 337). Falls diese Reaktion nicht mehr ausreicht, wird mit "symbolischer Politik" vor den Betroffenen und der Öffentlichkeit der Eindruck zu erwecken versucht, daß die politische Administration "die Dinge im Griff hat" (MAYNTZ 1983, S. 335, RUSS-MOHL 1982, S. 7; vgl. a. BECHMANN/FREDE- RICHS/GLOEDE 1985, S. 409).

Es ist also davon auszugehen, daß alle Versuche zur Verbesserung der kognitiven Leistungsfähigkeit von Frühwarnung praktisch aussichtslos bleiben müssen, wenn die Chancen ihrer Transmission in die politische Arena nicht verbessert werden können. Doch wie soll angesichts der spezifischen Selektionskriterien die Expertise frühzeitig einflußreiche Advokaten im politisch-administrativen System finden?

#### **IV. Öffnung des politischen Systems gegenüber Wissenschaft und Öffentlichkeit**

Naheliegend erscheint zunächst, solche Advokaten zu suchen, die bereits eine mehr oder weniger wichtige Rolle im politischen Entscheidungsprozeß spielen. Als Hindernisse stellen sich konkret die bekannten kognitiven, normativen und funktionalen Probleme in der Kommunikation zwischen warnenden Experten und politischen Akteuren dar. Empfehlungen stoßen auf Verständnisschwierigkeiten, Vorbehalte der politischen Akteure hinsichtlich der Wertprämissen und hinsichtlich wahrgenommener Beeinträchtigungen ihrer alleinigen Entscheidungskompetenz (MAYNTZ 1983, S. 336 ff.). Gerade die Bearbeitung transwissenschaftlicher Fragen erfordert jedoch nicht nur inhaltlich, sondern auch institutionell die Organisation eines Kommunikationszusammenhangs, in dem die klassische Rollenverteilung zwischen dem Politiker als Entscheider und dem Wissenschaftler als Berater graduell aufgegeben wird. Van den Daele/Krohn/Weingart haben für dieses neue Netzwerk zwischen Politik und Wissenschaft den Begriff der "Hybridgemeinschaft" geprägt. Die Auswahl, die Diskussion der Rele-

vanz verschiedener Forschungsansätze, die zu verfolgende Strategie wie die Bewertung der Ergebnisse müssen gemeinsam beraten und vertreten werden. Dabei haben sich die Vertreter von Politik und Verwaltung auf innerwissenschaftliche Probleme einzulassen, ihre Entscheidungsprämissen an wissenschaftliche Diskurse anzuschließen (van den DAELE/KROHN/WEINGART 1979). Solche Hybridgemeinschaften sind heute bereits ansatzweise in verschiedenen Bereichen projektorientierter Forschung anzutreffen. Auch die Enquete-Kommission im parlamentarischen Raum stellt einen solchen Fall dar. Für die Ausbildung einer auf Frühwarnung orientierten Hybridgemeinschaft spräche, daß die in sie eingebundenen Politiker sicherlich die hier entstehenden Warnungen mit größerem Engagement und Einsatz im politischen System vertreten würden.

Eine zweite Überlegung, geeignete Advokaten für Frühwarnung im politischen System zu finden, liegt auf der Ebene organisatorischer und prozeduraler Institutionalisierung. Bezogen auf die vergleichbare Problematik, die Berücksichtigungschancen von Technikfolgen-Abschätzung zu heben, erscheint es prozedural sinnvoll zu sein, Frühwarnung und zumindest deren Kenntnisnahme im Prozeß der politischen Willensbildung gesetzlich vorzuschreiben (MAYNTZ 1983, S. 340 f.). Diese Perspektive verkennt jedoch, daß auch die einzelnen Akteure jene generellen und spezifischen Selektionen vornehmen bzw. ihnen unterliegen, die für das grundsätzliche Dilemma der Frühwarnung verantwortlich sind. Anders ausgedrückt: Eine institutionelle Zuordnung von Frühwarnkapazität zu der in Deutschland sehr einflußreichen Ministerialbürokratie gewährleistet keinesfalls, daß diese ihren Einfluß für zu erwartende Warnungen auch geltend macht. Gerade indem so die Expertise aus politisch-parlamentarischen Kontroversen eher herausgehalten würde (MAYNTZ 1983, S. 341), wäre unter den gegebenen Umständen die Gefahr ihrer Dethematisierung gewachsen.

Damit wird zugleich die grundsätzliche Beschränkung deutlich, die allen Vorschlägen anhaften muß, Advokaten für die Frühwarnung nur unter den im politischen System bereits dominanten Akteuren zu suchen bzw. das Problem auf die kommunikativen, prozeduralen und institutionellen Beziehungen zwischen Wissenschaft und Politik zu reduzieren.

Eine Lockerung der spezifischen Selektionsmechanismen für die Anerkennung technikbedingter Gefahren ist unter Berücksichtigung der Ratio des politischen Systems nur zu erwarten, wenn systematisch ausgegrenzten Interessen, Werten und Akteuren der Zugang zu den Auseinandersetzungen in der politischen Arena erleichtert wird. Auch im Verhältnis des politischen Systems zur Öffentlichkeit müssen Bedingungen geschaffen werden, die die Bereitschaft zur Anerkennung und Behandlung von Gefahren fördern.

Ähnlich wie technologiepolitische Entscheidungen sind auch Wahrnehmung und politische Behandlung von Frühwarnung als gesellschaftlicher Konflikt- und Konsensbildungsprozeß zu verstehen. Dementsprechend wäre eine Beteiligung der Öffentlichkeit an der Initiierung, Durchführung und Bewertung von Frühwarnungsexpertisen vorzunehmen (PASCHEN 1983, S. 425 ff.; vgl. a. OECD 1979, S. 114):

- In der Phase der Initiierung von Frühwarnung kann Öffentlichkeitsbeteiligung helfen, Problembereiche und Fragestellungen für Frühwarnung zu identifizieren. Nur so ist eine frühzeitige und breite Berücksichtigung von gesellschaftlichen Bedürfnissen und Interessen vorstellbar.
- In der Phase der Durchführung dürfte die Öffentlichkeitsbeteiligung in gewissen Grenzen eine Erschließung von zusätzlichen Wissensressourcen versprechen (vgl. Abschnitt II). Solche Erfahrungen sind bisher nicht nur im Kontext von Technikfolgenabschätzungen gemacht worden, sondern auch in verschiedenen Bereichen staatlicher Planung (HUCKE/SEIDEL/ZIMMERMANN 1984, S. 214 ff., TÜRKE 1981, S. 1). Auch an die Einbeziehung von Repräsentanten der Öffentlichkeit in Beratungs- und Kontrollgremien der frühwarnungs-orientierten Forschung ist zu denken (MAYNTZ 1983, S. 343).
- In der Phase der Diskussion, Bewertung und administrativen Verarbeitung von Ergebnissen verbessert Öffentlichkeitsbeteiligung die Chance, daß Warnungen bzw. identifizierte Gefahren von mehr gesellschaftlichen Akteuren und breiteren Kreisen der Bevölkerung anerkannt werden und ggf. zum Handeln veranlassen.
- So würde Frühwarnung eher den Thematisierungskriterien des politischen Systems genügen. Zugleich dürften sich schneller Instanzen im politischen System selber finden, die sich ange-

sichts des jetzt zu erwartenden politischen Nutzens zu Advokaten der Warnung machen.

- Indem die Frühwarnungsergebnisse zum Gegenstand einer breiteren öffentlichen Auseinandersetzung werden, erweitert sich schließlich auch die Möglichkeit, Unterstützung für zu treffende Maßnahmen und deren administrative Durchführung zu finden. Auf eine solche öffentliche Unterstützung sind politische Maßnahmen bekanntlich im Bereich des Umweltschutzes besonders angewiesen.

Bezieht man diese Erwägungen systematisch auf die Modifizierung derjenigen Selektionsmechanismen des politischen Systems, die eine folgenreiche Frühwarnung behindern, so könnte Öffentlichkeitsbeteiligung vor allem zweierlei bewirken:

Zum einen würde sie zu einer Erweiterung der berücksichtigten Werte, Interessen und politischen Präferenzen führen (ideelle Selektion), zum anderen könnte sie über den Hebel des Unterstützungs- und Legitimationsbedarfs der politischen Akteure Handlungsbereitschaft erzeugen (prozedurale Selektion). In diesem Zusammenhang ist nicht zuletzt von Bedeutung, daß der Handlungsspielraum administrativer Akteure gegenüber den im politischen System oft dominanten gesellschaftlichen Interessen mit dem Hinweis auf Haltung und Forderungen der Öffentlichkeit vergrößert würde (HUCKE/SEIDEL/ZIMMERMANN 1984, S. 219).

Zwar muß zugestanden werden, daß sich der politische Entscheidungsprozeß wie die administrative Steuerung durch Öffentlichkeitsbeteiligung an der Frühwarnung größeren Erwartungen aussetzen und dennoch keine Garantie für eine erfolgreiche gesellschaftliche Konsensbildung über Gefahren und zu treffende Gegenmaßnahmen erhalten (BECHMANN/WINGERT 1981a, S. 324; vgl. a. PASCHEN 1983, S. 364). Ebenso wie die Auflösung der starren Grenzen zwischen Wissenschaft und Politik durch problemorientierte Hybridgemeinschaften als Träger der Frühwarnung enthält auch die Öffnung des politisch-administrativen Systems gegenüber der Öffentlichkeit Risiken. Sie erscheinen jedoch als der Preis, der zwangsläufig zu zahlen ist, wenn die Risiken unterbleibender Frühwarnung bzw. einer inkrementalistischen Bewältigung von Technikfolgen vermieden werden sollen.

## Anmerkungen

- 1 Mit diesem Ziel werden bereits Kataster geplant oder installiert (meist als "Wirkungskataster" bezeichnet). Nach bisherigen Erfahrungen haben sich dabei flächendeckende Kataster wegen ihres hohen Aufwandes, der oft zu geringen Auflösung für ein Frühwarnsystem und der daraus resultierenden "Verschmierung" regional begrenzter Effekte als problematisch erwiesen. Für "punktbezogene Kataster" ist die Kenntnis sensibler Systeme oder hoch belasteter und damit potentiell gefährdeter Gebiete nötig. "Punktbezogene Kataster" sind in jedem Fall als "Sonden" neben flächendeckenden Katastern sinnvoll.
- 2 Jeder "Insider" weiß, wie dicht sich gerade mit dem heutigen Instrumentarium der mathematischen Modelle in Verbindung mit der Computertechnik der Schleier der Undurchschaubarkeit weben läßt. Es entbehrt durchaus nicht der Realität, wenn behauptet wird, daß Unkenntnis, Unfähigkeit und Mittelmaß heute am einfachsten hinter Computerprogrammen zu verbergen sind.
- 3 Das gilt auch für langfristige Prognosen auf anderen Gebieten. So kursiert bissig, aber nicht unzutreffend in einschlägigen Wissenschaftskreisen das Urteil über die Versuche von Prognosen des Energiebedarfs, sie hätten alle eine wichtige Gemeinsamkeit: Es treffe nämlich keine zu.
- 4 Von Prittwitz erklärt die Herausbildung von Umweltpolitik aus "unterschiedlichen Faktorkomplexen", nämlich "dem Stand der Handlungskapazitäten und der Umweltbelastung. Beide Einflußkomplexe sind allerdings von ungleichem Gewicht. Wirksame Umweltpolitik entwickelt sich nur dann, wenn ausreichend große technisch-ökonomische und politisch-institutionelle Handlungskapazitäten vorhanden sind. Fehlen diese, so führen auch die stärksten Umweltbelastungen zu keiner wirkungsvollen Reaktion. Umweltbelastungen, Umweltkrisen oder -katastrophen sind nur mögliche Auslöser oder Verstärker umweltpolitischen Handelns auf der Grundlage ausreichender Handlungskapazität. Ist diese gegeben, so gewinnen im allgemeinen Kalküle zielorientierter Umweltpolitik an Gewicht. Umweltpolitik verstärkt sich daher oft mit anwachsenden Handlungskapazitäten bzw. zunehmender Problembewältigung; sie drückt daher vor allem den Stand der Handlungskapazitäten aus und hat stärker prozyklischen als antizyklischen Charakter" (von PRITTWITZ 1990, S. 114 f.).
- 5 Damit ein Problem Gegenstand des politischen Verarbeitungsprozesses wird, genügt es nicht, daß es bereits öffentliche Aufmerksamkeit auf sich gezogen hat. Viele Probleme werden relativ frühzeitig erkannt - nach den wirksamen "attention rules" des politischen Systems treten "decision rules" in Kraft, die über Art und Weise der letztlich getroffenen Maßnahmen entscheiden (LUHMANN 1970, S. 11).
- 6 Man könnte in diesem Zusammenhang noch darauf hinweisen, daß die Befolgung von Warnungen politisch ein undankbares Geschäft ist. Sie verursacht in jedem Fall hohe Kosten und zahlt sich im Fall eines "erfolgreichen Alarms" (CLAUSEN/DOBROWSKY 1984, S. 302) nicht unbedingt aus, da

sie mit der Beseitigung der Gefahr zugleich den Beweis für die Fundiertheit der Warnung vernichtet. Für das den Politiker interessierende Publikum ist dann professionell korrekte Warnung nicht mehr von einer falschen Prophezeiung zu unterscheiden.