

Monographien

**Risiko-Konzepte  
Risiko-Konflikte  
Risiko-Kommunikation**

Forschungszentrum Jülich GmbH  
Programmgruppe Mensch, Umwelt, Technik

**Risiko-Konzepte  
Risiko-Konflikte  
Risiko-Kommunikation**

Herausgeber  
Helmut Jungermann  
Bernd Rohrmann  
Peter M. Wiedemann

Herausgeber und Vertrieb: Forschungszentrum Jülich GmbH  
ZENTRALBIBLIOTHEK  
Postfach 1913 · D-5170 Jülich  
Telefon (02461) 61-5368 · Telefax (02461) 61-6103

Redaktion: Waltraud Freier-Linder, Hans Ulrich Stegelmann  
Programmgruppe Mensch, Umwelt, Technik  
Postfach 1913 · D-5170 Jülich  
Telefon (02461) 61-5890 · Telefax (02461) 61-2496

Satz: Hans Ulrich Stegelmann, MUT  
(Laserdrucker 3820, ZAM)

Gesamtherstellung: Graphische Betriebe, Forschungszentrum Jülich

Copyright: Forschungszentrum Jülich 1990

Monographien des Forschungszentrums Jülich, Band 3

ISSN 0938-6505

ISBN 3-89336-049-2



## **Vorwort**

Das vorliegende Buch ist in den Jahren 1988-1990 im Rahmen der Programmgruppe "Mensch-Umwelt-Technik" des Forschungszentrums Jülich entstanden. Diese sozialwissenschaftlich orientierte Gruppe hat sich 1988 ein Forschungsprogramm gegeben, dessen wesentliches Ziel die Analyse der Bedingungen, Probleme und Möglichkeiten der Kommunikation über technikbedingte Risiken ist.

Angesichts des vielfältigen Gebrauchs und der oft unklaren Konturen des Risiko-Begriffes in der wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Risiko-Debatte stellte sich die Gruppe die Aufgabe, die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Risiko-Kommunikation in verschiedenen, kontrovers diskutierten Technikbereichen zu untersuchen. Dazu wurden Experten in den Bereichen Gentechnik, Chemie, Kerntechnik, Informations- und Kommunikationstechnik sowie im Bereich Klima beauftragt, das Problem der Risiko-Kommunikation in ihrem jeweiligen Bereich in einer Expertise aufzuarbeiten und zusammenfassend darzustellen. Diese Expertise wurde in der Programmgruppe MUT ausführlich diskutiert und einem systematischen Vergleich unterzogen.

Dieses Buch präsentiert die Ergebnisse; zum einen die fünf Expertisen selbst, zum anderen drei vergleichende Analysen zu Themen, Akteuren und Strategien der Risiko-Kommunikation. Wir hoffen, daß das Buch selbst einen Beitrag zur Verbesserung der wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Kommunikation über Risiken leistet.

Wir danken den Autoren der Expertisen für ihre Geduld und ihre Kooperation sowie Herrn Hans Ulrich Stegelmann und Frau Waltraud Freier-Linder für die Bearbeitung des Manuskripts.

Jülich, im November 1990

Helmut Jungermann  
Bernd Rohrmann  
Peter M. Wiedemann

## **Inhalt**

<b>Das Forschungsgebiet "Risiko-Kommunikation"</b>	1
Peter M. Wiedemann, Bernd Rohrmann, Helmut Jungermann	
<b>Risiko-Kommunikation: Gentechnologie</b>	11
Wolfgang van den Daele	
<b>Risiko-Kommunikation: Kernenergie</b>	59
Hans Peter Peters	
<b>Risiko-Kommunikation: Chemie</b>	149
Hans Joachim Uth	
<b>Risiko-Kommunikation: Informations- und Kommunikationstechnologien</b>	209
Leo Hennen	
<b>Risiko-Kommunikation: Anthropogen induzierte Klimaveränderungen</b>	259
Peter Frankenberg	
<b>Inhalte und Konzepte der Risiko-Kommunikation</b>	309
Helmut Jungermann	
<b>Akteure der Risiko-Kommunikation</b>	329
Bernd Rohrmann	
<b>Strategien der Risiko-Kommunikation und Ihre Probleme</b>	345
Peter M. Wiedemann	
<b>Adressenliste der Autoren</b>	369
<b>Das MUT-Forschungsprogramm</b>	371
<b>MUT-Arbeiten zur Risiko-Kommunikation</b>	373

# **Das Forschungsgebiet "Risiko-Kommunikation"**

*Peter M. Wiedemann (Forschungszentrum Jülich)*

*Bernd Rohrmann (Universität Mannheim)*

*Helmut Jungermann (Technische Universität Berlin)*

---

<b>1. Technik und Risiko als Konfliktfeld</b>	<b>1</b>
<b>2. Die Risikoformel als Problemfeld</b>	<b>2</b>
<b>3. Kommunikation über Risiken als Forschungsfeld</b>	<b>5</b>
<b>4. Analyse und Vergleich der Risiko-Kommunikation in verschiedenen Technikbereichen</b>	<b>6</b>
<b>Literatur</b>	<b>8</b>

---

## **1. Technik und Risiko als Konfliktfeld**

Der Begriff "Risiko" ist in den letzten Jahren zum Symbolbegriff der Krise im Verhältnis der Gesellschaft zu Wissenschaft und Technik geworden. Es geht dabei in erster Linie um gesundheitliche, ökologische und wirtschaftliche Risiken, aber auch um Gefahren für die psychosoziale Situation des Individuums und für die politische Verfassung der Gesellschaft. Beispielhaft seien die Diskussionen um Kraftwerke, Chemikalien, neue Medien, Datenschutz und Gentechnik genannt.

Man kann dies als Reaktion auf eine Zunahme realer Risiken in der Industriegesellschaft interpretieren, wie es z.B. BECK (1987) getan hat. Danach hat die Erzeugung und Verteilung von Risiken hochentwickelter Produktivkräfte eine neue, dominante Bedeutung gewonnen. Das Bewußtsein für Risiken ist entsprechend gestiegen. Angesichts der neuen Qualität der Risiken (z.B. Nicht-Wahrnehmbarkeit von Strahlung, Langfristigkeit von Folgen, Unmöglichkeit experimenteller Überprüfung von Großsystemen, Schwierigkeit von Wahrscheinlichkeitsaussagen) wird gleichzeitig die Auseinandersetzung über Risiken immer schwieriger und heftiger.

Man kann das gestiegerte Risiko-Bewußtsein auch mit LUHMANN (1990) als das Ergebnis einer technologischen Entwicklung sehen, in der quasi natürliche Gefahren zunehmend in Risiken dadurch transformiert werden, daß Entscheidungsmöglichkeiten und speziell Gefahrenabwehrmöglichkeiten geschaffen werden, die vorher nicht gegeben waren. Danach könnte das Risiko-Bewußtsein also steigen, auch wenn die technologische Entwicklung selbst relativ ungefährlich wäre oder sogar die reale Gefährdung verringerte.

Man kann die Risiko-Diskussion schließlich auch im Sinne von DOUGLAS & WILDAVSKY (1982) als ein Moment der Veränderung einer politischen Kultur interpretieren, die notwendige Vertrauensvorgaben und Verhaltenssicherheiten nicht mehr gewährleisten kann. An den Ängsten, die in einer Gesellschaft zirkulieren, ist nach ihrer Auffassung erkennbar, auf welchen Werten sie beruht. Diese Werte lenken ab von den Gefahren etwa des Zusammenbruchs der Weltwirtschaft, des Krieges, des Zigarettenrauchens oder der Röntgenstrahlen und betonen Gefahren wie die der Umweltverschmutzung, der Strahlenverseuchung oder des Profitstrebens. Nicht jede Gefahr wird zum Anlaß eines Streites, sondern jene Gefahren werden herausgehoben, aus denen sich eine Moral des Risikos gewinnen läßt, d.h. für die sich Schuldige finden lassen.

Ob sich nun die Risiken selbst verschärft haben, ob sich (nur) unser Blick für Risiken geschärft hat, oder ob beides - teils unabhängig, teils abhängig voneinander - geschehen ist: Beobachtbar ist jedenfalls in den wesentlichen Industriestaaten eine sich um die technik-bedingten Risiken drehende, heftige und breite Auseinandersetzung. Ihre Konturen sind längst unscharf geworden. War es zu Beginn der siebziger Jahre beim "Pfadfinder Kernenergie" noch vergleichsweise einfach ein Streit zwischen wissenschaftlich-technischen Experten und politisch motivierten Bewegungen über die Sicherheit bzw. Unsicherheit von Kernkraftwerken, so haben sich inzwischen Konflikte zwischen unterschiedlichsten Gruppen über unterschiedlichste Aspekte in unterschiedlichsten Technikfeldern entwickelt. Was die Bewertung der hier angesprochenen (Groß-)Technologien so schwierig macht, ist deren Komplexität, Dynamik, Intransparent und Reichweite. Ebenso besteht über Wertmaßstäbe, über Verfahrensweisen und über die angemessenen gesellschaftlichen Institutionen der Technikbewertung vielfach Dissens.

Auch die Situation in der Bundesrepublik Deutschland zeigt, daß keine Technikentwicklung oder Entscheidung über den Einsatz einer Technologie in einer pluralistischen und demokratischen Gesellschaft ohne ausführliche Diskussion der Vor- und Nachteile, ohne systematische Abwägung der Chancen und Risiken mehr auskommt.

## **2. Die Risikoformel als Problemfeld**

Eine zentrale Rolle in den Auseinandersetzungen um die Technik spielt der Begriff "Risiko" selbst. Ganz allgemein ist mit "Risiko" die Möglichkeit eines Schadens oder Verlustes gemeint, der mehr oder minder wahrscheinlich und unterschiedlich bedeutsam sein kann. Allerdings herrschen ganz unterschiedliche Auffassungen darüber, welche Risiken akzeptabel bzw. zumutbar sind und welche nicht.

Oft sind es gerade nicht diejenigen Risiken, vor denen sich Leute am meisten fürchten, die aus der Sicht von Experten die größten sind. Unter diesen Bedingungen ist es schwierig, Politik am Ziel der kollektiven Daseinsvorsorge zu orientieren. Jede politische Entscheidung wird umstritten sein, denn sie berührt Sicherheitsbedürfnisse der Bürger, Forschungsinteressen von Wissenschaftlern, ökonomische Interessen bis hin zu Fragen der wirtschaftlichen, sozialen und politischen Entwicklung der Gesellschaft. Sicherheits- und Vorsorgemaßnahmen auf dem einen Gebiet legen Mittel fest,

die auf anderen Gebieten dann nicht mehr zur Verfügung stehen. Sollen diese Ressourcen dort eingesetzt werden, wo nach dem Urteil der Experten die größten Gefahren für Gesundheit und Umweltschutz bestehen, oder sollten vorrangig Probleme in Angriff genommen werden, die in der breiten Öffentlichkeit die größten Besorgnisse hervorrufen?

Die dabei geführten Diskussionen über technik-bedingte Risiken sind meist für alle Beteiligten unbefriedigend; sie lösen oft rationale Irritation und emotionale Erregung aus. Dies gilt nicht nur für das schon "klassische" Thema Kernenergie, sondern auch - je nach Aktualität - für Themen wie Psychopharmaka, Computer am Arbeitsplatz, Retortenbabys, Müllverbrennung, Lagerung toxischer Chemikalien oder Waldsterben. Ein Hauptgrund für die Schwierigkeiten ist wohl darin zu sehen, daß die Beteiligten je nach Wissen und Wertvorstellungen beim gleichen Gegenstand über unterschiedliche Dinge - und das heißt aneinander vorbei - reden.

Es hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, daß verschiedene gesellschaftliche Gruppen dem Begriff 'Risiko' ganz unterschiedliche Bedeutung geben (siehe z.B. EDWARDS & v. WINTERFELDT, 1987; JUNGERMANN & SLOVIC, 1990). Zusätzlich zu den basalen Komponenten, Ausmaß und Wahrscheinlichkeit von Schäden fließt z.B. in die Risikobewertung ein, inwieweit die Gefahrenquelle bekannt und verstehbar ist oder aber Ungewißheit und Angst auslöst, ob das Risiko freiwillig übernommen wurde und beeinflußbar erscheint oder nicht, welches Katastrophenpotential ein Schadensfall hat, welche ökologischen Folgen gegenwärtig oder zukünftig zu besorgen sind und schließlich, ob Nutzen und Risiken 'gerecht' verteilt sind und wie sie gegeneinander aufgewogen werden.

Entsprechend lassen sich ein "intuitives" (eher qualitatives) Risiko-Konzept des Laien und ein analytisches (eher quantitatives) Risiko-Konzept des Technikers kontrastieren; darüber hinaus werden auch bei verschiedenen Technologien unterschiedliche Risiko-Begriffe verwendet (z.B. Risiko des Unfalls in einem Kraftwerk vs. Risiko einer sozialen Wissenskluft durch die neuen Informationstechniken); und sogar innerhalb einer einzelnen Technologie - nämlich der Nukleartechnologie - hat sich der Risikobegriff innerhalb von 15 Jahren erheblich gewandelt (vgl. KOLLERT 1990). Ganz sicher wird das probabilistische Risikokonzept (wie es vorrangig in den Naturwissenschaften und der Versicherungsmathematik entstand) der komplexen Risikodebatte nicht gerecht.

Aus all dem dürfte deutlich geworden sein, daß nicht nur die Kontrolle und Beherrschung technologiebedingter Risiken ein Problem ist, sondern auch die Kommunikation über gesundheitliche, ökologische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Risiken. Die Beispiele dafür sind zahlreich:

- Wie sind die Anwohner eines Chemiebetriebes über das Verhalten bei Stör- und Katastrophenfällen zu informieren? Wann und in welcher Form sollte informiert werden? Wie können Panik einerseits und Sorglosigkeit andererseits vermieden werden?

- Wie ist auf Befürchtungen und Kritik von Anliegern einer geplanten Müllverbrennungsanlage einzugehen? Welche Informationen sollten zugänglich gemacht werden?
- Wie können die Risiken erklärt werden, die von zivilisatorischer oder natürlicher Radioaktivität ausgehen, insbesondere Konsequenzen mit extrem geringeren Wahrscheinlichkeiten?
- Wie können Gefahren verdeutlicht werden, ohne daß die Bevölkerung zusätzlich verunsichert wird? Welchen Stellenwert sollten Bevölkerungsmeinungen bei der Entscheidung über den Bau einer solchen Anlage haben?
- Welche Möglichkeiten gibt es, um die Bevölkerung zu einem verantwortungsbewußten Umgang mit Wasser, Energie und Abfall zu bringen? Welche Kommunikationsprogramme sind unter welchen regionalen Bedingungen bei welchen Teilen der Bevölkerung erfolgreich?
- Wie kann die Öffentlichkeit bei Entscheidungen über den Bau einer gentechnischen Anlage beteiligt werden? Sind solche Beteiligungen der Öffentlichkeit immer machbar? Wie können dabei Konflikte zwischen verschiedenen Interessengruppen gelöst werden?
- Wie können die Gefahren, die mit Klimaveränderungen verbunden sind und die dafür verantwortlichen Ursachen deutlich gemacht werden? Wie läßt sich hierfür das Problembewußtsein erweitern und das Verständnis der komplexen Zusammenhänge fördern?

Diese Fragen verweisen zugleich auf unterschiedliche Beteiligte solcher Kommunikationsaufgaben: auf Verursacher, Exponierte, Experten, die Interessierte Öffentlichkeit, die Verwaltung sowie die Medien und die Politik.

Zwischen all diesen "Akteuren" wird über Technologien und deren Chancen und Risiken kommuniziert, wenn auch teils nur indirekt über die Medien vermittelt. Zugeleich bestehen beträchtliche Kommunikationsprobleme, und zwar nicht nur zwischen Experten auf der einen Seite und der Öffentlichkeit auf der anderen Seite, sondern auch innerhalb der verschiedenen Akteursgruppen, so etwa zwischen Experten unterschiedlicher wissenschaftlicher Disziplinen. Ebenso gibt es Probleme und Konflikte zwischen verschiedenen administrativen Institutionen. Beispiele dafür sind die Diskussion um das Gefahrenpotential von Dioxinemissionen aus Müllverbrennungsanlagen, das Toxikologen anders bewerten als Chemiker, oder die Grenzwertsetzung für Strahlungsgefahren (hier sei an die Konfusion der Behörden nach der Chernobyl-Katastrophe erinnert).

Die angedeuteten Konflikte (siehe dazu ausführlicher Kap. 8 in diesem Band) sind deswegen bedeutsam, weil es schließlich darum geht, durch Informationsaustausch zwischen Beteiligten bzw. Betroffenen, Experten und den politischen Entscheidungsträgern zur Lösung von Konflikten, zumindest aber zu einem kooperativen Umgang mit Entscheidungen über Risiken zu kommen.

### **3. Kommunikation über Risiken als Forschungsfeld**

Die sozialwissenschaftliche Analyse der Bedingungen und Schwierigkeiten und Verbesserungsmöglichkeiten der Kommunikation über Risiken bildet ein eigenes Forschungsfeld, für das sich die Bezeichnung Risiko-Kommunikation durchgesetzt hat.

Risiko-Kommunikation betrifft dabei alle Kommunikationsprozesse, die sich auf die Identifizierung, Analyse, Bewertung sowie das Management von Risiken und die dafür notwendigen Interaktionen zwischen den Beteiligten beziehen.

Dieses Forschungsgebiet - die Menge der theoretischen, empirischen und praktischen Fragen - lässt sich als dreidimensionale Problemstruktur verstehen; die angesprochenen Problemstellungen beziehen sich

- auf verschiedene Risikothemen, z.B. psychologische, soziologische, ökologische oder ethische Fragen;
- auf verschiedene Technikbereiche, z.B. Energietechnik, Gentechnologie oder I&K-Technik, sowie
- auf verschiedene Akteure der Kommunikation, z.B. Wissenschaftler, Bürger, Journalisten.

Im einzelnen lassen sich folgende Zielsetzungen unterscheiden (COVELLO et al. 1986, PLOUGH & KRIMSKY 1987):

- Die Analyse des Risiko-Verständnisses sowie der Risiko-Bewertungen von unterschiedlichen Interessengruppen;
- eine verbesserte Vermittlung und Erklärung von Risiko-Informationen;
- die Entwicklung von geeigneten Maßnahmen zur Information der Öffentlichkeit in Krisen- und Katastrophenfällen;
- die Entwicklung von Maßnahmen zur Veränderung von risikobezogenen Verhaltensweisen sowie
- die Konzeption von Konfliktlösungsansätzen bei Auseinandersetzungen über technikbedingte Risiken und verbesserte Partizipation der Betroffenen.

Untersuchungen zur Risiko-Kommunikation sind in den letzten Jahren vor allem in den USA, aber auch in den EG-Staaten durchgeführt worden. Veröffentlichungen wie das Sonderheft der Zeitschrift 'Science, Technology, Human Values' über Risiko-Kommunikation (1987), die Proceedings verschiedener Tagungen/Workshops (u.a. COVELLO et al. 1989, JUNGERMANN et al. 1988, LEISS 1989) sowie die Publikation des NATIONAL RESEARCH COUNCIL der USA (1989) bezeugen das rasch gewachsene Interesse und die regen Forschungsaktivitäten (O'RIORDAN et al. 1989).

Speziell in den USA spielt dabei die Gesetzgebung zu Emergency Planning und Community "Right to know" eine wichtige Rolle. Danach sind Firmen, die als besonders gefährlich eingestufte Chemikalien herstellen, verarbeiten oder lagern, ver-

pflichtet, staatliche und lokale Sicherheitsbehörden mit Informationen über Art und Menge der Chemikalien sowie über chemische Abfälle und etwaige Unfälle zu unterrichten. Diese Informationen sind auch der Öffentlichkeit zugänglich; außerdem haben Anwohner das Recht, diese Informationen von unabhängigen Institutionen überprüfen zu lassen.

In den EG-Staaten hat die 1982 verabschiedete Seveso-Direktive (eine Rahmenrichtlinie) einen ähnlichen Einfluß gehabt. Sie legt u.a. fest, ob die Anwohner von gefährlichen Chemieanlagen, die von Unfällen betroffen sein können, über Sicherheitsvorkehrungen und über das Verhalten bei Unfällen zu informieren sind. In den Niederlanden, in Frankreich, Italien und Großbritannien führte dies zu empirischen Studien über geeignete Verfahrensweisen der Notfall-Information.

Zumindest konzeptionell wird aber auch in der Bundesrepublik Deutschland die Bedeutung der Risiko-Kommunikation zunehmend hervorgehoben. So weist das Gutachten des Rates von Sachverständigen zu Umweltfragen darauf hin, wie wichtig die gesellschaftliche Auseinandersetzung mit den Risiken und Chancen neuer Technologien ist (DIERKES und FIETKAU 1987). Auch in dem 1990 vorgelegten Sondergutachten "Altlasten" des Rates wird dieser Standpunkt betont: "Nach Auffassung des Rates handelt es sich bei dem gesamten Problembereich der Altlasten um gesellschaftliche Lasten, Entscheidungen und Risiken, die nur in öffentlichen, das heißt politisch organisierten Prozessen bewältigt werden können. Die Aufgabe von Wissenschaftlern besteht darin, durch Information und Aufklärung, insbesondere durch die Erarbeitung von Bewertungskriterien und ihre Erläuterung, den allgemeinen politischen Willensbildungsprozeß zu unterstützen und zu fördern". (Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, 1990, 222)

Um praktische Verbesserungen der Risiko-Kommunikation zu ermöglichen, sind sowohl Arbeiten zur Konzeption von Kommunikation über Risiken, empirische Untersuchungen von Technikkonflikten und Risikodebatten als auch die praktische Anwendung und Überprüfung von Verfahren zur Verbesserung der Risiko-Kommunikation erforderlich. Zugleich ist ein interdisziplinärer Ansatz notwendig, in dem Erkenntnisse aus sozialwissenschaftlichen und technischen Disziplinen zusammengeführt werden.

#### **4. Analyse und Vergleich der Risiko-Kommunikation in verschiedenen Technikbereichen**

Die sozialwissenschaftliche Beschäftigung mit dem Risiko leidet - zumindest in der Bundesrepublik Deutschland - unter zwei Problemen.

Zum einen ist die Auseinandersetzung sehr allgemein, wenn nicht sogar pauschal: zu schnell kommt man auf Grundsätzliches; z.B. BECK (1986), der technische Risiken zu der gesellschaftsprägenden Kraft stilisiert und von der Risikogesellschaft spricht, ohne einmal klar zu definieren, was er denn mit dem Begriff "Risiko" meint. VLEK und STALLEN (1980) zeigen dagegen, daß schon in der fachwissenschaftlichen Diskussion

um technische Risiken ganz verschiedene Konzepte eine Rolle spielen. Eine systematische Untersuchung, welche Risiko-Themen in den unterschiedlichen Technikfeldern erörtert werden und mit welchen Risikokonzepten dabei gearbeitet wird, ist unserer Auffassung nach deshalb von besonderer Wichtigkeit.

Zum anderen findet sich in der fachwissenschaftlichen Diskussion eine Fixierung auf die Gegenüberstellung von "subjektiven" und "objektiven" Risiken, d.h. auf die Abweichungen von Laien- und Expertenbeurteilungen. Dabei wurde lange Zeit unterstellt, daß Laienbeurteilungen irrational, weil subjektiv sind. Gegenwärtig scheint sich eher eine entgegengesetzte Bewertung durchzusetzen: Expertenurteile werden entwertet (BECK 1986), als "verzerrt" und weniger rational beurteilt und den Laien zuweilen eine höhere, weil "ganzheitliche" Rationalität attestiert.

Konflikte über Risiken existieren aber nicht nur zwischen Laien und Experten; sie sind auch für die Beziehungen zwischen anderen Akteuren bestimmd: so für Experten und Gegenexperten, für Epidemiologen und Ingenieurwissenschaftler, für Politik und Verwaltung, Wissenschaft und Verwaltung sowie für Unternehmungen und Politik.

Zur Klärung dieser beiden, hier nur kurz skizzierten Probleme ist es sinnvoll, die Analyseperspektive zu erweitern. Zum einen ist die Risiko-Kommunikation in unterschiedlichen Technikfeldern zu untersuchen und zum anderen sind die spezifischen Problemsichten und Lösungsstrategien der verschiedenen Akteure zu erfassen. Es gilt also, die "Eiswüste der Abstraktion" zu verlassen und Risiko-Konflikte im Detail zu untersuchen.

Erst derart empirisch begründete Analysen bieten eine Chance, Wege und Möglichkeiten aufzuweisen, wie die Kommunikation über technische Risiken erleichtert werden kann: welche Konsenschancen bestehen, ob Konflikte über den Umgang mit Technologien begrenzt werden können und welche Verfahren sich anbieten, Entscheidungen über Risiken demokratisch zu gestalten.

Für eine vergleichende Analyse sind vor allem solche Technikfelder interessant, die im Zentrum gesellschaftlicher Kontroversen stehen, die bedeutsam für die technische, wirtschaftliche, soziale und ökologische Zukunft sind und in denen eine exemplarische Analyse verallgemeinerbare Einsichten versprechen.

Dazu gehören die Energietechnik, insbesondere die Kernenergie, die Informations- und Kommunikationstechnologien, die Bio- und Gentechnik sowie die chemische Industrie. Ein weiteres, stärker globales und zukunftsbezogenes Problemfeld der Risiko-Kommunikation sind die Klimagefahren.

Vergleichende Analysen zur Risiko-Kommunikation in diesen Bereichen sind in Deutschland (unserem Wissensstand nach auch in den anderen EG-Ländern sowie in den USA) nicht vorhanden. Deshalb hat die Programmgruppe Mensch-Umwelt-Technik in Kooperation mit weiteren Wissenschaftlern den derzeitigen Wissensstand aufgearbeitet. Für diese Analyse wurde ein Leitfaden entwickelt, der die folgenden Fragestellungen umfaßt:

- Welche Risiken werden (im betrachteten Technikfeld) gesehen und diskutiert?

- Wie wird der Begriff "Risiko" dort benutzt, welche Interpretationen erfährt er?
- Über welche Risiken und auf welcher inhaltlichen Ebene gibt es wesentliche Auffassungsunterschiede?
- Zwischen welchen Gruppierungen bestehen Konflikte und welche Rolle spielen die verschiedenen Akteure?
- Worauf lassen sich gegebene Kontroversen vorrangig zurückführen?
- Gibt es Ansätze zur Thematisierung von Risiko-Kommunikation und Versuche zu ihrer Verbesserung?
- Weist die Diskussion in der Bundesrepublik Besonderheiten gegenüber der internationalen Diskussion auf?
- Erscheint eine sozialwissenschaftlich orientierte, aber interdisziplinäre Forschung zu Problemen der Risiko-Kommunikation im betrachteten Technikfeld sinnvoll?
- Welche Themen bzw. Probleme bedürften besonderer Beachtung?
- Bei welchen Institutionen könnte Bedarf und Interesse an entsprechenden Erkenntnissen bestehen?

Es ist so möglich, einen übergreifenden Bezugsrahmen zu entwickeln, in dem sowohl die Spezifika als auch die Gemeinsamkeiten der Risiko-Kommunikation in den verschiedenen Technikfeldern genauer bestimmt werden können.

Nachstehend werden zunächst die fünf verschiedenen Technikfeldern abgehandelt. Van den DAELE berichtet im Kapitel 2 über das Problemfeld Gentechnologie. Im Kapitel 3 wird von PETERS die Risiko-Kommunikation im Bereich der Kernenergie dargestellt. UTH befaßt sich im Kapitel 4 mit der Kommunikation über Chemierisiken. Im 5. Kapitel analysiert HENNEN die Risiko-Kommunikation im Bereich der I&K-Technologien. Kapitel 6 von FRANKENBERG schließlich gilt den Risiken, die von Klimaveränderungen ausgehen.

Danach folgen drei komparative Analysen. JUNGERMANN arbeitet die zentralen Themen und Konflikte der Risiko-Kommunikation in den verschiedenen Technik- und Problemfeldern heraus; ROHRMANN beschreibt die Rolle der verschiedenen Akteure; WIEDEMANN erörtert deren Strategien und verdeutlicht dabei die zentralen Probleme der Risiko-Kommunikation.

## Literatur

BECK, U. (1986): Die Zivilisation des Risikos. In: Psychologie heute, 13, 34-37.

BECK, U. (1987): Risikogesellschaft - Auf dem Weg in eine andere Moderne. Frankfurt: Suhrkamp.

- COVELLO, V.T., VON WINTERFELDT, D. & SLOVIC, P. (1986): Risk communication - A review of the literature. In: Risk Abstracts, 3, 171-182.
- COVELLO, V.T., McCALLUM, D.B. and PAVLOVA, M.T. (Eds.) (1989): Effective risk communication. New York: Plenum Press.
- DIERKES, M. and FIETKAU, H.J. (1987): Umweltverhalten. Gutachten für den Rat für Umweltfragen. Berlin: Wissenschaftszentrum für Sozialforschung.
- DOUGLAS, M. & WILDAVSKY, A. (1982): Risk and Culture: An essay on the selection of technical and environmental dangers. Berkeley, California: University of California Press.
- EDWARDS, W. & VON WINTERFELDT, D. (1987): Public values in risk debates. In: Risk Analysis, 7, 141-158.
- JUNGERMANN, H., KASPERSON, R.E., WIEDEMANN, P.M. (Eds.) (1988): Risk Communication. Kernforschungsanlage Jülich GmbH.
- JUNGERMANN, H. & SLOVIC, P. (1991): Die Psychologie der Kognition und Evaluation von Risiko. In: G. Bechmann (Hg.), Risiko und Gesellschaft. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- KOLLERT, R. (1991): 0,01 Strahlentote im Jahr - zum Risikobegriff der nuklearen Risikostudien. In: G. Bechmann (Hg.): Risiko und Gesellschaft. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- KRIMSKY, S. & PLOUGH, A. (1988): Environmental Hazards: Communicating risks as a social process. Auburn House Publishing Company. Dover: Massachusetts.
- LEISS, W. (Ed.) (1989): Prospects and problems in risk communication. Waterloo, Ontario: University of Waterloo Press.
- LUHMANN, N. (1991): Die Moral des Risikos und das Risiko der Moral. In: G. Bechmann (Hg.): Technik und Gesellschaft. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1989): Improving risk communication. Washington: National Academy Press.
- O'RIORDAN, T., JUNGERMANN, H., KASPERSON, R. und WIEDEMANN, P.M. (1989): Themes and task of risk communication: Report of an International Conference held at KFA Jülich. Risk Analysis, 9, 513-518.
- OTWAY, H. & AMENDOLA, A. (1988): Major hazard Information policy in the European Community: Implication for risk analysis. Risk Analysis, 9, 505-512.
- PLOUGH, A. & KRIMSKY, S. (1987): The emergence of risk communication studies - social and political context. In: Science, Technology, and Human Values, 12, 4-10.
- Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1990): Altlasten. Sondergutachten. Stuttgart: Metzler-Poeschel.
- VLEK, Ch., STALLEN, P. (1980): Rational and personal aspects of risk. Acta Psychologica, 45, 273-300.
- Zeitschrift "Science, Technology, Human, Values", Volume 12, Issue 3 and 4, 1987.



# Risiko-Kommunikation: Gentechnologie

Wolfgang van den Daele (Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung)

---

<b>1. Hintergrundprobleme: Die Überlastung der Risikothematik</b>	<b>11</b>
1.1 Widerstände gegen neue Technik und Risikothematik	11
1.2 Kulturelle Spannungen: Kontingenzerhöhung vs. Fundamentalisierung	14
1.3 Die Grenzen der semantischen Flexibilität von 'Risiko' und die Grenzen regulativer Politik zur Kontrolle von Risiken	19
<b>2. Beantwortung der Fragen</b>	<b>25</b>
2.1 Wird der Begriff des Risikos im Bereich der Gentechnologie benutzt, und welche Definition oder Interpretation erfährt er?	25
2.2 Welche Risiken werden im Bereich der Gentechnologie gesehen und untersucht?	27
2.3 Gibt es Meinungsunterschiede über die Risiken der Gentechnologie?	33
2.4 Frage: Zwischen welchen Gruppierungen gibt es Konflikte und welche Rolle spielen verschiedene Akteure?	37
2.5 Worauf lassen sich die Kontroversen über die Risiken der Gentechnologie zurückführen?	40
2.6 Gibt es Ansätze zur Thematisierung und Verbesserung der Risikokommunikation?	43
2.7 Welche Besonderheiten weist die Diskussion um die Risiken der Gentechnologie in der BRD gegenüber der Internationalen Diskussion auf?	50
2.8 Welche Themen sollte sich eine sozialwissenschaftlich orientierte Interdisziplinäre Forschung über die Auseinandersetzung um Risiken der Gentechnologie stellen?	52
Anmerkungen	54
Literatur	55

---

## 1. Hintergrundprobleme: Die Überlastung der Risikothematik

### 1.1 Widerstände gegen neue Technik und Risikothematik

Die Auseinandersetzung um die Risiken der Gentechnologie ist das jüngste Glied einer Kette gesellschaftlicher Auseinandersetzungen um moderne Technik, die seit gut zwei Jahrzehnten mit zunehmender Intensität die politische Diskussion bestimmen. Die Tatsache, daß diese Auseinandersetzungen politisch die Form von Risikokritik hatten, hat auch analytisch und theoretisch das 'Risiko' zentral für die Interpretation des Widerstandes gegen Technik gemacht. So kennzeichnet etwa BECK 1986 die gegenwärtige Gesellschaft als 'Risikogesellschaft', weil die Abwehr globaler,

klassenübergreifender Gefährdungen der menschlichen Existenz zum zentralen Strukturproblem geworden sei. EVER/SNOWOTNY 1987 sehen das Schlüsselproblem der gegenwärtigen gesellschaftlichen Entwicklung im Umgang mit Unsicherheit, die (u.a.) durch den Verlust des Hintergrundvertrauens in die Nützlichkeit der offenbar unaufhaltsamen technischen Dynamik erzeugt wird. Diese Diagnosen sind zutreffend, aber unvollständig. Zweifellos wachsen sowohl die objektiven Gefährdungen durch die Resultate der wissenschaftlich-technischen Zivilisation, wie auch die Sensibilität der Bevölkerung für diese Gefährdungen. Es trifft auch zu, daß der technische Fortschrittoptimismus früherer Epochen seit langem einer tiefen und stabilen Ambivalenz gegenüber der Technik gewichen ist, die jede Nutzenerwartung mit der Befürchtung unabsehbarer Gefahren verknüpft (1) Die wachsende Kritik an den Risiken der Technik spiegelt jedoch Widerstände, die über die Abwehr von Gefahren hinausreichen.

Die Kritik an der Technik spiegelt, wie am Beispiel der Antikernkraftbewegung gezeigt worden ist (KITSCHELT 1984), zum einen grundsätzliche Vorbehalte gegen Wertorientierungen, die in unserer Gesellschaft technische Modernisierung kulturell begünstigen, etwa der Utilitarismus, der Pragmatismus oder der 'Instrumental activism' des typischen Geschäftsmannes (PARSONS 1968, 411ff.). Die Kritik spiegelt zum anderen klassischen Themen politischer Konflikte, wie die Ungleichheit der Machtverteilung, mangelnde Mitbestimmung der Betroffenen, die Irrationalität von lediglich an Maßstäben der Kapitalverwertung orientierten Prozessen der Ressourcenverwendung und den Streit um die Ziele wünschenswerter gesellschaftlicher Entwicklung. Vor allem aber ist der Widerstand gegen neue Technik ein Protest gegen die Überwältigung durch Innovationsprozesse, die irgendwo in der Gesellschaft inszeniert werden und dann die natürlichen und sozialen Lebensbedingungen umwälzen, ohne daß man eine Steuerung oder Kontrolle erkennen kann, geschweige die Betroffenen über das, was ihnen geschieht, irgendwie mitentscheiden könnten. Technikkritik ist zugleich Forderung nach politischer Handlungsfähigkeit gegenüber technischer Dynamik - eine Forderung, die sich etwa auch in Klaus von DOHNANYIs Bekennnis niederschlägt, daß die Politik bisher der modernen Gentechnologie, der künstlichen Intelligenz oder der Neurobiologie nur mit Steuerungsinstrumenten, die einem Postkutschenzeitalter entsprechen, entgegentreten könne.

Die Einwände gegen die Gentechnologie richten sich mit ähnlicher Bandbreite wie bei der Kernenergie ebenfalls nicht nur gegen manifeste Sicherheitsprobleme, sondern auch gegen die ethische Zulässigkeit der Technik überhaupt, gegen ihren drohenden Mißbrauch und gegen soziale, politische und kulturelle Fehlentwicklungen, die mit ihrer Hilfe eingeleitet werden könnten (s. im einzelnen unten zu Frage 2.2). Und wie im Fall der Kernenergie besteht die Tendenz, die unterschiedlichen Motive und Ansprüche der Kritik möglichst vollständig in der Risikothematik unterzubringen.

Für diese Tendenz sind eine Reihe von Gründen verantwortlich

- Risikoargumente haben besonderen politischen 'appeal'-Sie sind in hohem Maße konsensfähig. Sicherheit ist ein anerkannter Grundwert (ZAPF 1987) und der Forderung nach bessarem Schutz vor den Gefahren einer Technik kann man ernsthaft nicht widersprechen.

- Ansprüche auf Sicherheit schlagen in der Güterabwägung gegenüber konkurrierenden Ansprüchen auf die Einführung oder Nutzung neuer Technik durch. Die moderne differenzierte Industriegesellschaft sichert die Möglichkeiten innovatorischen Handelns, einschließlich der Möglichkeit, von gegebenen technischen Optionen auch Gebrauch zu machen, durch die Gewährung individueller Freiheitsrechte (Gewerbe- und Berufsfreiheit, Forschungsfreiheit, Recht auf Gesundheit, Selbstbestimmung) auf der Ebene der Verfassung wertmäßig ab. Diese Garantien stehen jedoch unter dem Vorbehalt, daß von der Nutzung der Rechte keine Gefahren für andere in der Verfassung ebenfalls geschützte Rechtsgüter ausgehen dürfen.
- Gefahrenabwehr und Gefahrenvorsorge sind etablierte und unbestritten legitime Ziele staatlicher Politik, die auch weitreichende Eingriffe in individuelle Rechte und Interessen rechtfertigen.
- Unter dem Gesichtspunkt eines "Grundrechts auf Sicherheit" (ISENSEE 1983) haben Betroffene einen Anspruch auf staatlichen Schutz vor Gefahren, den sie notfalls auch gegen abweichende parlamentarische Mehrheitsentscheidungen vor dem Verfassungsgericht einklagen können.
- Risikodefinitionen sind keine festen vorgegebenen Größen. Sie sind in der Gesellschaft ausgehandelte kulturelle Tatbestände. Was als relevante Unsicherheit, als Gefahr oder Schaden gilt, hängt von selektiven Wahrnehmungen und Sensibilitäten ab und kann durch Aufklärung und Protest verschoben werden (DOUGLAS/ WILDAVSKY 1982).

Diese Gründe erklären, warum Widerstände gegen neue Technik, auch die oft fundamentalen Einwände sozialer Bewegungen, vorzugsweise als Risikokritik politisch operationalisiert werden. Sie erklären auch, warum die Auseinandersetzung über Risiken immer zugleich als Auseinandersetzung über die Semantik des Risikobegriffs geführt wird. Im Ergebnis wird diese Strategie aber immer nur teilweise Erfolg haben. Risikodefinitionen lassen sich nicht beliebig verschlieben. In den Definitionen, die sich schließlich durchsetzen lassen, sind die unterschiedlichen Einwände gegen die Technik und die daran geknüpften Politikansprüche nur unvollkommen abgedeckt. Diese Situation stellt die Risiko-Kommunikation vor eine letztlich unlösbare Problematik: Sie ist mit Widerständen gegen die Technik konfrontiert, die in den definierten Risikoproblemen nicht auftauchen, aber als Motive wirksam bleiben. Jede noch so zweifelsfreie Verbesserung der Risiko-Kommunikation, also auch eine einwandfreie Regelung, kann allenfalls die definierten Probleme lösen, nicht die Motive für den Widerstand gegen die Technik aufheben.

Im folgenden sollen zwei Aspekte dieser Problematik näher erläutert werden: Zunächst wird das Auftreten ethisch begründeter Fundamentalkritik an der Gentechnologie zum Thema gemacht. Diese Kritik ist eines jener überschießenden Motive für den Widerstand gegen die Technik, die die Risikothematik überlagern, ohne durch sie abgedeckt zu sein. (1.2) Danach werden die Grenzen der Verschiebbarkeit von Risikodefinitionen und die Grenzen regulativer Politik zur Kontrolle von Risiken diskutiert. (1.3)

## **1.2 Kulturelle Spannungen: Kontingenzerhöhung vs. Fundamentalisierung**

Die Entwicklung der Gentechnologie ist begleitet gewesen von fundamentalen ethischen Einwänden gegen die Zulässigkeit einer solchen Technik überhaupt. Den Wissenschaftlern wurde Hybris und der Versuch, "Gott zu spielen" vorgeworfen. Soll der Mensch überhaupt berechtigt sein, die Formen des Lebendigen, die die Evolution in Jahrtausenden geschaffen hat, nach seinem Willen und Entwurf zu rekonstruierten? (SINSHEIMER 1976) Das Sondervotum der GRÜNEN zum Bericht der ENQUETE-KOMMISSION (1987, 336,352) beschwört einen letzten Rest der Achtung vor der Heiligkeit des Lebens. Lebendiges soll nicht lediglich nach Brauchbarkeitskriterien zerstückelt werden können. Die totale Verkünstlichung der Natur ist ein Sakrileg. Die Motive der Achtung vor der Natur und des Respekts vor 'Natürlichkeit' sind nicht lediglich Relikte überlebter religiöser Epochen, sondern lebendiges, wenn auch meist untergründigdes Thema unserer Kultur. Als solches spielen sie eine Rolle für die Entwicklung der Akzeptanz jeder Technik, die die Perspektiven bisheriger 'Verkünstlichung' der Natur dramatisch erweitert.

Man kann in unserer Kultur zwei widersprüchliche Tendenzen konstatieren, von denen die vorherrschende, offizielle als 'Kontingenzerhöhung', die gleichsam in den Untergrund gedrängte Gegenströmung als 'Fundamentalisierung' charakterisiert werden kann (vgl. Abbildung 1). Beide Tendenzen repräsentieren unterschiedliche Naturauffassungen, Moralkonzepte und Wissensformen.

Kontingenzerhöhung bedeutet allgemein die Übersetzung von Wirklichkeiten in Möglichkeiten, von Handlungsgrenzen in Handlungsoptionen, von Substanzen in Funktionen und von absoluten Werten in bloße Präferenzen. Kontingenzerhöhung ist ein Grundzug der modernen Kultur schlechthin. In ihr konvergieren die Trivialisierung der Wahrheit in der positiven Wissenschaft, der pragmatische und industrielle Zugriff auf die Natur als bloße Sache und die Abstraktion der Moral zu Freiheitsrechten autonomer Subjekte.

Mit der modernen Wissenschaft hat sich ein Wahrheitsbegriff durchgesetzt, dessen Geltungskriterium das erfolgreiche Operieren in der Natur, das Experiment ist. Dieser Wahrheitsbegriff hat Naturerkenntnis unwiderruflich von Offenbarung getrennt und gleichzeitig die Differenz zwischen der Erklärung und der Beherrschung der Natur eingeebnet. Die positiv gewordene Wissenschaft liefert objektive, aber insofern 'triviale' Erkenntnis, als sie nur noch Basis einer universell einsetzbaren Technik, nicht aber sinnstiftend für menschliches Handeln sein kann. Dementsprechend ist die Natur als der Gegenstand dieser Erkenntnis auch nicht mehr wie vor der Neuzeit ein "ethisch sinnvoll geordneter Kosmos" (WEBER 1972, 564). Sie ist bloße Materie. Die Veränderung dieser Natur durch den Menschen wirft daher auch keine moralischen Fragen auf. Die Phänomene, die uns umgeben, sind für BACON, den frühen Propagandisten von Wissenschaft und Industrie, nur ein 'Warenlager der Dinge', aus dem wir uns als Ressource für unsere Zwecke bedienen können. Der Entmoralisierung der Natur entspricht die Subjektivierung der Moral. Im Weltbild der bürgerlichen Gesellschaft wird die Person des Menschen zum alleinigen Träger der Wert- und Sinnhaftigkeit der Welt. Autonomie wird der höchste Wert, und inhaltliche moralische Bindungen des Verhaltens werden tendentiell durch Freiheiten ersetzt,

nur begrenzt durch die Verpflichtung, die sich aus der Achtung der Freiheit auch aller anderen ergeben (vgl. VAN DEN DAELE/KROHN 1982).

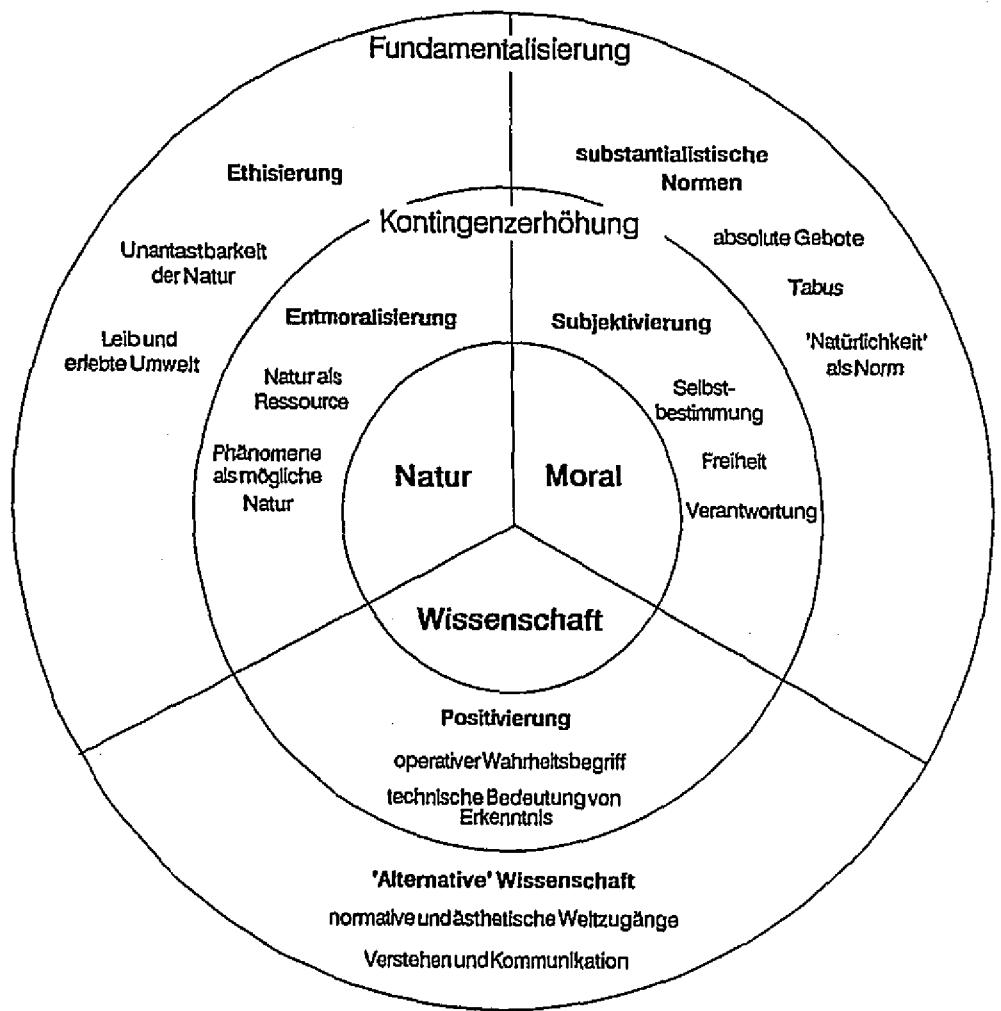
Kontingenzerhöhung ist der Kern der kulturellen Rationalisierung und 'Entzauberung', die Max WEBER (1982, 594) als das Wesen der Moderne beschrieben hat. Auf der Ebene der Sozialstruktur entspricht ihr die Differenzierung der Gesellschaft zu verselbständigte Teilbereichen (Wirtschaft, Wissenschaft, spezialisierte Berufe, usw.) die sich in relativer Eigenständigkeit voneinander entwickeln. Zusammen mit der normativen Verankerung innovativer Freiheitsräume durch den modernen Verfassungsstaat sichert diese Struktur, daß ständig soziale Träger konstituiert werden, die Motive und Mittel haben, den Prozeß der Kontingenzerhöhung weiter zu treiben. Ein Ende ist nicht abzusehen.

Die gegenläufige Tendenz der 'Fundamentalisierung' stellt dem Ressourcenkonzept von Natur einen remoralisierten Naturbegriff entgegen, erneuert gegenüber der Moral der Freiheit absolute, gleichsam mit Tabucharakter versehene moralische Forderungen und wertet nicht-objektivierende Erkenntnisweisen als Mittel des Weltzugangs auf.

Die Relevanz der Fundamentalisierungstendenz wird deutlich, wenn wir die Anwendung der Gentechnologie auf den Menschen betrachten. Auf einige der sich hier abzeichnenden Optionen reagieren wir mit einhelliger Ablehnung, ja mit Abscheu. Nach dem im Frühjahr dieses Jahres im Bundeskabinett verabschiedeten Entwurf für ein Embryonenschutzgesetze sollen gewisse Manipulationen an der menschlichen Keimbahn, die Konstruktion von Mensch-Tier-Hybriden und die Erzeugung von Embryonen unter teilweise extrem hohen Strafen (bis zu 5 Jahren Gefängnis!) gestellt werden (BMJ 1986). Die parlamentarische Versammlung des EUROPARATES 1982 plädierte für ein Menschenrecht auf ein "genetisches Erbe, in das nicht künstlich eingegriffen worden ist". Mit solchen Regelungen wird versucht, der 'Natürlichkeit' des Menschen Anerkennung als ein geschütztes Rechtsgut zu verschaffen. Offenbar wird das Artifizielle, die Technisierung des Menschen und die darin liegende Abweichung von der gewohnten biologischen Normalität schon als Bedrohung von Menschlichkeit empfunden. Dafür ist der in diesem Zusammenhang übliche schnelle Rekurs auf die 'Würde des Menschen', die als oberster Verfassungswert Widerspruch und Relativierung nicht mehr zuläßt, ein Indikator (BENDA 1985, VITZTHUM 1987).

Einer der Gründe für die tiefe Beunruhigung durch die technischen Möglichkeiten der Gentechnologie dürfte darin liegen, daß der Geltungsgrund unserer moralischen Ideen vom Menschen als Person berührt wird. Zwar sind diese Ideen normativ, d.h. sie können grundsätzlich kontrafaktisch durchgehalten werden. Aber sie haben empirische Weltbezüge. Sie unterstellen die selbstverständliche Geltung gewisser Annahmen über die Natur des Menschen. Sie beruhen auf einem Wissen davon, was der Mensch ist, auf common sense-Theorien über die Daseinsweise des Menschen als Leib, über die mit seinem Leben typischerweise verknüpften Bedürfnisse, Kompetenzen, Leidensfähigkeiten usw. (2).

Eben diese kulturellen Selbstverständlichkeiten beginnt die Wissenschaft gegenwärtig zu beseitigen, indem sie auch die menschliche Natur radikal kontingent macht. Die bisherigen Formen der Fortpflanzung, die normale genetische Ausstattung,



**Abbildung 1:** Elemente der 'Kontingenzerhöhung' und der 'Fundamentalisierung'

Stoffwechsel, Körperform und Artenschranken werden verfügbar oder drohen, verfügbar zu werden. Die Ethisierung der menschlichen Natur ist die Reaktion auf diese neue Situation. Die Integrität und Kontinuität dieser Natur ist nicht mehr schlechthin gegeben. Sie muß durch eine Moral der Achtung vor der Natur gegen mögliche technische Veränderung geschützt werden. Diese Moral hat *substantialistische* Züge. Sie postuliert absolute Grenzen des Handelns, die nicht durch berechtigte Interessen oder Güterabwägung überspielt werden können, sondern die menschliche Natur in den Status der Unantastbarkeit, des gleichsam Heiligen rückt.

Man kann die Moralisierung der menschlichen Natur auch soziologisch deuten als den Versuch, die steigende Komplexität unserer Lebensverhältnisse überschaubar zu halten und das Aufbrechen immer neuer Handlungs- und Entscheidungszwänge abzuwenden. Die Notwendigkeit, den Menschen vor der Überflutung durch Kontingenzen zu bewahren, ist ein gängiger Topos der Institutionentheorie (etwa bei GEHLEN 1961, 70ff.). Normalerweise kann man dafür auf die kulturellen Ordnungen (Institutionen und Traditionen) vertrauen, die Handlungssituationen vorstrukturieren, für grundsätzliche Fragen immer schon verlässliche Antworten bereithalten und im Übrigen die Menge der Themen, die noch verhandelt und entschieden werden muß, auf ein erträgliches Maß reduzieren. Nimmt man die Notwendigkeit einer solchen Entlastung ernst und stellt gleichzeitig in Rechnung, daß in modernen Gesellschaften die Orientierungsleistungen kultureller Institutionen eher abnehmen, so wird die Wende zur Natur verständlich. Natur ist eine Metapher für das, was aus sich selbst gilt, sich selbst erhält und einer Rechtfertigung weder bedarf noch fähig ist. Die Natur bietet eine stabiles Gegengewicht zur übermäßigen Beweglichkeit aller sozialen und kulturellen Bezüge (vgl. dazu näher VAN DEN DAELE 1987, 355ff.).

Der Versuch, eine Moral der Achtung vor der Natürlichkeit der Natur durchzusetzen, betrifft in erster Linie die menschliche Natur. Aber er ist keineswegs auf diese beschränkt. Forderungen nach 'Frieden mit der Natur' (MEYER-ABICH 1984) und nach einer 'ökologischen Ethik' (TAYLOR 1981) mobilisieren moralische Motive und Intuitionen der Ehrfurcht vor dem Leben und des 'respect for nature', die sich auch auf andere Mit-Lebewesen und die in der Natur vorhandene Vielfalt der Ökosysteme erstrecken. Diese Motive und Intuitionen sind zum Teil in unseren Natur- und Tierschutzregelungen wirksam geworden. Und sie werden auch virulent etwa in den Diskussionen darüber, welche nützlichen Tiergebilde man gentechnisch konstruieren darf und ob man höhere Lebewesen patentieren können soll.

Es ist kaum zu prognostizieren, welche Dynamik Fundamentalismusmotive in unserer Gesellschaft künftig unter dem Eindruck etwa von Umweltkrisen, Politikversagen und möglichen negativen Erfahrungen mit neuen Technologien entfalten könnten. Es ist aber absehbar, daß diese Motive gegenwärtig die offizielle Kultur kaum affizieren werden, und daß sie auf der Ebene der Technikregulierung systematisch frustriert werden.

Zum einen ist die Forderung nach einer Ethisierung der Natur nur schwer damit in Einklang zu bringen, daß in unserer Kultur die Definitionsmacht für das, was als Natur gilt, praktisch an die Wissenschaft abgegeben ist. So wird etwa die kulturell sicherlich bedeutsamste Natürlichkeitsdefinition, das Konzept der körperlichen Gesundheit, mehr und mehr von der Biologie übernommen: In Form von Sollwerten für Zustände und Entwicklungsverläufe des menschlichen Organismus. Noch in der Kritik an drohenden wissenschaftlich-technischen Rekonstruktionen des Menschen bedienen wir uns wissenschaftlicher Begrifflichkeit, um die Natur zu kennzeichnen, die wir zu bewahren wünschen: Genotyp, Zufallsrekombination, Hormonhaushalt, Speziesbarrieren usw. Die Wissenschaft aber begreift menschliche Natur wie alle Natur im Kontext von Möglichkeiten. Auch Artefakte und Rekonstruktionen sind natürlich. Entsprechendes gilt für die wissenschaftlichen Definitionen von Ökosystemen. Das ästhetisch und normativ aufgeladene Naturverständnis, das etwa in unserem Ver-

hältnis zum Leib und zur erlebten Umwelt zum Ausdruck kommt, läßt sich in wissenschaftlichen Definitionen nicht unterbringen. (3)

Zum anderen kann man sich in unserer Kultur zwar auf 'Tabus' berufen, sofern sie (noch) gelten. Aber man hat kaum Aussicht, neue Tabus einzuführen und zu verteidigen. (Vgl. auch BAYERTZ 1988) Die Forderung nach Achtung vor der Natürlichkeit, die Unantastbarkeit der gegebenen Natur, müßte als Norm gegen Interessen und Ansprüche durchgesetzt werden, die in unserer Kultur ebenfalls prima facie als legitim gelten, vor allem Ansprüche auf Gesundheit und Selbstbestimmung. Insbesondere medizinische Zwecke haben bisher noch immer neue Technisierungen des menschlichen Körpers legitimiert und das Unerdenkbare denkbar gemacht, etwa Kunstherzen oder die Verpflanzung von tierischen Organen in Menschen. Dem Interesse der Kranken, solche Techniken zu nutzen, können die Gesunden schlecht die Forderung nach Natürlichkeit entgegenhalten. Die Nutzung der Technik wird Teil des Rechts auf Gesundheit. In ähnlicher Weise wird die technische Option der In-Vitro-Befruchtung in die Ansprüche kinderloser Paare auf Selbstbestimmung integriert. Die kategorische Ablehnung solcher Eingriffe ohne Rücksicht auf die Zwecke und den Nutzen bleibt eine mögliche Haltung. Aber sie wird kulturell in den Bereich der privaten moralischen Überzeugungen abgedrängt, die im Rahmen des herrschenden Wertpluralismus 'zugelassen' sind, jedoch nicht gesamtgesellschaftlich verbindlich werden. Es ist absehbar, daß auch die einhellige Ablehnung der Manipulation an der menschlichen Keimbahn in Zukunft nach diesem Muster kulturell 'entschärft' werden wird. Ob man diese letzte Schranke der Natürlichkeit des Menschen antasten soll, wird man der privaten Moral des Einzelnen überlassen, wenn erst einmal die technischen Voraussetzungen für sichere Korrekturen im Genom des Menschen geschaffen worden sind und eine plausible medizinische Indikation auftaucht (vgl. EN-QUETE-KOMMISSION 1987, 184ff., VAN DEN DAELE 1985, 190ff.).

Um Schranken für technische Eingriffe in die Natur aufzurichten und gegen abweichende Interessen und Ansprüche durchzusetzen, genügt es nicht, die Verletzung der Natürlichkeit geltend zu machen. In aller Regel muß man nachweisen, daß andere in der Gesellschaft fraglos geltende Werte bedroht sind: also etwa die Kindesinteressen bei der Zeugung durch In-Vitro- Befruchtung, die Selbstbestimmung kommender Generationen bei der Keimbahnmanipulation oder die Stabilität unserer ökologischen Lebensgrundlagen bei der Rekonstruktion von Arten und Ökosystemen.

Motive der Fundamentalisierung, die in die Kritik der Gentechnologie eingehen, werden sich gesamtgesellschaftlich nur dann zur Geltung bringen lassen, wenn sie sich zugleich auch noch auf Gesichtspunkte der Gefahrenabwehr und Gefahrenvorsorge berufen können. Außerhalb dieses Legitimationsschirmes können sie nur zum privaten Rückzug aus dem Trend zur Kontingenzerhöhung führen (man macht persönlich gewisse Dinge nicht mit und nimmt bestimmte Techniken nicht in Anspruch). Sie haben dem durch die Gentechnologie vorgezeichneten weiteren Verlust an 'natürlicher' Natur wenig entgegenzusetzen. Es gibt (bislang jedenfalls) im politischen System - trotz Wissenschaftspolitik und trotz des faktischen staatlichen Monopols für viele Infrastrukturvoraussetzungen technischer Innovationen - keine Handlungsebene, auf der man unabhängig vom Schutz vor drohenden Gefahren regeln könnte, welche Technik in der Gesellschaft verfügbar sein soll und wie sich das Verhältnis

zur Natur entwickeln soll. Weder kann man sich in einer differenzierten Gesellschaft ein politisches containment für Technikgenese vorstellen, das schon die Entstehung von Optionen kontrolliert, noch ist es Aufgabe des Gesetzgebers zu entscheiden, ob 'man' eine Technik überhaupt braucht oder ob man mit ihr leben sollte. Wenn aber fundamentale Kritiken an der Gentechnologie politisch nur aussichtsreich sind, sofern sie an die Kritik von Risiken angeschlossen werden können, dann muß die Existenz von Motiven der Fundamentalisierung zu einer Dramatisierung und Intensivierung der Risikokritik führen.

### **1.3 Die Grenzen der semantischen Flexibilität von 'Risiko' und die Grenzen regulativer Politik zur Kontrolle von Risiken**

Die Akkumulation negativer Folgen etablierter Techniken, eine wachsende Sensibilität für die Risiken technischer Dynamik und eine veränderte Bewertung der Erträglichkeit von möglichen Schädigungen lösen eine Welle von politischen Reaktionen zur Technikregulierung aus. Die meisten dieser Reaktionen überschreiten das klassische Feld der Gefahrenabwehr zum Schutz etablierter individueller und öffentlicher Rechtsgüter nicht: Sicherheits-, Arbeits- und Umweltschutzaflagen, Zulassungsverfahren. (4) Sie haben jedoch in einigen Fällen zu wesentlichen Einschränkungen von bislang akzeptierten Freiräumen für die Entwicklung und Einführung neuer Techniken geführt und zur Neudefinition dessen, was als relevantes, regulierende Eingriffe rechtfertigendes Risiko gelten kann. Das wichtigste Beispiel ist der Übergang von der Gefahrenabwehr zur Gefahrenvorsorge und zum Schutz vor hypothetischen Risiken.

Nach der Modellvorstellung des liberalen Rechtsstaates bedeutet die Legitimation des innovatorischen Handelns in Forschung und Wirtschaft, daß politische Einschränkungen (sprich: polizeiliche Eingriffe) grundsätzlich vom Nachweis einer konkret bestehenden Gefahr abhängig sind. Nach diesem Modell könnte ein hinreichender Schutz der Gesundheit und der Umwelt nicht gewährleistet werden. Unser Wissen über die Auswirkungen neuer Techniken ist so lückenhaft, daß wir, wenn wir warten müßten, bis eine konkrete Gefahrenprognose und -diagnose möglich ist, häufig erst reagieren könnten, nachdem das Kind schon in den Brunnen gefallen ist. Sicherheit setzt voraus, daß schon der bloße Gefahrenverdacht Vorbeugung rechtfertigt und erzwingt.

Reaktionen auf Gefahrenverdacht haben eine gewisse Tradition. Man denke an die üblichen Sicherheitszuschläge bei der Festsetzung von Baustandards (DIN-Normen) und von Grenzwerten für die Einwirkung von Stoffen. So wird beispielsweise im Arzneimittelbereich auch ohne konkrete Anhaltspunkte die für den Menschen zulässige Dosis regelmäßig nochmals um den Faktor 100 niedriger angesetzt als die Dosis, die sich im Tierversuch als 'ungefährlich' erwiesen hat. Die jüngere Rechtsentwicklung unterstreicht - unter dem politischen Druck wahrgenommener Folgeschäden und wachsender Ambivalenz der Bevölkerung gegenüber der Technik - die Legitimität gefahrenunabhängiger Risikovorsorge. Das Atomgesetz beispielsweise schreibt die Minimierung der von atomaren Anlagen ausgehenden Strahlung vor. Dabei "müssen auch solche Schadensmöglichkeiten in Betracht gezogen werden, die sich nur deshalb nicht ausschließen lassen, weil nach dem derzeitigen Wissensstand bestimmte

Ursachenzusammenhänge weder bejaht noch verneint werden können und daher insoweit noch keine Gefahr, sondern nur ein Gefahrenverdacht oder ein 'Besorgnispotential' besteht." (5)

Die Sicherheitsrichtlinien für die Gentechnologie, die seit Ende der 70er Jahre in den meisten Ländern eingeführt wurden, folgen demselben Muster. Sie reagieren (u.a.) ebenfalls auf bloß hypothetische, also möglicherweise bestehende, aber nicht konkret nachgewiesene Gefahren. Auslöser war die Befürchtung, eine Neukombination von genetischem Material könne in ganz unvorhergesehener Weise zur Entstehung von für den Menschen gefährlichen neuen Organismen führen. Es wurden vorbeugende Schutzmaßnahmen verfügt, obwohl für das Bestehen eines solchen Risikos empirische Anhaltspunkte und Vorstellungen über einen möglichen Kausalmechanismus nicht vorlagen.

Die Sicherheitsauflagen zum Schutz vor den hypothetischen Gefahren der Genmanipulation wurden von vielen Wissenschaftlern heftig bekämpft (vgl. BMFT 1979, VAN DEN DAELE 1982, näher unten zu Frage 2.6). Sie sind nie gerichtlich überprüft worden. Aber es ist damit zu rechnen, daß sie diesen Test überstanden hätten. Reaktionen auf hypothetische Gefahren sind legitimer gesellschaftlicher Anspruch und geltendes Recht. Sie signalisieren eine vorsichtige Umkehr der Beweislästen für Gefahren von Innovationen. Zumindest wenn eine völlig neue Technik eingeführt wird, für deren Abschätzung angemessene Vergleiche in bisheriger Erfahrung fehlen, kann die Freiheit der Innovation davon abhängig gemacht werden, daß die Ungefährlichkeit der neuen Technik plausibel gemacht werden kann. (ENQUETEKOMMISSION 1987, 285) Staatliche Regulierung kann nicht nur an Gefahren selbst ansetzen, sondern auch an der Gefahr, Gefahren nicht zu erkennen.

Es gibt weiterreichende Versuche, die in der Gesellschaft akzeptierten Definitionen von Gefahren zu verändern und auf diese Weise die Grenzen legitimer und notwendiger staatlicher Technikkontrolle in Bewegung zu bringen. So wird etwa gefordert, die Schadensdimensionen auszudehnen, an denen Folgenverantwortung für die Einführung neuer Techniken zu messen ist. Berücksichtigt werden sollen nicht nur Schäden an klassischen Rechtsgütern, wie Leben, Gesundheit, öffentliche Sicherheit und (neuerdings) ökologische Lebensgrundlagen, sondern im Rahmen einer weitgefaßten 'Sozialverträglichkeitsprüfung' auch Beeinträchtigungen der sozialen, politischen und kulturellen Strukturen der Gesellschaft, unerwünschte wirtschafts-, rechts- oder regionalpolitische Handlungszwänge und moralische Risiken (Vgl. MEYER-ABICH/ SCHEFOLD 1986, 22ff., ROSSNAGEL 1984). Angesichts der unvermeidlichen Erkenntnis- und Prognoseschränken hinsichtlich der Folgen sollen neue Techniken an Meta-Kriterien der Vorsicht gemessen werden, wie Reversibilität, Fehlerfreundlichkeit, Verzicht auf Großprojekte oder Einbau in sich selbsterhaltende Kreislaufprozesse der Natur. JONAS (1979) verlangt, daß grundsätzlich der jeweils schlechteren Prognose der Vorrang gegeben und schon die Möglichkeit des Mißbrauchs als hinreichendes Argument gegen die Nutzung einer neuen Technik akzeptiert werden sollte.

Risikokonzepte, Gefahrenwahrnehmung und Schadensbegriffe werden das Feld einer 'semantischen Politik', die versucht, möglichst alle als problematisch empfundenen Folgen neuer Techniken und die heterogenen Motive des Technikwiderstandes, die

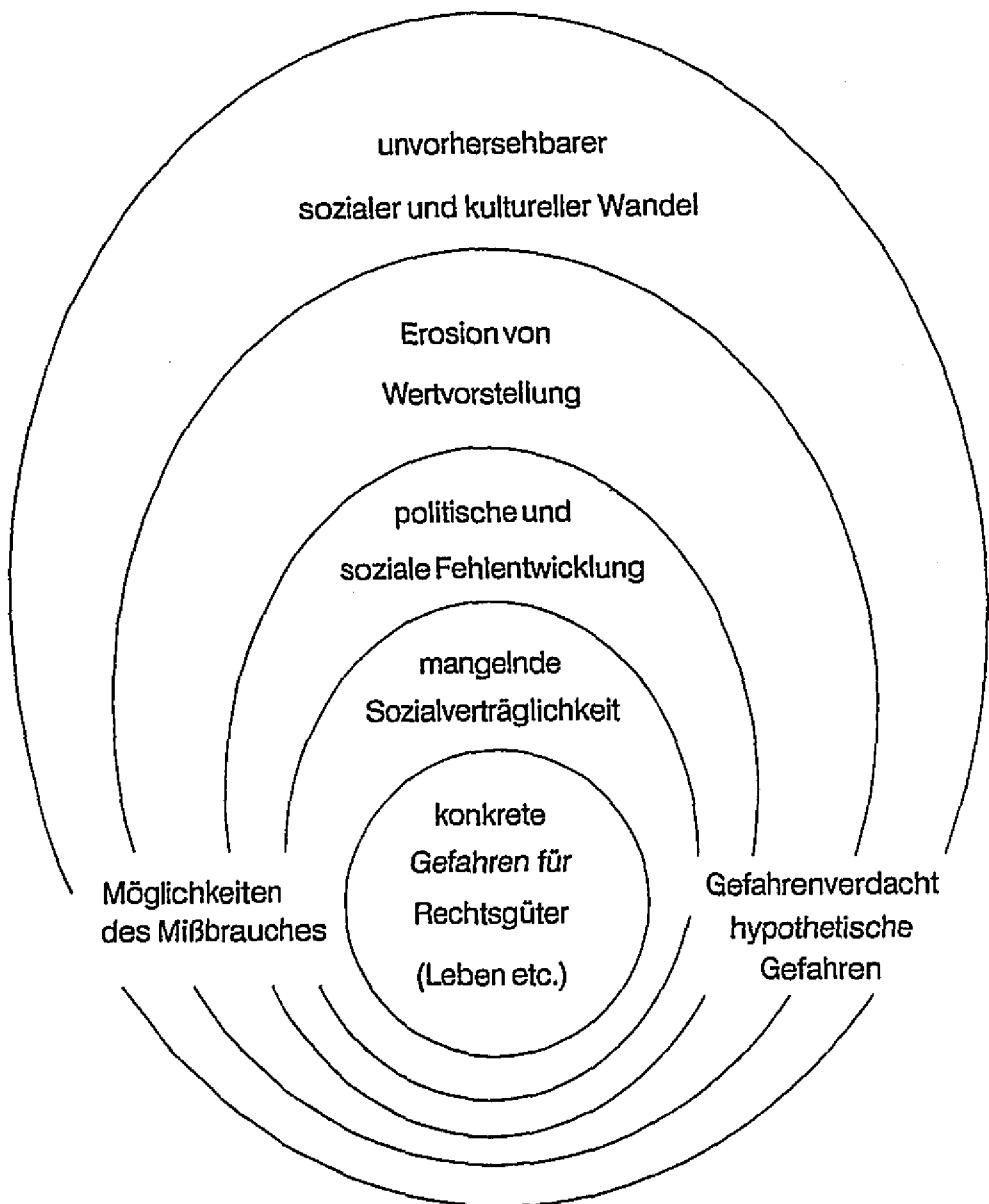
an diese Folgen anknüpfen, der Risikothematik zu subsumieren. Die Abbildung 2 repräsentiert das semantische Feld dieser Diskussionen und die Abstände der thematisierten Probleme zu den klassischen Risiken für Leben und Gesundheit (siehe im einzelnen unten zu Frage 2.2).

Über die Radikalisierung der Risikothematik scheint es möglich, das etablierte Legitimationsmuster des technischen Fortschritts, das auf einem Ausgleich zwischen Freiheitsgarantien für innovatorisches Handeln und der Verantwortung für die Folgen beruht, zugleich anzuerkennen und durch Neudefinition seiner Elemente zu unterlaufen. Offensichtlich stößt diese subversive Strategie jedoch auf Grenzen. Weder kann man den Kreis von 'Gefahren' beliebig vergrößern, noch die vorbeugenden Sicherheitsmaßnahmen beliebig verschärfen, ohne unglaublich zu werden. Die Einbindung der Technikkritik in die Risikothematik führt nicht nur zu ihrer politischen Mobilisierung, sondern auch zu ihrer Kanallisierung und verfassungsrechtlichen 'Zähmung'.

Risikobehauptungen sind empirisch angreifbar. Sie mögen selten objektiv quantifizierbar sein. Aber sie implizieren Kausalitätsannahmen, die im Prinzip nachprüfbar und falsifizierbar sind. Zugegebenermaßen ist der Vergleich des versicherungsrechtlichen Produkts aus Schadensgröße x Eintrittswahrscheinlichkeit kein zwingendes Kriterium für die Akzeptabilität von Risiken und noch weniger ein Indikator für faktische Akzeptanz (vgl. WILSON/ CROUCH 1987). Aber er bleibt ein kritisches Argument. Die Ablehnung einer neuen Technik führt eben nicht zu einem idyllischen Naturzustand, sondern zu einer alten Technik mit Risiken, die nicht notwendigerweise geringer sind und vielleicht gerade im Lichte verfügbarer neuer Alternativen inakzeptabel werden. Schließlich können die immer besseren wissenschaftlichen Methoden zur Erfassung von Risiken paradoxe Weise auch deren Brisanz wieder verringern. Der Umstand, daß eine Chemikalle sich im Test als krebserzeugend erweist, wird relativiert, wenn derselbe Test ein Krebsrisiko mindestens derselben Größenordnung in einer Reihe von natürlichen täglichen Nahrungsmitteln nachweist (AMES 1987).

Man kann der Kritik an Risikobehauptungen nicht einfach durch Ausweitung des Gefahrenbegriffs ausweichen. Nicht alle Folgen einer Technik, die uns 'drohen', eignen sich gleichermaßen zur Begründung von Kontrollansprüchen. Daß beispielsweise die künstliche Fortpflanzung Partnerschaftsdefinitionen verändern, die Kommunikationstechnologie das Buch als Medium der Kultur entwerten oder die Apparatemedizin ein reduktionistisches Menschenbild durchsetzen könnte, sind keine Gefahrenszenarien, die auf konsensuelle politische Reaktionen - und auf verfassungsrechtliche Deckung - rechnen können. In welchem Sinne ist es eigentlich eine Gefahr, daß sich unter dem Einfluß technischer Möglichkeiten moralische Maßstäbe verändern könnten? Sind wir verpflichtet oder auch nur berechtigt zu verhindern, daß zukünftige Generationen akzeptieren, was wir heute noch verwerfen, etwa medizinische Forschung an menschlichen Embryonen?

Die Berufung auf bloß denkbare Gefahren und hypothetische Risiken ist im Bereich der Gentechnologie, etwa bei der Freisetzung manipulierter Organismen, nach wie vor aktuell und legitim. Aber auch sie ist nicht beliebig. Sie versagt spätestens dann, wenn sie nichts ist als die Warnung, daß bei der Einführung einer neuen Technik ir-



**Abbildung 2:** Das semantische Feld gegenwärtiger Risikodiskussionen in der Gentechnologie

gendetwas Unvorhergesehenes passieren werde. In diesem Sinne ist alles, was man tut (oder unterläßt) hypothetisch gefährlich. Ein Gefahrenverdacht muß begründet sein, um vorsorgliche Eingriffe in die Technikentwicklung zu rechtfertigen. (6)

Szenarien, in denen die Gefahr verheerender Mißbräuche einer Technik beschworen wird, sind ebenfall nur bedingt geeignet, den politischen Zugriff auf diese Technik auszuweiten. So wird etwa geltend gemacht, die Einführung der Mikroelektronik könne den Weg zu einer Orwell'schen Totalerfassung aller gesellschaftlichen Kommunikation ebnen, oder die Gentechnologie werde schließlich in systematischer Menschenzüchtung enden. Solche Szenarien setzen faktisch voraus, daß Handlungsweisen, die wir heute als Verbrechen bewerten, 'normal' werden könnten. Abgesehen davon, ob es plausibel ist, dies anzunehmen, wäre es sicher nicht der bloßen Existenz der technischen Möglichkeiten zuzuschreiben. In jedem Fall bleibt zu prüfen, ob zur Abwehr eines solchen Mißbrauchs der Verzicht auch auf jeden sonstigen Gebrauch der Technik ein geeignetes, notwendiges und verhältnismäßiges Mittel wäre. In der Regel besteht die Reaktion auf die Mißbrauchsgefahr in vorbeugenden Kontrollen eben des Mißbrauchs selbst - im Fall der Gentechnologie etwa im Verbot jeder Manipulation an der menschlichen Keimbahn. Dadurch wird aber der Gebrauch der Technik im übrigen gerade legitimiert.

Bei aller semantischen Flexibilität von Gefahren- und Schadensbegriffen bleiben Eingriffe in die Technikentwicklung, die überhaupt noch mit dem Ziel der Risikovorsorge begründet und von den Betroffenen eingefordert werden können, letztlich doch begrenzt. Risikovorsorge erlaubt keine Prüfung, ob Bedürfnisse, die sich in individuellen Präferenzen und Marktentcheidungen für die Gentechnologie artikulieren, sinnvoll und wünschenswert sind. Sie rechtfertigt in der Regel nicht den erzwungenen generellen Verzicht auf die Technik überhaupt und schon gar nicht mit dem Argument, daß man die Technik eigentlich auch nicht brauche oder bessere Alternativen zur Verfügung ständen.

Weitergehender Regulierungsspielraum entsteht nur dort, wo der Kontext der Gefahrenvorsorge verlassen wird und Technikkontrolle Mittel zur Steuerung der gesellschaftlichen Entwicklung wird. Juristisch gesprochen: wenn staatliches Handeln von einer ordnungsrechtlichen auf eine planungsrechtliche Grundlage umgestellt wird. Eine solche Umstellung dürfte das Konzept der 'Sozialverträglichkeitsprüfung' im Sinn haben. Die Frage ist, ob es zulässig wäre (abgesehen davon, ob es politisch durchsetzbar wäre) die Gentechnologie einer weitgefaßten Prüfung der 'Sozialverträglichkeit' zu unterwerfen.

Das Modell einer Sozialverträglichkeitsprüfung ist zuerst für die zivile Nutzung der Kernenergie vorgeschlagen worden. Dort ist es schon deshalb plausibel, weil diese Technik wegen der evidenten Gefahren jeder ihrer Anwendungen unter staatlichem Monopol steht. Es gibt nach geltendem Recht keine Bedingung, unter der ein potentieller Betreiber einen Anspruch auf die Genehmigung eines Kernkraftwerkes hätte (§ 7 Abs. 2 Atomgesetz). Die Nutzung der Technik kann aus jedem politisch zu definierendem öffentlichen Interesse unterbunden werden, nicht nur, weil sie Leben, Gesundheit und Sicherheit gefährdet, sondern auch, weil sie energiepolitische Alternativen blockiert, wirtschaftliche Machtkonzentration begünstigt, die Gewerkschaften schwächt, zu hohen Kontrollaufwand erfordert, die nachfolgenden Generationen festlegt oder auch einfach unverhältnismäßig teuer ist.

'Sozialverträglichkeit' in einem so weiten Sinne ist zunächst einmal ein Kriterium konstruktiver Technologiepolitik. Es prüft neue Techniken am Maßstab aller öffent-

lichen Interessen. Das ist möglich, soweit die Nutzung einer Technik rechtlich oder faktisch verstaatlicht ist - weil nur der Staat als Nachfrager in Betracht kommt oder staatliche Förderung und Infrastrukturvorleistungen Voraussetzungen der Nutzung sind. Die Frage ist aber, wie weit das Kriterium der Sozialverträglichkeit gegenüber Techniken durchsetzbar ist, die durch privates Handeln, etwa durch professionelle Praxis oder über Märkte eingeführt werden können und denen der Staat regulierend gleichsam hinterherlaufen muß.

Die Gentechnik gehört zu diesem Typus von Technik, ebenso wie beispielweise neue Werkstoffe, automatische Maschinen, Laserdrucker, Unterhaltungselektronik und In-vitro-Befruchtung. In all diesen Fällen fehlt ein dem Atomrecht entsprechender staatlicher Handlungsspielraum. Selbst wo die Einführung solcher Techniken von staatlicher Zulassung abhängig ist, haben Interessenten in der Regel einen Rechtsanspruch auf die Nutzung, sofern bestimmte Grenzen gewahrt werden. Die Definition dieser Grenzen muß als Grundrechtseinschränkung gerechtfertigt werden. Solche Einschränkungen sind verfassungsrechtlich auch zur Wahrung öffentlicher Interessen, nicht nur zum Schutz klassischer individueller Rechtsgüter möglich. Dabei ist der Eingriffsspielraum u.a. vom Verfassungsrang des betroffenen Grundrechts abhängig. Bei der Beschränkung der Berufsausübung etwa ist er sehr viel größer als bei der Beschränkung des Rechts auf Gesundheit - etwa durch das Verbot der Nutzung medizinischer Techniken. (8)

Zweifellos können wachsende Ansprüche an staatliches Handeln in allen Bereichen der Zukunftsvorsorge den Kreis der öffentlichen Belange, die man gegen private Ansprüche auf Techniknutzung ins Feld führen kann, erweitern. Ob sie dazu führen könnten, daß die oben aufgeführten Techniken im Ergebnis nach dem Modell der Atomtechnik staatlichem Planungsermessens unterstellt werden, ist die Frage. So gäbe beispielweise gegenwärtig vermutlich keine verfassungsrechtliche Legitimation für eine Kontrolle über die Kommunikationsmedien, um die Entstehung 'elektronisch vermittelter Lebensformen' in der Gesellschaft zu unterbinden. (9) Die Sozialverträglichkeit einer Technik kann nicht im Politikfeld der Risikovorsorge thematisiert durchgesetzt werden. Aber die Risiken einer Technik können (wie im Fall der Kernenergie) der Grund sein, die Technik zu verstaatlichen. Dieser Fall könnte auch bei der Gentechnologie eintreten. Ein staatliches Monopol für bestimmte Nutzungen der Gentechnologie, etwa durch Freisetzung manipulierter Mikroorganismen, ließe sich rechtfertigen, falls sich Risiken, die man bislang nur hypothetisch annimmt, als realistisch und in Bezug auf ihr Schadenspotential erheblich erweisen sollten. In diesem Fall wäre es dann auch möglich, den Einsatz der Gentechnologie von beliebigen, politisch zu definierenden Nützlichkeitsvoraussetzungen abhängig zu machen. Ob es allerdings ausreichend ist, auf das nicht auszuschließende, undefinierte theoretische Restrisiko jeder Gentechnologie-Nutzung zu verweisen (WINTER 1986, 595), ist zweifelhaft. Die verfassungsrechtliche Grenze wäre sicher dort erreicht, wo Restrisiken so abstrakt sind, daß man unter Berufung auf sie praktisch jede Techniknutzung in staatliches Ermessen stellen könnte.

## **2. Beantwortung der Fragen**

(Vorbemerkung: Die Antworten wiederholen zum Teil Gesichtspunkte, die in den Abschnitten 1.1 - 1.3 behandelt worden sind. Dies wurde in Kauf genommen, um die Antworten vollständig zu machen und Verweise nach oben zu vermeiden.)

### **2.1 Wird der Begriff des Risikos im Bereich der Gentechnologie benutzt, und welche Definition oder Interpretation erfährt er?**

Die öffentliche Auseinandersetzung um die Gentechnologie begann 1973 mit der Thematisierung von sozusagen klassischen Risiken der Sicherheit für das Leben und die Gesundheit des Menschen und für die ökologischen Lebensgrundlagen. Die Fixierung der Debatte auf Probleme der Sicherheit ist früh kritisiert worden. Sie wurde als Versuch der Wissenschaftler angesehen, die Thematisierung komplexerer Probleme abzuwehren und die Regulierung der gentechnischen Forschung freizuhalten etwa von der grundsätzlichen Frage, ob eine Technik, die die Fundamente des Lebens und der Evolution willkürlich verfügbar macht, überhaupt moralisch vertretbar ist, von der Forderung, alle möglichen sozialen und kulturellen Folgen der Anwendung der Technik zu berücksichtigen und von der Diskussion, ob solche Folgen wünschenswert seien. Dieser Abwehrversuch war erfolgreich. Nach der Konferenz von Asilomar 1974 wurden in allen Ländern Richtlinien erlassen, die unbeschadet aller weiteren Diskussionen um die Gentechnologie jedenfalls die Fortsetzung der Genforschung unter gewissen vorbeugenden Sicherheitsauflagen erst einmal gewährleisteten.

Die weiteren gesellschaftlichen Auseinandersetzungen um die Gentechnologie blieben der Sache nach nicht auf Risikothemen beschränkt. Das gilt jedenfalls, wenn man daran festhält, daß 'Risiko' im Kern die Wahrscheinlichkeit eines Schadens für in der Gesellschaft akzeptierte Werte oder Rechtsgüter bedeutet. Die Themen, die in diesen Auseinandersetzungen verhandelt werden, sind:

- Gefahrenpotentiale der Gentechnologie selbst, insbesondere die mit der genetischen Manipulation von Lebewesen verbundenen Risiken für die menschliche Gesundheit und die Umwelt
- Fehlentwicklungen in Politik und Gesellschaft, die durch die Anwendung der Gentechnologie befördert werden: falsche Prioritäten im Gesundheitswesen, die Verschärfung der Abhängigkeit der Länder der Dritten Welt von den westlichen Industrieländern, die Durchsetzung genetischer Ideologien und eines reduktionistischen Menschenbildes usw.
- Grenzüberschreitungen (Tabuverletzungen) durch die Gentechnologie, mit der der Mensch sich zum Herrn über die Evolution aufschwingt und auch die Formen der lebendigen Natur, einschließlich seiner eigenen, nur noch als Ressourcen der Manipulation ohne Eigenwert konzipiert
- Kontrollverlust - die politische Ohnmacht der Gesellschaft gegenüber der in ihr inszenierten Dynamik von Wissenschaft und Technik. Diese Dynamik ist ein zentraler Faktor sozialen Wandels, von den Optionen privater Lebensführung, über die Produktions- und Arbeitsstrukturen bis hin zu Wertmustern und normativen Maßstäben. Politisches Handeln läuft dieser Dynamik weitgehend reaktiv hinter-

her. Es fehlen geeignete Institutionen und Verfahren, über die man sie begrenzen und steuern könnte.

In diesen Themen spiegeln sich zusammenhängende, aber unterschiedliche Problemdimensionen der Technikentwicklung. Sie liefern daher an sich auch unterschiedliche Begründungen für Einwände oder Widerstände gegen die Gentechnologie: Risiken, politische Präferenzen, moralische Vorbehalte, Partizipationsansprüche usw. Tatsächlich wird jedoch die öffentliche Auseinandersetzung um die Gentechnologie von der Risikothermatik dominiert. Es besteht eine Tendenz, Widerstände gegen die Gentechnologie soweit wie möglich unter die Risikothermatik zu bringen und politische Handlungsansprüche mit staatlicher Gefahrenvorsorge zu begründen. Folge dieser Tendenz ist eine steigende Beweglichkeit des gesellschaftlichen Bedeutungsfeldes des Risikobegriffs. Zwar bleibt die 'Wahrscheinlichkeit eines Schadens' der Kern des Begriffs, aber im Übrigen wird versucht, die Gefahrenwahrnehmung zu beeinflussen, Schadensbegriffe umzudefinieren und Zurechnungskriterien und Beweislästen zu verschlieben. Die Auseinandersetzung um die Risiken der Gentechnologie ist daher zugleich eine Auseinandersetzung um die Definition dessen, was noch als ein relevantes Risiko zu gelten hat. Die Fronten dieses semantischen Kampfes sind:

- die Ausdehnung des Schadensbegriffs von der Beeinträchtigung klassischer Rechtsgüter, wie Leben und Gesundheit und (neuerdings) der ökologischen Lebensgrundlagen auf die Unverträglichkeit mit wesentlichen sozialen politischen und kulturellen Strukturen unserer gegenwärtigen gesellschaftlichen Verfaßtheit
- die Dramatisierung hypothetischer Risiken, als die Möglichkeit eines Schadens, der gerade deshalb eintreten kann, weil unsere Voraussicht der Folgen und damit auch der eventuellen Gefahren der Anwendung neuer Technik grundsätzlich begrenzt ist
- die Erweiterung der Zurechnung von Mißbräuchen bei der Anwendung einer Technik unter dem Gesichtspunkt des "Wehret den Anfängen!"

Die bevorzugte Operationalisierung aller politischen Einwände gegen die Gentechnologie in der Risikokritik macht zwar die Risikobegriffe komplexer und bisweilen diffus. Aber sie ermöglicht umgekehrt auch die Bearbeitung, Rationalisierung und Kanallisierung dieser Einwände auf der Ebene von Risikoregulation und Risiko-Kommunikation. Die Vorschläge der ENQUETE-KOMMISSION 1987 sind typisch für den Versuch, die Gentechnologie mit Sicherheitsauflagen und Mißbrauchsverboten in die sozusagen normalen Bahnen der politischen Regulierung und die bekannten Konflikte um die Durchsetzung und Kontrolle solcher Regulierung gegenüber gesellschaftlichen Interessengruppen zu steuern. Zwar gibt es keine Garantie dafür, daß nicht jede durchgesetzte Regelung als unzureichend kritisiert und durch Verschärfung der Sicherheitsanforderungen beantwortet wird. Aber solche Kritik hat ihre eigenen Probleme. Selbst wenn man einräumt, daß Risikodefinitionen sozial und kulturell 'konstruiert' sind (vgl. DOUGLAS/WILDAVSKY 1982), so ist doch ihre semantische Flexibilität nicht unbegrenzt. Risikobehauptungen implizieren Kausalannahmen, die jedenfalls im Prinzip auch widerlegbar sein können. Und sie verlieren ihre politische Suggestivität, sobald sie Gefahrenzonen beschwören, die mit dem Einsatz der Technik nur noch sehr mittelbar verbunden sind oder an Unsi-

cherheiten und Unwägbarkeiten anschließen, die auch sonst für alle unsere Handlungen (und Unterlassungen) gelten.

Nun gilt keineswegs, daß die Kritik an den Risiken der Gentechnologie überwiegend den Risikobegriff bis an die Grenzen der Glaubwürdigkeit strapaziert. Aber die Versuchung dazu liegt besonders in den Bereichen nahe, in denen 'härtere' Risikothe men durch plausible Regelungen der Gefahrenabwehr, durch die genauere Kenntnis der Kausalzusammenhänge oder auch einfach durch die politische Erschöpfung der die Kontroverse tragenden Akteure erledigt zu sein scheinen.

## **2.2 Welche Risiken werden im Bereich der Gentechnologie gesehen und untersucht?**

'Gentechnologie' ist ein Sammelbegriff für eine Reihe von Verfahren und Methoden, die im Prinzip überall anwendbar sind, wo es um die Untersuchung, Änderung und Nutzung von Lebensvorgängen geht. Die folgende Tabelle von Risiken in der Gentechnologie kann nur Beispiele der möglichen Anwendungen im Bereich der Biotechnik und Biomedizin aufnehmen. Aufgeführt werden Fälle, die in der Öffentlichkeit Diskussionen ausgelöst haben und an denen sich verschiedene Typen von Risiken illustrieren lassen.

Anwendungsbereiche	diskutierte Risiken
GENFORSCHUNG	
experimentelle Neukombination von genetischem Material im Labor, Arbeiten mit Zellkul turen und Infektiösen oder krebsauslösenden Agenzien	unbeabsichtigte und unvorher- sehbarer Erzeugung neuer patho- gener Organismen aus der Rekom- bination von nicht-pathogenem Ausgangsmaterial, epidemische Verseuchung der Bevölkerung (oder von Nutztieren) durch neue Organismen, für die es keine Immunantwort gibt
	Gesundheitsschäden des Personals und weiterer Kontaktpersonen durch aus Zellkulturen freigesetzten endogenen Viren oder durch Infektion mit verwendeter DNA, etwa Onkogenen.
	Verseuchung der Umwelt durch neu- kombinierte Organismen, die aus dem Labor entweichen und sich unter natürlichen Umweltbedingungen etablieren und ausbreiten

## **GENETISCHE PRODUKTION IN GESCHLOSSENEN FERMENTERN**

<b>biotechnische Nutzung von neukombinierten Organismen in großem Maßstab, z.B. zur Umwandlung von Rohstoffen, zur Erzeugung von körpereigenen Substanzen als Pharmaka oder von neuen Impfstoffen</b>	<b>Verseuchung der Umwelt durch neukombinierte Organismen bei Unfällen</b>
	<b>Gesundheitsschäden des Personals durch Kontakt mit neukombinierten Organismen oder genetischem Material (Infektionen, Allergien) unvorhergesehene Prozesse im Fermenter; Änderungen der verwendeten Organismen, Entstehen toxischer Stoffwechselprodukte</b>

## **FREISETZUNG GENETISCH MANIPULIERTER MIKROORGANISMEN ODER VIREN**

<b>z.B. Optimierung von Bakterien- stämmen zum biologischen Abbau von Schadstoffen in Abwässern oder Veränderung der Toxizität von Viren zur Schädigungskon- trolle in der Landwirtschaft</b>	<b>unkontrollierte Ausbreitung der manipulierten Organismen in der Umwelt und Zerstörung bestehender ökologischer Systeme und Gleich- gewicht durch Verdrängung bislang establierten Arten</b>
	<b>Gesundheitsgefahren für Menschen und Schädigung nützlicher Lebe- wesen durch Kontakte mit den manipulierten Organismen</b>

	<b>horizontaler Gentransfer: Übertra- gung des experimentell eingefügten genetischen Materials auf beliebige andere Organismen, für die möglichen Auswirkungen weder getestet, noch vorhersagbar sind; Gefahr der Ent- stehung neuer oder der Veränderung des Wirtschaftsbereichs bekannter Schad- organismen</b>
--	---

## **LANDWIRTSCHAFT**

<b>z.B. Züchtung neuer ertrag- reicher Pflanzensorten und Tierarten oder Entwicklung von herbizidresistenten Nutzpflanzen, die durch den Einsatz von Herbiziden nicht geschädigt werden und daher das Spektrum der zur Unkraut- bekämpfung eingesetzten</b>	<b>Fortsetzung des Trends zu immer weniger noch leistungsfähigeren Sorten und Arten mit der Folge genetischer Verarmung und hoher Anfälligkeit für neue Schädlinge und Krankheiten</b>
	<b>zunehmender Einsatz von chemischen</b>

<b>Kontrolle einsetzbaren Herbizide vergrößeren</b>	<b>Pflanzenschutzmitteln und Tiermedikamenten mit Belastungen für Gewässer, Boden und Nahrungsmittel</b>
	<b>Rationalisierungsdruck und Beschleunigung des 'Strukturwandels' vom bäuerlichen Familienbetrieb zur Agroindustrie</b>

#### **PHARMAKA UND IMPFSTOFFE**

<b>z.B. Erzeugung körpereigener Substanzen (Interferone/ Endorphine) in für klinische Zwecke ausreichenden Mengen Kultur</b>	<b>Verfügbarkeit von neuen persönlichkeitsverändernden Drogen, Zunahme des Drogenmißbrauchs, Entstehen einer manipulativen Kultur</b>
	<b>unvorhersehbare und an Tiermodelle nicht testbare Nebenwirkungen</b>
<b>z.B. neue Lebendimpfstoffe (durch die Kombination des genetischen Materials, das zur Immunisierung verwandt wird, mit Vektoren, die den Menschen infizieren: Vakzinastategie)</b>	<b>Unterstützung der Symptombehandlung und einer 'Reparaturmedizin', die die gesellschaftlichen Ursachen von Erkrankungen ausblendet</b>
	<b>Freisetzung rekombinierter Organismen, Gefahr der Entstehung neuer virulenter Erreger</b>

#### **GENETISCHE DIAGNOSTIK**

<b>z.B. die Prognose zukünftiger behandelbarer oder unbehandelbarer Erkrankungen und Anfälligkeit für Krankheiten und Umweltgifte aus genetischen Anlagen</b>	<b>genetische Diskriminierung und Selektion von betroffenen Individuen auf dem Arbeitsmarkt und bei Versicherungen</b>
	<b>Förderung von Tendenzen zur Zwangsprävention, zumindest von Zwangsinformation über die genetischen Risiken für die eigene Gesundheit und die zukünftiger Kinder</b>
	<b>Datenschutzprobleme und Persönlichkeitsverletzungen durch genetische Ausforschung; sozialer und politischer Druck auf Frauen, sich pränataler Diagnostik zu unterziehen; Tendenzen zu staatlicher Zwangseugenik (Euthanasie im Mutterleib); Ausbreitung ungehemmter 'Wunschkindmentalität' und abnehmende Bereitschaft das Leben behinderter Menschen zu akzeptieren</b>

GENTHERAPIE	Vorbereitung privater oder staatlicher Menschenzüchtung, fließende Übergänge von der Korrektur defekter Gene zur Optimierung menschlicher Erbanlagen nach willkürlichen Zwecken  Förderung eines reduktionistischen Menschenbildes: Menschliche Natur als Ressource und Experimentierfeld
MILITÄRISCHE VERWENDUNG TERRORISMUS	Eröffnung neuer Fronten des Rüstungswettkampfs; Möglichkeiten krimineller Verwendung, etwa terroristische Drohung mit neu konstruierten pathogenen Mikroorganismen

**Tabelle 1:** Anwendungsbereiche und Risiken der Gentechnologie

Die folgende Matrix (Tabelle 2) ordnet die unterschiedlichen für die einzelnen Anwendungsbereiche diskutierten Risiken schematisch nach Schadensformen und Wahrscheinlichkeiten. Gleichsam vor die Klammer gehört das Risiko, daß die Technik wegen inhärenter Probleme nicht funktioniert oder obsolet wird. Es könnten sich beispielsweise gentechnisch produzierte körpereigene Substanzen als so nebenwirkungsreich oder giftig erweisen, daß sie schon deshalb als Pharmazeutika ausscheiden. Ein anderes Beispiel wäre etwa die mangelnde Stabilität von zu Züchtungszwecken übertragenen Genen (Herbizidresistenz, Schädlingsresistenz usw.), die zum schnellen Verlust der gewünschten Merkmale in der Generationenfolge führen würde. In diesen Fällen besteht das Risiko darin, daß das technische Ziel letztlich verfehlt wird und der Aufwand vertan ist. Da dann weitere Folgen in der Regel nicht zu erwarten sind, erübrigen sich Risikoüberlegungen und -bewertungen. Die hier aufgeführten Schadensformen betreffen mögliche Folgen funktionierender Gentechnologie. Es werden unterschieden: die Verletzung grundlegender Rechtsgüter, soziale und politische Fehlentwicklungen und kulturelle Verfallsprozesse.

Auf der Senkrechten sind Gesichtspunkte aufgeführt, nach denen Schadensereignisse unterschieden werden können: normale, jederzeit erwartbare Folgen der Anwendung der Gentechnologie, Folgen, die nur eintreten, wenn unbeabsichtigt (Unfall) oder beabsichtigt (Mißbrauch) Sicherheitsauflagen, Anwendungsverbote etc. durchbrochen werden, die der Kontrolle der von der Gentechnologie ausgehenden Gefahren dienen und schließlich hypothetische Risiken, von denen man annimmt, daß sie mit dem Einsatz der Gentechnologie verbunden sein könnten, ohne Art und Mechanismus des möglichen Schadensablaufs präzisieren zu können. Im letzteren Fall handelt es sich eigentlich um das Risiko, die Risiken nicht zu kennen.

Eine Klassifikation der Risiken der Gentechnologie nach diesem Schema enthält verborgene Wertungen. Sie geht implizit davon aus, daß die verschiedenen Risikotypen der Gentechnologie in unterschiedlicher Weise zugerechnet werden und daher auch die Frage, ob eine Beschränkung oder ein Ausschluß der Nutzung der Gen-

	Verletzung grundlegender Rechtsgüter	soziale und politische Fehlentwicklungen	kultureller Verfall und kultureller Wandel
<b>Folgen des Normalbetriebs der GT</b>	<p>Gesundheitsschäden im Labor und bei der Produktion durch Kontakt mit pathogenem oder toxischen Material: Infektionen durch verwendete Organismen (oder aus Zellkulturen freigesetzte endogene Viren), Allergien/Autoimmunkrankheiten durch hochwirksame biologische Produkte. Krebs durch Infektionen mit genetischem Material</p> <p>Umweltschäden und lokale ökologische Destabilisierung durch unkontrollierte Ausbreitung und unvorhersehbare Wechselwirkungen freigesetzter rekombinierter Organismen in natürlichen Ökosystemen</p>	<p><i>Im Gesundheitsbereich</i></p> <p>Tendenzen zu präventivem Zwang, zumindest in Form von Zwangsinformation über genetische Risiken für die eigene Lebensführung und die Fortpflanzung</p> <p>Funktionswandel ärztlichen Handelns: von der Heilung betroffener Patienten zur sozialen Kontrolle (noch) gesunder Bevölkerung</p> <p><i>In der Sozialpolitik</i></p> <p>Ideologie der 'Lösung' des Behindertenproblems durch genetische Selektion, Schwächung der Solidarität mit behinderten Menschen</p> <p>Ausbreitung einer ungehemmten 'Wunschkindmentalität' mit immer weitergehenden Selektionsansprüchen in Bezug auf die 'Normalität' der geborenen Kinder</p> <p>zunehmende genetische Ausforschung und gesellschaftliche nach genetischen Anlagen (Arbeitswelt, Versicherung)</p> <p><i>In der Landwirtschaft</i></p> <p>Unterstützung des Trends zu extremer Spezialisierung und Intensivierung der Produktion: Fortsetzung der Verdrängung bäuerlicher Landwirtschaft br. Entwicklung neuer Biowaffen und genetischer Rüstungswettlauf</p>	<p>Verbreitung reduktionistischer Konzepte und technischer Einstellungen gegenüber der menschlichen Natur, einschließlich der Merkmale von Persönlichkeit</p> <p>Drogenkonsum als zunehmend normales Verhalten</p> <p>schriftweise Gewöhnung an genetische Optimierungen des Menschen, beginnend etwa mit der Übertragung von Krankheitsresistenzen</p>
<b>Folgen von Unfällen und Mißbräuchen der GT</b>	<p>Gesundheitsschäden und Umweltschäden bei Bruch des physikalischen Containment (s.o.)</p> <p>genetischer Terrorismus Drohung mit absichtlich erzeugten neuen pathogenen Organismen</p>		
<b>hypothetische Risiken</b>	<p>Gesundheitsschäden (Epidemien durch neue pathogene Organismen, die unbeabsichtigt und unvorhersehbar aus der Rekombination nicht-pathogenen genetischen Materials entstehen)</p> <p>Versuchung der Umwelt durch die unkontrollierte Ausbreitung von unvorhergesehenen neuen Organismen mit unvorhersehbaren Eigenschaften, die durch Genaustausch mit gezielt oder durch Unfall freigesetzten rekombinierten Organismen entstehen</p>	<p>systematische gesellschaftliche Differenzierung nach genetischen Merkmalen, genetische Ausforschung ohne Datenschutz</p> <p>staatliche Zwangseugenik: Zwang zur Abtreibung behinderter Föten, Zwangsterilisation und Euthanasie behinderter Menschen</p> <p>gesellschaftliche Entwertung der Frauen zu Produktionsmaschinen für 'qualitätskontrollierte' Nachkommen</p> <p>staatliche Menschenzüchtungsprogramme (Orwell, strahlenresistente Soldaten)</p>	

**Tabelle 2: Risiken der Gentechnologie nach Typen (Schadensformen)**

technologie mögliches, notwendiges und akzeptables Mittel der Abwehr drohenden Schadens ist, verschieden zu beantworten ist.

Wenn man nicht die Verletzung von Rechtsgütern, etwa Eingriffe in das Leben oder die Gesundheit oder Beeinträchtigungen des Naturhaushaltes, sondern soziale und politische Fehlentwicklungen geltend macht, etwa falsche Prioritäten in der Gesundheitspolitik, die Gefährdung der Solidarität mit Behinderten, die Förderung des Trends zur Agroindustrie auf Kosten der bäuerlichen Landwirtschaft etc., operiert man mit einem schwächeren Schadensbegriff. Zwar können u.U. solche Fehlentwicklungen mittelbar ebenfalls zur Verletzung fundamentaler, in der Gesellschaft unbestritten geltender Werte führen - wenn es nicht gelingt, sie zu korrigieren oder zu kompensieren. Unmittelbar bedeuten sie häufig nur die Vereitelung von Präferenzen für wünschbare Entwicklungen, für die man konsensuelle Deckung in der Gesellschaft nicht ohne weiteres erwarten kann. Im Übrigen sind solche Fehlentwicklungen meist Trends, die unabhängig von der Anwendung der Gentechnologie bestehen, also durch diese weder ausgelöst werden, noch durch Regulierung der Gentechnologie nennenswert korrigiert werden können.

Das Risiko des Mißbrauchs ist mit jeder Technik verbunden und ihr zuzurechnen. Die Frage kann allenfalls sein, wie weit man den Gebrauch einer Technik einschränken soll und kann, um ihrem Mißbrauch vorzubeugen.

Von kulturellem Verfall oder Wandel sollte man sprechen, wenn man das Risiko im Auge hat, daß die normativen Schranken der Technikanwendung überhaupt zusammenbrechen und Mißbräuche massenhafte, z.B. staatliche Praxis werden (Zwangseugenik nach nationalsozialistischem Muster), oder wenn man annimmt, unter dem Eindruck der Möglichkeiten der Gentechnologie könnte, was heute noch als eindeutig wertwidrig begriffen wird (etwa Menschenzüchtung), mehr und mehr als in Wahrheit unproblematisch und legitim angesehen werden. Im ersten Fall wäre die Gentechnologie sicher nicht kausal für das Durchbrennen der normativen Sicherungen in der Gesellschaft und die Verheerungen, die unter solchen Bedingungen angerichtet werden können, sind nicht entscheidend von der Verfügbarkeit gerade der Gentechnologie abhängig - wie die Geschichte zeigt. Im zweiten Fall ist die Frage, unter welchen Umständen die Möglichkeit eines kulturellen Wandels, der die in der Gesellschaft akzeptierten Standards des moralisch Richtigen und Vertretbaren verschiebt, überhaupt als Risiko (= Schadenswahrscheinlichkeit) begriffen und einer Technik zugerechnet werden kann.

Die Berufung schließlich auf bioß hypothetische Risiken ist heute unter dem Gesichtspunkt einer möglichst effektiven Gefahrenvorsorge (Reaktion schon auf den Gefahrenverdacht) im Prinzip zugestanden. Unklar kann nur sein, welche Anhaltspunkte für mögliche Gefahren man fordert, um hypothetische Risiken gegen die immer mögliche Warnung, daß irgendetwas Unvorhergesehens passieren kann, abzutrennen.

Die in den Abstufungen dieser Matrix enthaltenden Wertungen sind umstritten. Aber den durch die Matrix gebildeten unterschiedlichen Typen von Risiken wird in den öffentlichen Diskussionen um die Gentechnologie wenigstens implizit durch die Differenzierung von Argumenten Rechnung getragen.

## **2.3 Gibt es Meinungsunterschiede über die Risiken der Gentechnologie?**

Risikoargumentationen verknüpfen empirische Befunde und Annahmen über oft sehr komplexe tatsächliche Zusammenhänge mit sozialen Wertungen und bleiten daher praktisch beliebige Ansatzpunkte für Meinungsunterschiede. Bestehen die behaupteten Risiken? Sind die antizipierten Schadensmöglichkeiten realistisch? Wie wahrscheinlich sind sie? Lassen sie sich empirisch testen? Sind Tests zuverlässig und prognostisch aussagekräftig? Sind theoretische 'Restrisiken' und grundsätzliche Grenzen unserer Erkenntnismöglichkeiten als relevante Risiken in Betracht zu ziehen? Sind hypothetische Risiken zu berücksichtigen? Welche mittelbaren Folgen, mögliche Verwendungen etc. sind einer Technik noch als Risiko zuzurechnen? Sind Sicherheitsmaßnahmen und Mißbrauchsregelungen möglich und verlässlich?

Meinungsunterschiede über Risiken können in dieser Situation sowohl Ursachen wie Folgen von Kontroversen über eine Technik sein (vgl. auch Frage 2.5). Und ob sie auftreten oder verschwinden, hängt nicht nur vom Zustand und der Entwicklung unseres empirischen Wissens ab, sondern ebenso von der Legitimität Innovatorischen Handelns in der Gesellschaft, vom Vertrauen in politische Institutionen und deren Handlungsfähigkeit oder von der Mobilisierung bzw. Erschöpfung technikkritischer sozialer Bewegungen.

In der Thematisierung von Risiken der Gentechnologie hat es in den letzten 10 Jahren Verschiebungen gegeben:

- von den Problemen der Sicherheit der Technik hin zu den sozialen, politischen und moralischen Implikationen ihrer Verbreitung in der Gesellschaft
- innerhalb der Sicherheitsprobleme von hypothetischen Risiken mit katastrophalem Schadenspotential zu nachweisbaren Gefahren mit meist begrenztem Schadenspotential
- innerhalb der Diskussion um hypothetische Risiken von den Gefahren der Arbeit im Labor oder der Produktion in geschlossenen Anlagen zu den Gefahren der Freisetzung manipulierter Organismen oder Viren in die natürliche Umwelt

Die stärkere Thematisierung der Folgen verschiedener Anwendungen der Gentechnologie hat die Meinungsunterschiede hinsichtlich der Risiken sicher nicht verringert, sondern eher erhöht. Aber sie hat deren Status und Fokus verändert. Unterschiedliche empirische Annahmen, Prognosen und Einschätzungen zu den Folgen der Gentechnologie-Anwendung konvergieren mit den Unsicherheiten und Bewertungsproblemen, die für die jeweiligen Handlungsfelder überhaupt bestehen: Führt die Einführung neuer Hochleistungssorten in der Landwirtschaft zu weiterer genetischer Verarmung in der Züchtung oder im Anbau? Beschleunigt sie die Konzentration der Produktion in großen agro-industriellen Komplexen? Steigert oder verringert der Einsatz von herbizidresistenten Nutzpflanzen den Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel? Erhöht Produktivitätssteigerung in der Wirtschaft der Industrieländer unter den gegebenen Bedingungen zwangsläufig die Misere der Länder der Dritten Welt? Ist die Solidarität mit behinderten Menschen durch die Verbreitung der pränatalen Diagnostik gefährdet? Hat diese Solidarität in den letzten Jahrzehnten eher zu- oder abgenommen? Kann man Tendenzen zur Manipulation der mensch-

lichen Natur mit gesetzlichen Maßnahmen wirksam entgegentreten? Ist Wettrüsten unvermeidlich?

Risikodiskussionen werden durch die Verteilung auf die verschiedenen Anwendungsbereiche der Gentechnologie differenziert und 'normalisiert'. Sie können in den jeweiligen Handlungsfeldern unabhängig voneinander abgearbeitet werden (wofür das Spektrum der von der Enquetekommission vorgeschlagenen Detailregelungen ein Beleg ist), ohne die generelle Frage zu provozieren, ob Gentechnologie überhaupt eine gesellschaftlich vertretbare technische Option ist (vgl. aber zu Fragen 2.5 u. 2.6).

Letztere Frage hat sich insbesondere im Hinblick auf die möglichen Sicherheitsrisiken der Gentechnologie gestellt. Am Anfang der Debatte stand die Frage, ob es denkbar sei, daß durch genetische Manipulation in unvorhersehbarer Weise aus an sich harmlosen Organismen gefährliche human- oder tierpathogene Krankheitserreger werden könnten, die sich, einmal dem Labor entwischen, über die ganze Welt verbreiten und katastrophale Opfer fordern würden. Die Möglichkeit einer solchen Gefahr blieb hypothetisch. Diese 'Hypothetizität' ist jedoch von anderer Art als die der Risiken der Kernkraft (HÄFELE 1974), wo es darum geht, daß man die empirische Häufigkeit des Eintritts eines der Art und der Kausalität nach bekannten Schadensereignisses (Kernschmelze) nicht im trial-and-error-Verfahren austesten kann. Bei der Gentechnologie gab es keine Beispiele für die vermutete Gefahr, und man konnte keinen Mechanismus demonstrieren, wie sie zu realisieren wäre. Die Warnung vor der Gentechnologie spiegelte in diesem Fall nicht die Kenntnis von Gefahren, sondern die Unkenntnis darüber, ob es Gefahren dieser Art gibt und das Risiko, das in solcher Unkenntnis liegt. Dieses Risiko bleibt im Prinzip unbestimmt. Genau deshalb lehnten viele Wissenschaftler die Berücksichtigung solcher Risiken überhaupt ab. Andere dagegen plädierten gerade mit Rücksicht auf diese Unbestimmtheit für einen totalen Verzicht auf gentechnische Eingriffe. Die gleichsam letzte Runde dieser Auseinandersetzung wurde in einer Anhörung des BMFT 1979 ausgetragen.

Die Sicherheitsrichtlinien, die in der zweiten Hälfte der 70er Jahre in den meisten Ländern erlassen wurden, steuerten einen Mittelweg. Sie ermöglichten die Fortsetzung der Genforschung unter Auflagen, die gewährleisten sollten, daß manipulierte Organismen nicht aus dem Labor entweichen können. Dazu mußten physikalische Einschlußbedingungen beachtet werden (physikalisches containment), und als Empfängerorganismen für die Übertragung fremder Gene durften nur zugelassene Sicherheitsstämme verwendet werden, die außerhalb des besonderen Milieus der Laborbedingungen nicht überlebens- und konkurrenzfähig sind. (RICHTLINIEN 1978)

Inzwischen sind die Sicherheitsprobleme der Gentechnologie, soweit es um Forschung im Labor und Produktion in geschlossenen Anlagen geht, ebenfalls ein Stück weit 'normalisiert' worden. Das Szenario der unvorhersehbaren Erzeugung eines gefährlichen Killerorganismus aus Ausgangsmaterialien, die weder pathogen noch toxisch sind, wird nur noch selten beschworen. Diskutiert werden überwiegend Gefahren, für deren Bestehen es klare Indizien gibt oder die jedenfalls im Prinzip getestet werden können. Der aus diesen Gefahren drohende Schaden ist meist begrenzt. In der Regel steht die Gesundheit des Labor- bzw. Produktionspersonals auf dem

Spiel. Sicherheitsmaßnahmen gegen solche Gefahren lassen sich definieren. Als 'normalisiert' in diesem Sinne betrachte ich etwa Probleme der folgenden Art:

- Können beim Arbeiten mit Zellkulturen endogene Viren freigesetzt werden und treiben die Sicherheitsmaßnahmen aus, Infektionen des Personals zu vermeiden?
- Kann durch eine versehentliche Infektion mit genetischem Material (sog. nackter DNA oder Oncogenen) bei den Betroffenen Krebs ausgelöst werden?
- Kann der Kontakt mit körpereigenen biologisch hochaktiven Eiweißstoffen Autoimmunkrankheiten auslösen?
- Sind die Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit Material aus pathogenen Organismen oder Viren (insbesondere Retiviren) ausreichend?

Diese Sicherheitsprobleme sind gravierend und in vieler Hinsicht ebenfalls umstritten. (vgl. dazu KOLLEK u.a. 1986 einerseits, ENQUETE-KOMMISSION 1987, 194-213 andererseits; gegen die 'Erledigung' der Diskussion um die aus der Unbestimmbarkeit von Gefahren resultierenden 'Restrisiken' der Gentechnologie auch KOLLEK 1988) Aber von den unterschiedlichen Einschätzungen hängt nunmehr vielleicht noch ab, ob man die eine oder andere Anwendung der Gentechnologie unterläßt, bzw. unter drastische Auflagen stellt, nicht mehr ob die Gentechnologie als Ganze überhaupt zu verantworten ist. (vgl. auch unten zu Frage 2.6)

Grundsätzliche Meinungsunterschiede bestehen dagegen nach wie vor hinsichtlich der möglichen Risiken einer gezielten Freisetzung genetisch manipulierter Mikroorganismen und Viren in die natürliche Umwelt (zusammenfassend: ESA 1984, HALVORSON u.a. 1985, NAS 1987). Die besondere Problematik liegt hier darin, daß das biologische containment durch abgeschwächte Empfängerorganismen, das für Labor- und Produktionsanwendungen der Gentechnologie immer als entscheidender Sicherheitsfaktor gegolten hat, per definitionem unanwendbar wird. Man kann also nicht erst einmal vorbeugend verschärzte Sicherheitsauflagen definieren, unter denen man eine Reihe von Jahren experimentieren und Erfahrung darüber gewinnen kann, ob vermutete Risiken sich bestätigen lassen. Freigesetzte Organismen müssen robust und überlebensfähig sein und sich wenigstens bis zu einem gewissen Grade in der Umwelt etablieren, um technisch wirksam zu werden. Die möglichen genetischen und ökologischen Wechselwirkungen dieser Organismen mit ihren Umwelten sind aber unmöglich vollständig zu testen und vorherzusagen. Über diesen Sachverhalt besteht weitgehend Konsens. Die Meinungsunterschiede beginnen bei der Frage, ob es Möglichkeiten gibt, die bestehenden Ungewißheiten zu reduzieren und welche Konsequenzen aus ihnen zu ziehen sind:

- Sind Äquivalente zu einem biologischen containment auch bei der Freisetzung denkbar? Kann man die freizusetzenden Organismen so verändern, etwa durch eingebaute Selbstvernichtungsmechanismen, daß sie gleichsam ökologisch entwaffnet werden? Wären solche Veränderungen stabil? Würden sie evtl. Risiken verringern?
- Sind die Risiken deutlich geringer, wenn nicht-pathogene Stämme als Empfängerorganismen verwendet werden, wenn der Gentransfer auf Arten derselben Gattung beschränkt wird, wenn nicht neue Gene eingesetzt, sondern nur normalerweise vorhandene herausgeschnitten werden (Deletionsmutanten)?

Sind die Risiken geringer oder vielleicht eher größer, wenn nicht Gene, die für ein bestimmtes Produkt kodieren, sondern regulatorische Sequenzen übertragen werden?

- Kann man überhaupt Sicherheitsforschung definieren, um bestehende Risiken abzuklären? Sind Testergebnisse aus Modellsystemen (Gewächshäusern) auf natürliche Umwelten übertragbar? Kann man ökologische Risiken überhaupt nur testen, indem man sie eingehet?

Vor diesem Hintergrund wird die Frage entscheidend, ob die Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen etwas grundsätzlich 'Neues' ist oder ob sie mit der Freisetzung von Organismen verglichen werden kann, die mit klassischen Methoden gezüchtet worden sind. (Für letztere Position, siehe NAS 1987, 22)

Zum Teil wird auf die Jahrzehntelangen Erfahrungen mit der Freisetzung von selegierten Mikroorganismen, etwa von Rhizobienstämmen zur Düngung im Gemüsebau oder von Baculoviren zur biologischen Kontrolle von Schadinsekten im Obstbau verwiesen und diese Praxis als eine Art implizite Sicherheitsforschung für die Freisetzung in Anspruch genommen (BRILL 1985). Allerdings könnte dieser Vergleich, selbst wenn er zulässig wäre, nur bedingt beruhigen. Die Geschichte der Einführung neuer Pflanzen und Tiere in andere Ökosysteme bietet viele Beispiele für unbedachte oder unvorhersehbare überraschende Auswirkungen (SHARPLES 1983, SUKOPP 1986). Die ENQUETE-KOMMISSION (1987, 233ff.) hat daher aus der Parallelisierung der Freisetzung gentechnisch erzeugter und mit klassischen Methoden gezüchterter Mikroorganismen auch die Konsequenz gezogen, daß letztere ebenfalls einer besseren Überwachung bedürfen. Insbesondere ist mit ökologischen Problemen dann zu rechnen, wenn neu eingeführte Organismen 'exotisch' sind, also in Ökosysteme gebracht werden, die in keiner Weise auf diese Organismen eingestellt sind, etwa keine natürlichen Feinde hervorgebracht haben. Unter ökologischen Bedingungen sind viele gentechnisch modifizierte Organismen 'exotischen' vergleichbar, denn die Modifikationen betreffen häufig gerade die limitierenden Bedingungen für die ökologische Rolle bisheriger Arten: etwa das Substrat von dem sie sich nähren können, die Temperatur, die sie vertragen, Resistenz gegen bisherige Feinde etc. (COLWELL u.a. 1985).

Im Übrigen ist aber die Parallelisierung gentechnisch veränderter und klassisch gezüchterter Organismen selbst umstritten (ESA 1984). Die Gentechnologie kann Verbindungen zwischen den Genen von in der Evolution weit voneinander entfernten Arten realisieren. Ein Gen für das menschliche Wachstumshormon in coli-Bakterien geht zwiefellos weit über alles hinaus, was klassische Züchtung kann, und ist vermutlich auch im Rahmen natürlicher Evolutionsprozesse niemals probiert worden. Vor allem aber können die freigesetzten Organismen die Ihnen übertragenen Fremdgene verlieren und an beliebige andere Stämme übertragen. Welche phänotypischen Veränderungen und ökologischen Folgen die Gene dabei hervorrufen können, ist unvorhersehbar. Diesem Argument wird entgegengehalten, daß Gentransfer in der Natur ohnehin ein häufiges Phänomen ist. Auch in dieser Hinsicht sei die Gentechnologie daher letztlich nichts Neues und der mögliche Beitrag freigesetzter manipulierter Pflanzen zu den ohnehin stattfindenden Austauschprozessen sei zu vernachlässigen (BRILL 1985, 116).

## **2.4 Frage: Zwischen welchen Gruppierungen gibt es Konflikte und welche Rolle spielen verschiedene Akteure?**

Konflikte um die Gentechnologie sind bislang typischerweise auf das Medium der öffentlichen Meinung und die institutionalisierten Verfahren politischer Regelung begrenzt. Auseinandersetzungen werden in Form von Veröffentlichungen, Kongressen, Resolutionen, Anträgen, parlamentarischen Initiativen und gerichtlichen Interventionen geführt. Es fehlen die Aktionsformen, die etwa den Widerstand gegen die Kernkraftnutzung, die Nachrüstung oder die Errichtung von Großanlagen, wie die Startbahn West, gekennzeichnet haben: massive Demonstrationen mit zivilem Ungehorsam und militärischen Handlungen bis hin zu politischen Straftaten. Gelegentliche Angriffe auf Objekte der Gentechnologie (etwa ein Einbruch in die genetische Beratungsstelle der Universität Münster, ein oder zwei Anschläge auf Genlabors, die die Frauengruppe 'Rote Zora' verübt haben soll, die Verwüstung eines Versuchsfeldes für die Freisetzung von Mikroben in Kalifornien usw.) sind Ausnahmefälle geblieben und haben jedenfalls nicht dazu geführt, daß gentechnische Anlagen ähnlich bewacht werden müßten, wie kerntechnische.

Die vergleichsweise undramatischen Konfliktformen mögen einerseits daraus zu erklären sein, daß es bislang oder überhaupt an gentechnischen Großanlagen fehlt, an denen sich demonstrative Handlungen, wie Blockaden, Sternfahrten, Besetzungen u.ä., kristallisieren ließen. Gentechnische Verfahren oder Produkte, die überall verwendet werden können, eignen sich schlecht als Ziel von Demonstrationen. Am ehesten könnte man sich noch Aktionen gegen die Errichtung von gentechnischen Produktionsanlagen vorstellen (Fall: Insulinproduktion bei Höchst). In diesen Fällen aber wird häufig der eindeutig medizinische Zweck der bisher angestrebten Produkte (Insulin, Interferon, Faktor VII, TPA) einer Radikalisierung des Protestes entgegenwirken. Tatsächlich scheint die geringe Radikalität der Konfliktformen auch daraus erklärbar zu sein, daß es angesichts der vielfältigen Anwendungsbereiche und -formen der Gentechnologie zunehmend schwer fällt, allgemein und hinreichend unambivalenten moralischen Widerstand gegen 'die' Gentechnologie schlechthin zu mobilisieren. Es ist - um ein krasses Beispiel zu bilden - leichter zu vermitteln, daß man ein Raketendepot blockieren soll, als daß man ein AIDS-Labor besetzen müßte. Zwei unterschiedliche Arenen der Konflikte um Gentechnologie mit unterschiedlichen Themen und Akteuren zeichnen sich bislang ab:

- 1. Die Kritik an der Gentechnologie verteilt sich auf die verschiedenen Anwendungsbereiche.**

Involviert sind hier vor allem Akteure, die politische und gesellschaftliche Fehlentwicklungen in diesen Bereichen thematisieren. Die Gentechnologie ist Gegenstand des Protests, weil und sofern sie diese Fehlentwicklungen unterstützt. Der Protest mag sich punktuell auf die Gentechnologie zuspitzen, aber er gilt ihr nicht als solcher und hängt auch nicht von ihr ab. Die Gentechnologie ist Teil eines umfassenderen, für die jeweiligen Akteure unterschiedlichen 'Syndroms'. Initiativen von Behinderten bekämpfen genetische Beratung und eugenische Abtreibung, weil sie eine gesellschaftliche Abwertung des Lebens behinderter Menschen befürchten. Teile der Frauenbewegung reklamieren, daß In-vitro-

Befruchtung und pränatale Diagnostik die Frauen (einschließlich ihrer Embryonen) zu Experimentierobjekten männlicher Wissenschaft und zur Ressource von Bevölkerungspolitik degradieren. Naturschützer wenden sich gegen die Instrumentalisierung der Natur durch Patente für genetisch manipulierte Pflanzen und Tiere. Anhänger der Bauernopposition und des alternativen Landbaus kritisieren die Konstruktion von neuen Hochleistungssorten und 'Superkühen', die den Agrochemikalleneinsatz und die Verdrängung kleiner Betriebe forcieren werden. Pestizidaktionsnetzwerke protestieren gegen herbizidresistente Nutzpflanzen. Gewerkschaftsvertreter lehnen genetische Tests an Arbeitnehmern ab. Dritte-Welt-Gruppen protestieren gegen den 'Export' gefährlicher Experimente in die unterentwickelten Länder usw. Die politischen Parteien engagieren sich ebenfalls in verschiedenen dieser Kritikbereiche.

In keinem dieser Teilbereiche ist die Wende gegen die Gentechnologie so etwas wie diffuse Angst von Laien gegen eine ihnen von Fachleuten aufgezwungene technische Modernisierung. Sie beruht auf der Kenntnis, nicht auf der Unkenntnis der Technik. Die Kritik stützt sich auf Gegenexperten, die häufig 'dissidente' Wissenschaftler aus etablierten Wissenschafts- und Technikinstitutionen sind. Eine Eskalation der Kritik an der Gentechnologie zu Protesten, Demonstrationen, Käuferboykotten, Musterprozessen u.ä. ist jederzeit möglich.

Es fragt sich jedoch, ob die verschiedenen Kritiken an der Gentechnologie unter einheitlichen Handlungszielen organisationsfähig sind. Die Forderungen der beteiligten Akteure zielen auf sehr unterschiedliche Politikfelder. Auf Kongressen und mit Informationsdiensten (Gen-ethisches Netzwerk, Berlin) wird ihre Koordination versucht. Das aber bleibt eine Integration kritischer Reflexion zu politisch brisanten Themen, von der Gewalt gegen Frauen, über die Diskriminierung von Behinderten, die Zerstörung der Umwelt und den Überwachungsstaat, bis hin zur Ausbeutung der Dritten Welt. Handlungskoalitionen entstehen aus dieser Koordination nicht ohne weiteres. Ob die Summe der Proteste gegen die Gentechnologie jemals wie beim Widerstand gegen die Kernkraft eine soziale Bewegung gegen die Gentechnologie als solche hervorbringen wird, ist daher offen. Bislang zeichnet sich eine aktionsfähige Einheit von Behinderteninitiativen, Frauengruppen, Bauernopposition, Naturschützern, Gewerkschaftern usw. jedenfalls noch nicht ab. Am ehesten ließe sich eine solche Einheit noch in der Auseinandersetzung um die Sicherheit der Gentechnologie herstellen. Vermutlich wäre mit massiven Konflikten zu rechnen, falls versucht wird, die Öffentlichkeit bei der Freisetzung von manipulierten Mikroorganismen zu überrumpeln.

## 2. *Umfassende Kritiken an der Gentechnologie als Ganzes werden zu Plädoyers der Gegenkultur und Gegenöffentlichkeit entschärft.*

Detailkritiken an einzelnen Anwendungen der Gentechnologie lassen sich meist problemlos in plausible, was nicht heißt erfolgreiche, Forderungen nach politischen Maßnahmen oder Regulierungen übersetzen. Man denke an die Forderung nach einem Verbot von Keimbahnmanipulationen und Embryonenexperimenten, die Einsprüche gegen die Genehmigung der Produktionsanlage für Humaninsulin bei Höchst oder das Votum des Forschungs- und Technologieausschusses des Europaparlaments gegen den Einsatz von Rinderwachs-

tumshormonen in der Landwirtschaft. Die Ablehnung der Gentechnologie als Ganzes läßt sich offenbar nicht ähnlich politisch operationalisieren. Jedenfalls hat sich die Forderung nach einem Moratorium für Gentechnologie oder nach einem Ausstieg aus der Gentechnologie auch nicht annähernd als so zugkräftig erwiesen, wie etwa die Forderung nach Abschalten der Kernkraftwerke. Der Grund dafür ist offenbar ein unwiderstehlicher Zwang zur Differenzierung der Reaktionen gegenüber der Gentechnologie. Auch die GRÜNEN, die sich in ihrem Hagener Parteitagsbeschuß 1985 eindeutig auf die uneingeschränkte Ablehnung der Gentechnologie festgelegt hatten, haben in ihrem Sondervotum zum Bericht der ENQUETE-KOMMISSION (1987, 326) (und in späteren Diskussionen zur Aids-Forschung) zumindest für den Gesundheitsbereich Ausnahmen zugelassen. In den Parteien werden solche Differenzen bisweilen von den 'Experten' und Repräsentanten übergeordneter Gremien gegen radikalere Stimmungen an der Basis durchgesetzt. Das gilt auch für die SPD. Dort vertreten etwa die Aktivistinnen der Arbeitsgemeinschaft Sozialdemokratischer Frauen in Bezug auf die In-vitro-Befruchtung und die daran anschließenden Perspektiven der Gentechnik, einschließlich pränataler Diagnostik deutlich radikalere Positionen, als sie auf der Ebene des Parteivorstandes formuliert werden (SPD 1985).

Die Differenzierung und damit die partielle Akzeptanz der Gentechnologie, ist bedingt durch die relative Entwarnung, die in Bezug auf die grundsätzlichen Sicherheitsprobleme gentechnischen Arbeitens überhaupt stattgefunden hat. Sie würde möglicherweise in dem Moment entfallen, wo ein größerer Unfall (ein Tschernobyl der Gentechnologie) die Existenz bisher unbekannter und unkontrollierbarer Gefahren belegen würde. Unter Voraussetzung der Entwarnung - wie immer sie zustande gekommen sein mag (s. Frage 2.6) - verlieren die radikalen Einwände gegen die Gentechnologie ihre politische Stoßkraft. Typischerweise werden beunruhigende Fragen aufgeworfen, die unsere sozialen, politischen und kulturellen Institutionen insgesamt betreffen: Sollten wir unser Verhältnis zur Natur nicht neu definieren? Brauchen wir neue Tabus? Sollten die Beweislagen für Ungewißheiten und unbestimmte Gefahren technischen Handlins neu verteilt werden? Müssen wir unsere Werte verändern? Die Einwände bleiben bei aller Eindringlichkeit oft moralische Appelle und Warnungen, Plädoyers für mehr Sensibilität und Reflexion, kurz: eher Entfaltung von Problemsichten als Propagierung von Lösungsvorschlägen, um deren Durchsetzung sich Konflikte kristallisieren könnten. Die Radikalität der in dieser Auseinandersetzung mit der Gentechnologie aufgeworfenen 'issues' steht in umgekehrtem Verhältnis zu deren politischer Operationalisierbarkeit.

Das besagt weder etwas über die Berechtigung, noch über die Wirksamkeit dieser Issues. Sie sind Ausdruck des wachsenden 'Unbehagens an der Kultur', des Verdachts, daß die institutionalisierte high-tech-Mentalität, von der wir offiziell so viele Lösungen unserer Probleme erwarten, Teil des Problems ist. Es gibt, weit über das Spektrum des einschlägigen Flügels der GRÜNEN hinaus, eine starke kulturelle Unterströmung, die zur Fundamentalisierung der Probleme unseres Umgangs mit moderner Technik drängt. In gewissem Sinne tritt die 'technologische Frage' an die Stelle der 'sozialen Frage' als zentrale Interpretation gegenwärtiger gesellschaftlicher und ökologischer Krisen - mit der drama-

tischen Implikation, daß von der Lösung dieser Frage das Überleben, nicht bloß die Gerechtigkeit abhängt.

Fundamentale Vorbehalte gegen die Gentechnologie, die als Symbol moderner high-tech gilt, werden von unzähligen Akteuren in den Reflexionsinstanzen der Gesellschaft thematisiert, auf Kirchentagen, Akademietagungen, Volkshochschulkursen und Universitätsseminaren, in Grundsatzreferaten politischer Parteien und sogar auf Festversammlungen der Wirtschaftsverbände. Offenbar vermag auch die Erfahrung, daß die Gentechnologie in Teillbereichen nicht nur ohnehin kommt, sondern auch sinnvolle Leistungen zu bieten hat, die man im Bedarfsfall sicher ungeniert in Anspruch nehmen würde (etwa bei Produkten im Gesundheitsbereich), die Vorbehalte gegen die 'Richtung als ganze' nicht wesentlich zu modifizieren. (Vielleicht werden sie durch das schlechte Gewissen über die eigene Verstrickung sogar genährt.) Mit der Forderung nach Konsistenz lassen sich die Reaktionen auf die Perspektiven der Gentechnologie jedenfalls nicht wirksam kritisieren. Die Medien sind im übrigen ein exakter Spiegel dieser Inkonsistenz. In Ihnen werden nebeneinander sowohl die Leistungen der Gentechnologie dargestellt und als mögliche Fortschritte bei der Lösung unserer vielfältigen Probleme diskutiert, wie auch fundamentale Kritiken an diesem Fortschrittsmodell entfaltet.

Es spricht wenig dafür, daß die kulturkritischen, philosophischen und moralischen Widerstände gegen die wissenschaftlich-technische Modernisierung sich im Fall der Gentechnologie zu einem politischen Konflikt um die Fortsetzung oder Einstellung der Genforschung und der Gentechnologie überhaupt organisieren ließen. Aber diese Widerstände dürften die Suche nach geeigneten Institutionen der Technikfolgenabschätzung und der Risikovorsorge bei den einzelnen Anwendungen der Gentechnologie zum politischen Dauerproblem werden lassen. Und sie nähren die Konfliktbereitschaft in der Auseinandersetzung um angemessene Regelungen der Gentechnologie in diesen Anwendungsbereichen.

## **2.5 Worauf lassen sich die Kontroversen über die Risiken der Gentechnologie zurückführen?**

Man kann den Gründen für Kontroversen über die Risiken der Gentechnologie auf verschiedenen Ebenen nachgehen:

- auf der Ebene der Interessen der Kontroversen der Beteiligten, insbesondere auch des Interesses an der Kontroverse selbst
- auf der Ebene der Inhalte der Kontroversen, also der umstrittenen Sachverhalte
- und auf der Ebene der Verfahren, nach denen in unserer Gesellschaft bei bestehender Ungewißheit legitime Entscheidungen über die Entwicklung und Anwendung von Techniken getroffen werden sollen.

Die Interessen an Kontroversen um die Risiken der Gentechnologie sind asymmetrisch verteilt. Überspitzt: Während die Betreiber am liebsten solche Kontroversen gar nicht zulassen würden, würden die Kritiker sie am liebsten niemals beenden. Den Betreibern muß die Risikokontroverse aufgezwungen werden. Sie versu-

chen - jenseits der zwischen den Beteiligten letztlich unstreitigen Abwehr manifester Gefahren - jedes weitere Zugeständnis in Form von Einschränkungen der Techniknutzung abzuwehren. Die Kritiker hingegen suchen die Kontroverse. Sie sehen darin eine Chance, nicht nur Sicherheitsprobleme, sondern überhaupt Fehlentwicklungen in den Anwendungsbereichen der Technik auf die politische Tagesordnung zu setzen und im günstigen Fall gesellschaftliche Machtverteilung und etablierte Vorurteilsstrukturen zu verändern (vgl. zu Frage 2.1).

Diese Interessen liefern das Motiv dafür, Risikokontroversen über die Gentechnologie auszulösen und tendentiell beliebig in Gang zu halten. Sie erklären aber nicht, warum man damit Erfolg haben kann. Warum ist der 'Einstieg ins Gen-Tech-Zeitalter' (TAGESZEITUNG) nicht längst zu einer Frage der richtigen Verwendung öffentlicher Gelder oder der wünschenswerten gesellschaftlichen Entwicklung geworden, über die man sich genauso im Rahmen des politischen 'Geschäfts' auseinanderzusetzen hat, wie etwa über die Frage, ob man die Werftindustrie weiter subventionieren oder sich an bemannter Weltraumfahrt beteiligen soll? Der Grund dafür dürfte in der sachlichen Unabschließbarkeit von Risikokontroversen liegen, in ihrer empirischen Unentscheidbarkeit und normativer Offenheit.

Gentechnologie ist die Rekonstruktion lebender Einheiten, die sich anders als etwa Kunststoffe selbstständig vermehren und in der Umwelt ausbreiten können. Bei dem Versuch, die möglichen Folgen gentechnischer Eingriffe zu prognostizieren, stoßen wir auf prinzipielle Wissensgrenzen. Das gilt in gewisser Hinsicht sogar schon für den Gentransfer selber. Angesichts der Komplexität von Lebensprozessen sind unerwartete Wechselwirkungen zwischen dem übertragenen Gen und dem genetischen Hintergrund des Empfängerorganismus theoretisch jedenfalls nicht auszuschließen und damit auch nicht unvorhergesehen phänotypische Auswirkungen des übertragenen Gens (ENQUETE-KOMMISSION 1987, 196). Der Streit darüber, ob schon dieser Tatbestand Gefahrenverdacht begründet (vgl. DFG 1987, KOLLEK 1988), dürfte empirisch nicht zu entscheiden sein. Ähnliches dürfte für die möglichen Wechselwirkungen und Folgen manipulierter Organismen in der natürlichen Umwelt gelten (etwa für die Übertragung des aufgenommenen genetischen Materials auf andere Stämme oder für die Veränderung der Populationsdynamik in vorhandenen Ökosystemen). Ob diese Grenzen prinzipieller Natur sind, mag offen bleiben. Im jedem Fall bestehen sie beim gegenwärtigen Stand der Entwicklung der Ökologie, der Bodenbiologie und der Evolutionstheorie.

Nun sind faktische und prinzipielle Wissensgrenzen angesichts der Komplexität von Risikofragen nichts Neues (vgl. WEINBERG 1972, GRUPP 1979). Solche Grenzen bestehen auch für die Voraussicht von sozialen Folgen und Mißbräuchen der Gentechnologie, für die Frage, ob Sicherheitsmaßnahmen (etwa das biologische containment in abgeschwächten Empfängerorganismen) verlässlich sein werden) und definitionsgemäß für hypothetische Risiken. Man hat also man immer beliebig viele offene empirische Fragen, um Risikokontroversen endlos weiterzutreiben, wenn man Interesse daran hat. Aber es gibt Mechanismen, Kontroversen auch bei fortbestehenden Ungewißheiten zu schließen. Man hat Regeln der Beweislast für Risiken. Man begrenzt die Zurechnung von Mißbrauchsmöglichkeiten. Man verschleibt Reaktionen auf unabsehbare Gefahren und soziale Folgen in die Zukunft. Man verwirft die Fortsetzung

empirischer Einwände als ad-hoc, beispielsweise wenn, was natürlich immer möglich ist, einfach die Sensitivität etablierter Testverfahren bestritten wird, sofern sie ein behauptetes Risiko nicht bestätigen. Vor allem aber vergleicht man die neue Technik mit eingeführten und offenbar gut handhabbaren Techniken, bei denen wir mit ähnlichen Ungewißheiten rechnen müssen. Schließlich kontiert man die Berufung auf bloß hypothetische Gefahren mit dem Hinweis, daß unabsehbare Folgen bei praktisch allem Tun und Unterlassen zu erwarten sind. Im übrigen mobilisiert man Vertrauen, daß die Experten die Dinge 'im Griff' haben und manövriert die verbleibenden Kritiker in die Rolle von Scharlatanen und Sektierern.

Offenbar ist die Wirkung dieser Mechanismen jedoch nicht (oder nicht mehr) garantiert. Zum einen erzeugt der Rekurs auf sie neue empirische Fragen, die man nicht plausibel zurückweisen kann, etwa die Frage, ob Gentechnologie wirklich bisheriger Technik vergleichbar ist und in welchem Umfang sie nur wiederholt, was in der Natur auch sonst geschieht usw. Zum anderen sind die Beweislast- und Zurechnungsregeln, die 'normalerweise' Risikodebatten beendbar machen sollten, selbst ins Gerede gekommen. Sie gleichen die Innovationsfreiheit der an einer Technik Interessierten mit den Sicherheitsansprüchen der von ihr Betroffenen nach einem Modell aus, in dem Zeit und Handlungsmöglichkeiten für nachträgliche Korrekturen an eingetretenen Folgen vorausgesetzt werden. Im Zweifel kann man für die Innovation votieren. Dieses Modell hat angesichts der wachsenden 'Altlasten' früherer Innovationen und der manifesten Unfähigkeit, auch nur auf die offenkundigsten Krisenphänomene wirksam zu reagieren, seine Glaubwürdigkeit eingebüßt - und zwar weit über den Kreis aktiver Kritiker moderner 'high-tech'. Hintergrundvertrauen in technischen Fortschritt ist einer tiefen Ambivalenz gewichen (vgl. BECK 1985, EVERS/NOVOTNY 1987). In dieser Situation erscheint es plausibel und legitim, daß die Kritiker einer Technologie nicht nur die manifesten Risiken selbst thematisieren, sondern auch die Begriffe von 'Risiko', die vorherrschenden Schadensdefinitionen, die bisher akzeptierte Rangordnung von Rechtsgütern, Werten und innovatorischen Freiheiten und die geltenden Regeln des Umgangs mit unvermeidlichen Restunsicherheiten in Frage stellen.

Die Chance, der Ausuferung der Risikokontroversen um die Gentechnologie einfach mit 'vertrauensbildenden' beruhigenden Expertenurteilen entgegenzuwirken, ist ebenfalls gering. Der Nimbus und damit auch das manipulative Potential der Experten sind nicht zuletzt in der Auseinandersetzung um die Risiken der Kernenergienutzung auf der Strecke geblieben. Schließlich ist die Frage, ob Parlamente, Zulassungsbehörden und Gerichte Aussicht haben, Kontroversen um Risiken der Gentechnologie durch autorisierte Entscheidung zu beenden, solange sie selbst nach eben den Modellen und Mustern entscheiden, die in der Kontroverse zur Diskussion stehen. Vielfach dürfte auf solche Entscheidung nur Erschöpfung des Widerstands, nicht Akzeptanz des Ergebnisses folgen.

Als Fazit ist festzuhalten: Kontroversen um die Risiken der Gentechnologie haben ihre Ursache weder in Aufklärungsdefiziten bei den Kritikern, noch sind sie durch einfache Regelung nach bewährtem Muster zu bewältigen. Sie beruhen auf den tatsächlichen mit dieser Technik verbundenen Ungewißheiten und auf einer sich abzeichnenden, durch Krisenbewußtsein und Wertwandel unterstützten Revision bis-

heriger Modelle des Umgangs mit Technik und ungewissen Folgen. Die Frage ist, worin unter solchen Voraussetzungen Möglichkeiten gesehen werden könnten, die Kontroverse zu 'rationalisieren', bzw. Risiko-Kommunikation zu verbessern.

## 2.6 Gibt es Ansätze zur Thematisierung und Verbesserung der Risiko-Kommunikation?

Wenn der Umgang mit den Risiken neuer Techniken eines der Schlüsselprobleme der gegenwärtigen Entwicklung ist, dann ist es schon ein Fortschritt der Risikokommunikation, daß eine Kontroverse über die Risiken überhaupt in Gang kommt. Erst die Kontroverse macht die Probleme der Technik transparent, involviert die Interessen der Beteiligten und der Betroffenen und erzeugt Spielräume, bisherige Routinen des Risikomanagements zur Disposition zu stellen. Mit dieser Aussage ergreift man Partei innerhalb der Kontroverse. Nicht die ausufernde Kritik an der Technikentwicklung in der Gegenwart ist Grund für die Krise unserer Zivilisation, sondern das Fehlen wirksamer Kritik in der Vergangenheit. Die Verbesserung der Risiko-Kommunikation kann daher nur darin bestehen, die Kontroverse fruchtbar zu machen, so daß in ihr gesellschaftliche Lernprozesse ablaufen können.

Kommunikation über die Risiken der Gentechnologie hat es in den letzten 15 Jahren in unterschiedlichen Formen und mit unterschiedlichen Beteiligungen gegeben: es gab Stellungnahmen von Wissenschaftlervereinigungen und Forschungsförderungsorganisationen, von Wirtschaftsverbänden, Gewerkschaften und Betroffenengruppen, es gab Fachkonferenzen und Kritikerkongressen mit Experten und Gegenexperten, unzähligen Anhörungen in Parlamenten und bei Regierungen und eine Enquetekommission des Deutschen Bundestages. Die Frage ist natürlich, wer aus diesen Kommunikationen etwas lernen können soll, wenn gilt, daß

- gemeinsame Bezugsrahmen fehlen, weil nicht nur zur Diskussion steht, ob bestimmte Risiken bestehen, sondern auch, wie man Risiken überhaupt definieren soll, was eine akzeptable 'Sicherheitsphilosophie' ist, ob die institutionalisierten Politikprozesse legitim sind usw.
- die Parteien der Kontroversen sich mit unbegrenztem Ideologieverdacht gegenüberstehen. Die Befürworter der Gentechnologie werden verdächtigt, daß sie die Kritik mundtot machen wollen und jede Risiko-Kommunikation nur als einen lästigen Umweg betrachten, um möglichst schnell die Akzeptanz der Technik durchzudrücken. Den Kritiker unterstellt man, daß sie sich mit weniger als dem völligen Verzicht auf die Gentechnologie ja ohnehin nicht zufrieden geben werden.

Zur Resignation besteht jedoch kein Anlaß. Risikokontroversen sind diskursive Kontexte, die den Beteiligten gewisse Regeln aufzwingen. In ihnen sind die Argumente, nicht die Interessen der Kontrohenen Thema. Wer die 'eigentlichen' Interessen des anderen zum Punkt macht, - etwa einwendet, diesem käme es ja in Wahrheit gar nicht darauf an, Risikobehauptungen zu prüfen, denn wenn man die eine widerlegt habe, erfinde er sowieso eine neue - der verletzt die Regeln der Kontroverse. Wie jede Kommunikation ist auch Risiko-Kommunikation zugleich Metakommunikation. Man kann einwenden, der andere diskutierte nicht offen oder gehe auf Argu-

mente nicht ein (vgl. die Klagen gegen den Stil der ENQUETE-KOMMISSION im Sondervotum der GRÜNEN 1987, 318). Nur daß der andere Interessen habe, ist kein Einwand. Interessen hat jeder. Wer (freiwillig oder erzwungen) in Risikokontroversen involviert ist, läßt sich auf die Bewertung von Inhalten (empirische Trifftigkeit von Aussagen, normative Akzeptabilität von Handlungen) ein. Und nichts garantiert, daß das Ergebnis dieser Wertung den eigenen Interessen entspricht. Die Wertungen sind Prozesse mit vielen Akteuren, von denen keiner das Ergebnis kontrollieren kann. Es mag sein, daß die auf einem Hearing geladenen Experten ihre wechselseitigen Einwände beliebig so 'hindrehen' können, daß sie von nichts überzeugt werden. Das gleiche muß jedoch nicht gelten für die Parlamentarier, die aus dem Hearing Schlüsse ziehen sollen, für die Gerichte, die die vorgebrachten Argumente und die daraus gezogenen Schlüsse überprüfen, für die Presse, die das Hearing, die Maßnahmen der Parlamente und die Gerichtsurteile kommentiert usw.

Im folgenden gehe ich zunächst der Frage nach, ob Kontroversen über die Risiken der Gentechnologie zu Ergebnissen führen können, die so etwas wie kollektive Lernprozesse (MILLER 1986) darstellen. Dafür kann die Regulierung und teilweise Deregulierung von hypothetischen Gefahren der Gentechnologie im Labor als Beispiel dienen. (a) Danach behandle ich Defizite der gegenwärtigen Risiko-Kommunikation. (b) Und schließlich gehe ich auf einige Probleme der Legitimation von politischen Entscheidungen ein, die am Ende von Risikokontroversen stehen müssen. (c)

#### (a) *Lernprozesse?*

Sicherheitsauflagen zur Abwehr von Gefahren, die man noch gar nicht genau bestimmen kann, galten vielen Wissenschaftler als unlogisch und schlechthin irrational (vgl. STARLINGER, SHYBALSKI in BMFT 1979). "Shits, crooks, and incompetents" war denn auch das bündige Urteil von Nobelpreisträger J. Watson über die Kritiker der Genforschung (VAN DEN DAELE 1982). Gleichwohl wurden solche Auflagen eine Zeitlang Standard. In den Richtlinien für die Genforschung wurde die Beweislast für die Risiken technischer Innovation anders als bislang üblich verteilt. Wer nicht die Ungefährlichkeit der Technik darlegen kann, muß mit vorbeugenden Sicherheitseinschränkungen rechnen. In einer Formulierung der ENQUETE-KOMMISSION (1987, 285): "Bei der Einführung einer neuen Technik, für die es an schon etablierten Praxisbereichen fehlt, an denen man sich orientieren könnte, muß es ausreichen, daß eine ungewöhnliche Unsicherheit über die möglichen (hypothetischen) Gefahren besteht und daß der denkbare Schaden erheblich ist".

In den letzten Jahren hat es nun einen schrittweisen Rückzug von dieser Beweislastumkehr gegeben. Die Sicherheitsauflagen sind sukzessive reduziert worden. Begründet wurde dies damit, daß gezielte Sicherheitsexperimente, die Fortschritte der Genetik und vor allem millionenfaches weltweites Experimentieren mit genetischen Manipulationen gezeigt hätten, daß die ursprünglichen weitreichenden Befürchtungen vor ganz neuen unbekannten Gefahren ungerechtfertigt sind. Die Tatsache, daß ein Organismus gentechnisch modifiziert ist, gilt daher nicht mehr als hinreichendes Indiz für seine potentielle Gefährlichkeit (NAS 1987, 22, DFG 1987).

Wenn diese Entwicklung ein Lernprozess ist, was sichert, daß dieses Lernen nicht pathologisch ist? Ist die Deregulierung der Gentechnologie bloß der Sieg der Industrie- und Wissenschaftlerlobby, die ihre Interessen durchdrückt, sobald eine profitable Verwertung der Gentechnologie in greifbare Nähe rückt? Oder ist sie umgekehrt endlich die Gesundung von den bisherigen Irrationalitäten, nämlich vom "cycle of anxiety, sterile debate, and bureaucratic regulation" (DAVIS 1984,4)?

Die Antwort auf diese Fragen hängt von der Bewertung der Prozesse, nicht von der Analyse ihrer sozialen Dynamik ab. Es ist nicht entscheidend, ob die ganze Regulierung der Gentechnologie nur in Gang gekommen ist, weil auf der Konferenz von Asilomar einige Panikmacher unter den Genetikern in Zusammenarbeit mit den anwesenden Juristen die Mehrheit der anwesenden Wissenschaftler in die Enge getrieben haben. Auch nicht, ob umgekehrt die heutige Entwarnung für die hypothetischen Gefahren der Gentechnologie darauf zurückzuführen ist, daß die Kritiker zunehmend Schwierigkeiten hatten, für ihre Positionen Foren in den führenden Journalen und auf Fachkonferenzen zu finden (WRIGHT 1986). Die Rationalität der Ergebnisse von Diskursen hängt nicht davon ab, ob sie 'sozial konstruiert' sind, - das ist selbstverständlich der Fall - sondern davon, ob sie zu verteidigen sind. Und hier scheint der wesentliche Punkt zu sein, daß es sowohl rational war, bei einer revolutionär neuen Technik, Sicherheitsauflagen zu verfügen, um noch unbekannten Gefahren vorzubeugen, wie es auch rational ist, solche Auflagen zurückzunehmen, wenn sich nach 15 Jahren Erfahrung mit der Technik Anhaltspunkte für die Existenz solcher Gefahren nicht gezeigt haben.

Nun kann man nach wie vor auf bestehende 'Risiken' verweisen. Zwar mag bisher aus der Rekombination harmloser Agensien nichts Gefährliches entstanden sein. Aber wir haben keine Garantie, daß so etwas überhaupt unmöglich ist. Und was bisher nicht passiert ist, könnte ja morgen eintreten. Im Übrigen sind unsere Definitionen von 'pathogen' und 'toxisch' unklar und die verfügbaren Tests nur in Grenzen verlässlich. Theoretisch könnte sogar die Freisetzung ganz weniger an sich harmloser Rekombinanten (mit der man trotz containment immer rechnen muß) dramatische Folgen haben. Man unterstelle etwa, daß:

- die rekombinanten Organismen die übertragenen Gene an in der natürlichen Umwelt etablierte Stämme weitergeben
- diese Gene bei den Empfängerorganismen zu unerwarteten phänotypischen Ausprägungen führen
- diese Ausprägungen für den Menschen gefährlich sind und
- den Empfängerorganismen einen Selektionsvorteil verschaffen, der zu ihrer massenhaften Verbreitung im Ökosystem führt.

Solche Überlegungen erwecken jedoch beim gegenwärtigen Diskussionsstand den Eindruck von ad-hoc-Einwänden. Sie machen teils Punkte geltend, auf die man immer ausweichen kann (etwa: Testgrenzen), teils stützen sie sich auf bloße Denkbarkeiten, für die trotz jahrelangen Experimentierens empirische Anhaltspunkte ausgeblieben sind. Auch für die Summe solche Denkbarkeiten läßt sich wenig mehr zur Begründung anführen, als daß sie jedenfalls auch nicht logisch zu widerlegen ist. Es fragt sich daher, ob es in diesem Fall Sinn macht zu sagen, daß das Risiko eines katastrophalen Schadens sehr gering sein mag, aber nicht gleich Null ist. So wie das

Risiko, daß ein Reaktor durchschmilzt, weil die Sicherungssysteme ausfallen, ebenfalls vielleicht gering, aber jedenfalls nicht gleich Null ist (KOLLEK 1988, 114). Anders als bei der Kernkraft ist nämlich bei dem obigen Gentechnologie-Szenario auch die Annahme eines katastrophalen Schadenspotentials bloß hypothetisch. Man weiß, daß ein Reaktorkern durchschmelzen kann. Aber man weiß nicht, ob aus harmlosen Rekombinanten im Labor über eine Kette von genetischen Austauschprozessen in der Umwelt ein gefährlicher Organismus entstehen kann.

Die Deregulierung der hypothetischen Gefahren der Gentechnologie für den Ausgangsfall der Übertragung nicht-toxischer und nicht-pathogener DNA auf Sicherheitsstämme im Labor erscheint in dieser Situation als ein rationales Verfahren - und nicht etwa als der schließliche Sieg der Verwertungsinteressen der Betreiber über die Sicherheitsbedürfnisse der Allgemeinheit.

#### *(b) Defizite gegenwärtiger Risiko-Kommunikation*

Die Rationalität der Risiko-Kommunikation ist an ihrer Diskursivität zu messen. Argumentationen müssen fortsetzbar und öffentlich sein, Bewertungen überprüfbar und wiederholbar. Diese Bedingungen sind allerdings schwer zu gewährleisten. Die Versuchung ist groß, statt zu argumentieren, Interessen durch geschicktes Akzeptanzmanagement einerseits oder durch die Mobilisierung von Ressentiment andererseits durchzusetzen. Allerdings trifft die Befürworter neuer Techniken angesichts der krisenhaften Entwicklung der Gesellschaft heute faktisch eine Art 'Vorleistungspflicht'. Man nimmt es ihnen (zu recht) mehr übel, wenn sie versuchen, die Öffentlichkeit zu manipulieren, als den Kritikern, wenn sie auf Ängste und Vorurteile setzen. Aus dieser Sicht sind folgende Defizite der gegenwärtigen Kommunikation über die Risiken der Gentechnologie zu konstatieren:

Der schrittweise Rückzug von den anfangs strikten Sicherheitsauflagen für die Gentechnologie wird von vielen Wissenschaftlern benutzt, um das am Beispiel der Richtlinien vorexerzierte Modell der Reaktion auf bloß hypothetische Risiken retrospektiv zu demonstrieren.

Die vorsichtige und vorläufige Beweislastverschiebung für unbekannte Gefahren ist ein innovatives Instrument, um die Einführung neuer Technik politisch akzeptabel und die behauptete Verantwortung der Wissenschaft glaubwürdig zu machen. Dieser Gewinn darf nicht wieder verschenkt werden. Die Tatsache, daß Sicherheitsauflagen wieder zurückgenommen werden, belegt nicht, daß sie immer schon irrational waren, sondern, daß die politischen Prozesse hinreichend flexibel sind, um zu gewährleisten, daß vorläufige Einschränkungen nicht grundlos verewigt werden.

Es gibt starke Widerstände dagegen, bei der Regulierung der Freisetzung gentechnisch manipulierter Mikroorganismen und Viren überhaupt vorbeugende Reaktionen auf hypothetische Risiken in Betracht zu ziehen.

Solche Reaktionen könnten in der Praxis ein Moratorium bedeuten. Ähnlich wie bei der Gensforschung im Labor würde zunächst unter 'containment' die Wissensbasis erweitert werden, um evtl. bestehende Risiken zu identifizieren. Um dies abzuwehren, wird

versucht, das Bestehen von Risiken mit allgemeinen, etwa aus der Evolutionstheorie deduzierten Theoremen zu bestreiten. Etwa: Was immer der Mensch konstruiere, sei im Laufe der Evolution schon von der Natur probiert worden. Oder: Ein neu konstruierter Organismus sei notwendigerweise gegenüber schon im Ökosystem etablierten im Nachteil. Man zieht andere Meta-Argumente heran, etwa: Die Gentechnologie mache im Prinzip dasselbe, wie die Natur auch. Oder sie sei nichts Neues gegenüber der klassischen Züchtungstechnik. Der Status solcher Allgemeinheiten ist zweifelhaft. Diese sollten daher nicht die experimentelle Prüfung der Risiken (unter möglichen Sicherheitsauflagen) ersetzen. (COLWELL 1988)

Die Sicherheitsforschung muß gefördert und aufgewertet werden, um die Informationsbasis der Risiko-Kommunikation gezielt zu erweitern.

Die Bundesregierung hat 1986 ein entsprechendes Programm konzipiert. Notwendig ist eine verstärkte Einbindung der Ökologen in die Risikoforschung. Es ist irritierend, daß sowohl die Befürworter, wie die Kritiker der Freisetzung die mögliche Rolle ökologischer Sicherheitsforschung eher herunterspielen. Die einen, weil sie angesichts der schwierigen Extrapolation von Modellversuchen auf die realen Verhältnisse in Ökosysteme, solche Experimente für überflüssig halten, die anderen weil sie aus denselben Gründen, jede Freisetzung ohnehin für zu gefährlich halten. Beides kann keine Rechtfertigung dafür sein, das mögliche Wissen nicht auch wirklich zu erzeugen.

Die oben (zu Frage 2.2) beschriebene 'Normalisierung' der Risiken impliziert, daß man die Gentechnologie nunmehr etabliert und gegebenenfalls dann Sicherheitsauflagen erläßt, wenn sich irgendwelche Anzeichen für konkrete Gefahren zeigen. Tatsächlich sinkt aber gerade durch die Etablierung die Fähigkeit, solche Anzeichen wahrzunehmen.

Der zunehmende Einbau der Gentechnologie in 'Apparate', also hierarchische Organisationen fördert die selektive Wahrnehmung von Chancen und Gefahren und erschwert Risikokritik, die ja in der Regel mit den Organisationzielen interferiert. (DOUGLAS/WILDAVSKY 1982) Um der eingebauten Tendenz zur Risikoverschleierung entgegenzuwirken, sollte daher Risikoforschung nicht nur als Annex zu Institutionen, die die Gentechnologie zugleich fördern und betreiben, eingerichtet werden (Negativmodell: Reaktorsicherheit). Zu denken wäre an die gezielte Förderung von wissenschaftlichen Gegeninstitutionen (Öko-Institut in der Bundesrepublik), deren Aufgabe es geradezu wäre, im Sinne einer 'adversary science' kritische Einwände zu formulieren, denen nachzugehen sich lohnen würde. Darüberhinaus sollte Technikfolgenforschung (TA) an Instituten mit einiger Distanz zu den Betreibern der Gentechnologie dauerhaft und kontinuierlich etabliert werden.

Mit der Deregulierung der Gentechnologie wird zum Teil versucht, auch zur Position zurückzukehren, daß schon die Versicherung der main-stream Wissenschaft, man habe alles im Griff, ein hinreichender Ausweis für die Sicherheit der Gentechnologie ist.

Es sind Tendenzen erkennbar, die Reihen jetzt gleichsam wieder zu schließen. Dazu gehört, daß Kritiken an der Triffigkeit von als klassisch geltenden Sicherheitsexperimenten nicht aufgegriffen werden (vgl. SHIBATANI 1986), daß mögliche Experimente zur Klärung von konkreten Risiken etwa beim Arbeiten mit sog. Onkgene und mit DNA für überflüssig gehalten werden (BARTELS 1986, Kollek 1986), daß eine Wolke von Ge-

heimhaltung die Krebserkrankungen der Genforscher am Pasteurinstitut in Paris umgibt usw. Auf diese Weise verspielt die Gentechnologie ihren durch die Geschichte ihrer Regelung erworbenen Kredit. Der Preis für die Befreiung von Rücksichten auf unbekannte Gefahren ist, daß man Hinweise auf konkrete Gefahren ernst nimmt und angebotene Experimente dazu durchführt. Freilich setzt dies voraus, daß die etablierten Wissenschaftler nicht schon in Panik geraten, wenn vielleicht zum wiederholten Male Fragen thematisiert werden, die sie als ausgestanden betrachten, weil sie befürchten, daß allein die Zulassung solcher Experimente als Eingeständnis bewertet wird, daß an befürchteten Risiken doch etwas dran ist.

### (c) Legitimationsbedingungen für Entscheidungen unter Ungewißheit

Die Diskursivität von Risiko-Kommunikation in der Gesellschaft (einschließlich TA, Hearings, Beteiligung Betroffener usw.) ist sicher die zentrale Legitimationsbedingung für Entscheidungen über die Risiken, also: Zulassungen, Verbote, Moratorien, Sicherheitsauflagen etc. Besondere Probleme stellen sich aber, weil:

- jede Entscheidung zugleich der Abbruch einer prinzipiell noch offenen Diskussion ist und zwar, was die empirische Abklärung der Risiken angeht, wie was die adäquaten Zurechnungs- und Bewertungsmaßstäbe betrifft
- die Erwartungen an die 'Qualität' solcher Entscheidungen steigen. Die Gentechnologie-Regelung müßte den Beweis erbringen, daß wir nicht dieselben Fehler wie bei früheren Innovationsschüben machen und gegenüber Technikdynamik politisch handlungsfähig geworden sind
- eine Regelung, selbst wenn sie als Reaktion auf die diskutierten Risiken akzeptabel ist, immer noch die die Risikokritik überlagernden weitergehenden Motive des Widerstandes gegen die Gentechnologie frustriert.

Die jahrelangen Auseinandersetzungen um die Risiken neuer Techniken haben ein für die Legitimation von Entscheidungen wichtiges allgemeines Ergebnis gehabt: Es wird zunehmend schwieriger zu leugnen, daß bei der Einführung neuer Technik immer nicht aufhebbare Ungewißheiten über die Folgen, die Wirksamkeit von Sicherheitsmaßnahmen und über die Art der Risiken, die mit der Technik verbunden sein können, bestehen bleiben. Jede Einführung einer Technik ist ein Experiment mit nicht vollständig vorhersagbarem Ausgang. Immer wird es überraschende Folgen, Unfälle und Verletzungen von Regeln geben. Das Problem besteht also darin, Legitimation für 'Experimente' zu bekommen, deren Ausgänge nicht auf das Labor beschränkt sind, sondern in die Gesellschaft und die Umwelt hineinwirken. In den Auseinandersetzungen um die Gentechnologie werden verschiedene Lösungsstrategien für dieses Problem verfolgt:

1. Man verweist darauf, daß ohnehin vieles von dem, was wir tun (oder bewußt unterlassen) den Charakter eines 'Experiments' mit der Umwelt oder der Gesellschaft hat.

Ungewißheiten über die Folgen und möglicherweise unbekannte Risiken bestehen nicht nur bei der Einführung einer Technik, sondern auch bei ihrer Abschaffung (Abschalten von Kernkraftwerken). Sie bestehen vor allem bei gestaltenden politischen Eingriffen in komplexe gesellschaftliche Zusammenhänge (Wirtschaftslenkung, Städteplanung, Bildungsexpansion etc.). Wir lösen immer Evolution aus - oft

gerade dadurch, daß wir sie verhindern wollen. Aus dieser Sicht können ungewisse Folgen und 'Restrisiken' als solche kein hinreichender Grund sein, eine Technik nicht einzuführen.

2. Man beruft sich darauf, daß schließlich irgendwann entschieden werden muß. Und dann gibt es keine Alternative zu den nach unserer Verfassung begründeten Zuständigkeiten: parlamentarische Mehrheiten, Verwaltungsermessens, die Grundrechte des Wissenschaftlers, der eine Technik entwickelt und die des Unternehmers und anderer, die die Technik nutzen wollen.

Solche formalen Positionen enthalten verallgemeinerte Wertungen darüber, wer durch sein Handeln in der Gesellschaft dem Rest der Gesellschaft Folgen aufzubürden und Evolution mit neuen Ungewißheiten in Gang setzen darf. Allerdings wird in den Auseinandersetzungen um neue Techniken nur mit einer gewissen 'Delikatesse' auf formale Entscheidungskompetenzen gepocht. Es ist die Frage, ob die Verfahren und Rechte, die wir bislang entwickelt haben - so unverzichtbar und legitim sie sein mögen - dem Problem, wie neue Technik in die Gesellschaft integriert werden kann, gerecht werden. So können etwa private Freiheitsgarantien, die individuelle Lebensführung vor dem Zugriff öffentlicher Gewalt schützen sollen, kaum zugleich das adäquate Modell für die Autonomie der Forschung und der technisch-wirtschaftlichen Innovation sein, die unsere Lebensbedingungen insgesamt tangieren und neue Risiken in großem Stil schaffen. Auch die Legitimität der politischen Entscheidungsverfahren steht zur Diskussion. Entscheidungen über kontroverse Risiken müssen im Bewußtsein getroffen und verteidigt werden, daß dabei Fehler gemacht werden können, die ihrerseits unbestimmbare Auswirkungen haben werden. Das Demokratieprinzip verlangt, daß solche Entscheidungen von denen getroffen werden, die auch die Konsequenzen der Fehler zu tragen haben. Ob dazu das Prinzip der Mehrheitsbildung in Repräsentativsystemen die einzige und hinreichende Lösung ist, ist die Frage.

3. Der Nutzen der Technik wird dramatisiert. Insbesondere wird die medizinische Nützlichkeit der Gentechnologie (Blutgerinnungsfaktoren, Gewebeplasminogen-Aktivator, Diagnostika, Aids-Forschung) von den Befürwortern extensiv ausgespielt.

Macht man die Nützlichkeit der Gentechnologie, nicht ihre (relative) Ungefährlichkeit zum Angelpunkt ihrer Akzeptanz, etabliert man zugleich die Erwartung, daß die Zulässigkeit neuer Technik vom Nachweis ihrer Nützlichkeit abhängen soll. Nun ist 'Nützlichkeit', wie die Diskussionen der Wohlfahrtsökonomie zeigen, eine schwer zu definierende Größe. Aber es gibt Beispiele für die Prüfung neuer Techniken nach politisch definierten Kriterien der Nützlichkeit, etwa die Prüfung der Wirksamkeit neuer Arzneimittel oder des sog. landeskulturellen Werts neuer Sorten in der Landwirtschaft. Die ENQUETE-KOMMISSION (1987, 235) hat vorgeschlagen, zumindest für den Bereich der Freisetzung von Mikroorganismen und Viren, die Notwendigkeit und Wirksamkeit des vorgeschlagenen Verfahrens, sowie die Existenz von alternativen technischen Möglichkeiten zu prüfen, bevor eine Zulassung in Betracht kommen kann.

Die Durchsetzung dieses Prinzips als Legitimationsvoraussetzung für die Übernahme der mit der neuen Technik verbundenen Ungewißheiten und Restrisiken würde politische und rechtliche Diskussionen auslösen, die viele der heute disku-

tierten Freisetzungen (herbizidresistent gemacht Pflanzen, ölfressende Bakterien auf den Weltmeeren) wömöglich nicht überstehen würden.

4. Es gibt gewisse Anzeichen dafür, daß Entscheidungen über die Anwendung von Gentechnologie, anstatt formale Zuständigkeiten auszu spielen, auch in komplexen Verhandlungssystemen gefunden werden können, in die die Gegner der Technik irgendwie einbezogen werden.

Es wäre sicher übertrieben, hier von einer Tendenz zu sprechen. Meist haben solche 'Verhandlungen' noch den Charakter von Diskussionsveranstaltungen, Hearings usw. im Vorfeld von Entscheidungen. Auch setzt es einiges Sanktionspotential der Gegner der Technik voraus (die Chance, Proteste zu mobilisieren und Zulasungsverfahren zu verzögern), um die Betreiber zu veranlassen sich auf die 'Risiken' solcher Verhandlungssysteme überhaupt einzulassen. Denn in diesen ist der Kreis der Themen und möglichen Einwände nur diffus umschrieben und ständig erweiterbar. Und Verhandlungssysteme sind nicht nur ein möglicher Weg, Entscheidungen über die Anwendung der Gentechnologie durch die Partizipation der Kritiker zu legitimieren. Sie sind auch ein Vehikel, Technikwiderstand erst richtig zu kristallisieren und ihm ein sichtbares Forum zu geben.

Verhandlungssysteme sind ihrerseits Legitimationseinwänden ausgesetzt. Ihre Zusammensetzung kann undemokatisch oder inkompotent sein. Sie können benutzt werden, um die Rechtsgarantien, die mit formalen Verfahren verbunden sind, durch 'Mauschelei' auszuhebeln. Gleichwohl stellen sie eine der wenigen politischen Innovationen dar, über die die Legitimation von Entscheidungen über neue Technik verbessert werden können. Als Beispiel mag man sich vorstellen, die Firma HOECHST hätte bei der Planung ihrer Insulinproduktion anstatt die Öffentlichkeit (und die Behörden) mit dem angeblichen Versuchscharakter der geplanten Anlage zu manipulieren, die vorgesehenen Sicherheitskonzepte mit der örtlichen Bürgerinitiative, dem Betriebsrat und der Berufsgenossenschaft 'ausgehandelt', prüfbare Einwände zum Gegenstand gemeinsamer Experimente gemacht, an einer öffentlichen Dokumentation der Debatte mitgearbeitet usw..

## **2.7 Welche Besonderheiten weist die Diskussion um die Risiken der Gentechnologie in der BRD gegenüber der Internationalen Diskussion auf?**

Die Debatte ist in der BRD intensiver und umfassender als in vergleichbaren Ländern (USA, Japan, Großbritannien, Frankreich). Das hat dazu geführt, daß Kritiker der Gentechnologie in aller Welt der BRD eine gewisse Vorreiterrolle zuschreiben und erwarten, daß hier beispielhafte Regelungen der Gentechnologie durchgesetzt werden können. Unterschiede zu anderen Ländern dürften aber größtentils auf eine bloße Zeitverschlebungen bei der Thematisierung der Gentechnologie zurückzuführen sein. Daneben gibt es Unterschiede der Institutionalisierung und der politischen Kultur der Kritik.

Die ENQUETE-KOMMISSION und die begleitenden Hearings, Konferenzen und Parlamentsaktivitäten haben in vieler Hinsicht wiederholt, was etwa in den USA mit den Arbeiten der 'President's Commission for the Study of Ethical Problems in Medicine and Biomedical and Behavioral Research' und den Reports des Office of Technology

Assessment bis in die frühen 1980er vorexerziert worden war. Allerdings ist im Ergebnis die Diskussion in der BRD deshalb die modernste und die letzte, die alle Aspekte der Gentechnologie-Kritik noch einmal bündelt.

Einen 'time-lag' gibt es in der BRD beim Übergang von sehr politisierten und globalen Thematisierungen der Gentechnologie zu wieder eher professionalisierten (zwischen den Wissenschaftlern und den Bürokratien ablaufenden) Regelungsdebatten einerseits und zur Differenzierung der Kritik nach einzelnen Anwendungsbereichen der Gentechnologie (vgl. zu Frage 2.3) andererseits. Die Reprofessionalisierung und die Differenzierung der Debatte lassen sich in den USA gut zeigen. Sicherheitsprobleme sind gleichsam zurückverlagert in die Arena zwischen Environmental Protection Agency, Food and Drug Administration, Office of Recombinant DNA Activities usw. und den Wissenschaftlerorganisationen (etwa die National Academy of Sciences) unter Einschluß wissenschaftlicher Aktivisten und Kritiker. Andere Probleme werden in den jeweiligen unterschiedlichen Politikfeldern thematisiert (biologische Waffen, Herbizidresistenz, genetisches Screening), ohne noch zu einer Gesamtkritik der Gentechnologie zusammengefaßt zu werden (vgl. etwa die Aktivitäten des Committee for Responsible Genetics, Boston).

Eine strukturelle Differenz der Risikodiskussion in der BRD im Vergleich zu anderen Ländern liegt in der besseren Institutionalisierung von Technikkritik im allgemeinen durch die GRÜNEN, sowie in der Verankerung der Gentechnologie-Kritik in der Frauenbewegung. Die Etablierung technikkritischer Themen auf Parlamentsebene zwingt auch die anderen Parteien, diese Themen immer wieder selbst aufzugreifen. Diese Institutionalisierung sichert gleichsam die Stabilität der politischen Debatte von Risikothemen bis zur nächsten Krise (Ozonloch, CO<sub>2</sub>-Aufheizung), die neues Protestpotential erzeugt.

Eine weitere Eigenart der bundesdeutschen Diskussion ist die besondere Persistenz von grundsätzlichen Einwänden gegen die Gentechnologie überhaupt. Diese Einwände verhindern, daß die Gentechnologie als eigenständiges Thema in den Regelungsproblemen der verschiedenen Anwendungsbereiche 'verschwindet'. Allerdings führen diese Einwände auch zu einer Überbetonung moralischer Fragen (etwa der Genmanipulation am Menschen oder der Embryonenforschung), deren Regelung symbolische Bedeutung bekommt. Im Ergebnis wird dadurch die Öffentlichkeit eher von wirtschaftlich und politisch viel gravierenderen anderen Anwendungen der Gentechnologie abgelenkt. (In der Frauenbewegung etwa führt die Orientierung am Grundsätzlichen zu hohen politischen Investitionen in den in der Praxis längst verlorenen Kampf gegen die neuen Befruchtungstechniken (In-vitro-Befruchtung) überhaupt.) Ein Seitenaspekt des Trends zum Grundsätzlichen ist die Weigerung, Resultate von Regulierungsdebatten schließlich irgendwie hinzunehmen. Stattdessen werden sie immer nur als Niederlagen interpretiert und durch Radikalisierung der Kritik an den Prozessen der Regulierung beantwortet. Ganz anders reagiert in der Regel die amerikanische Kritik. Jeremy RIFKIN etwa, den man als eine Ein-Mann-Soziale-Bewegung gegen die Gentechnologie in den USA bezeichnen könnte, schöpft alle rechtlichen und politischen Verfahren des Widerstands aus und sieht genau darin seinen eigentlichen Beitrag und seine Chance, zur Verbesserung der Regelung der Gentechnologie beizutragen.

Man kann davon ausgehen daß die Gentechnologie-Debatte in allen Ländern zunehmend reprofessionalisiert und nach den unterschiedlichen Anwendungsbereich differenziert wird. Zusätzlich wird die Gentechnologie immer mehr durch international koordinierte Sicherheitsrichtlinien, Patentregelungen usw. geregelt werden, die nur noch schwer politisch zu thematisieren sind. Ob die BRD unter diesen Voraussetzungen ihre Sonderstellung über längere Zeit behaupten kann, erscheint zweifelhaft. Gewisse Pilotfunktionen könnte sie haben, wenn sie zu Regelungen führt, die auch in anderen Ländern neue politische Diskussionen kristallisieren.

## **2.8 Welche Themen sollte sich eine sozialwissenschaftlich orientierte interdisziplinäre Forschung über die Auseinandersetzung um Risiken der Gentechnologie stellen?**

Relevante Forschungsprojekte sollten an der 'Tiefenstruktur' der Risikokonflikte ansetzen:

- an der Überlagerung der Kritik an den Risiken der Gentechnologie durch Motive des fundamentalen Widerstandes gegen die technische Modernisierung der lebendigen Natur und
- an den Legitimationsdefiziten der Mechanismen und Verfahren, nach denen Entscheidungen über die Entwicklung und Integration neuer Techniken in die Gesellschaft erzeugt werden.

Ohne umfangreiche Vorarbeiten, die vor allem auch den Stand der Forschung in den einzelnen Disziplinen erheben, ist es nicht möglich, hierzu einzelne Fragestellungen zu präzisieren und Vorschläge für die Entwicklung entsprechender empirischer Instrumente zu machen. Man könnte an Projekte der folgenden Art denken:

### **1. Konzepte der Krise und Ansprüche an eine Politik, die technischen Wandel in der Gesellschaft gestaltet.**

Hier wäre die Valenz von Naturkonzepten, insbesondere von solchen der 'lebendigen' Natur für Deutungs- und Sinnstrukturen in der modernen Industriegesellschaft zum Gegenstand zu machen. Solche Konzepte, sowie Ansprüche auf 'Natürlichkeit' und die solchen Ansprüchen zugrundeliegenden moralischen Ideen dürfen eine wichtige Variable zur Erklärung der Problemwahrnehmung, des Krisenbewußtseins und der Anforderungen an eine Politik der Entwicklung und Regulierung im Bereich der Gentechnologie sein. Es geht darum, den speziellen Sicherheitsgewinn zu bestimmen, den die Menschen aus der Einbettung in die Natur ziehen, um die Probleme zu analysieren, die aus der durch die Technik erzwungenen Distanzierung oder 'Entfremdung' von der Natur folgen.

Eine solche Untersuchung müßte Forschungsansätze zum Wertewandel und zur Risikoperception verbinden. In jedem Fall müßte eine Datenbasis gewählt werden, auf der vor aller Polarisierung durch öffentliche Kontroversen Weltbilder, Naturvorstellungen und ethische Konzepte erhoben werden können. Kontroversen zwingen häufig dazu, unambivalente und konsistente Positionen zu beziehen. Tatsächlich aber dürfen die in der Bevölkerung wirksamen Wertungen durch hohe Ambivalenz und gerade durch das Fehlen von Konsistenz gekennzeichnet sein.

## 2. Spielräume staatlicher Politik zur Gestaltung von Technikentwicklung

Die Schwierigkeiten mit der Akzeptanz der Gentechnologie liegen u.a. daran, daß es eine offenkundige Diskrepanz gibt zwischen den Problemen, die in der Risikokritik thematisiert werden und den Problemen, die durch Regelungen gleichsam politisch abgearbeitet werden. Akzeptanzerhöhung hängt davon ab, daß die Handlungsfähigkeit der Politik gegenüber technischer Dynamik als eine wesentliche Variable sozialen Wandels erhöht wird.

Zu untersuchen wären in einem Projekt, das juristische und soziologische Fragestellungen verbindet, die tatsächlichen Spielräume restriktiver und konstruktiver Technikpolitik anhand von Beispielen der Gentechnologie. Dabei sind insbesondere die Übergänge von Gefahrenvorsorgekonzepten zu Planungskonzepten für die Technikentwicklung zu identifizieren und die Rolle informeller politischer Mechanismen, etwa Verhandlungssysteme, zu bestimmen. Ein Randproblem wäre die mögliche Operationalisierung von Konzepten der 'Verantwortung gegenüber der Natur' und der Grenzen von Technisierung im Recht.

Stellt man die Frage nach möglichen Projekten speziell im Hinblick auf die Forschungsstrategie einer entsprechenden Arbeitsgruppe an einer Großforschungsanstalt, so sollte man auch ungewöhnliche Designs ins Auge fassen. Diskutierbar erscheint:

## 3. Experimentelle Workshops zur Risiko-Kommunikation im Bereich der Gentechnologie

Dabei könnte man Befürworter und Kritiker der Gentechnologie, sowie Vertreter der unterschiedlichen Regelungsinstanzen unter kontrollierten Bedingungen Zwänge zur Explikation und Verhandlung von Risikothemen unterwerfen und die dabei ablaufenden Prozesse gruppendifamisch, spieltheoretisch etc. auswerten. Mögliches Projektziel wäre es, die Funktionsbedingungen, Legitimationsleistungen und Grenzen von unterschiedlichen Diskursformen und Verhandlungssystemen zu erforschen.

Solche Experimente könnten mit 'Rollenspielern' oder aber mit den an den Risikokontroversen wirklich Beteiligten ablaufen. In jedem Fall aber wären sie von realistischem Entscheidungsdruck entlastet. Eine Stufe näher an realistischen Bedingungen wären:

## 4. Modellversuche zu partizipativer Risikoregelung im Bereich der Gentechnologie

Man könnte, analog etwa zu gewissen Vorhaben im Programm 'Humanisierung der Arbeit', an ausgewählten Beispielen Verhandlungssysteme bilden, die die Aufgabe hätten, unter realistischen Bedingungen Risiken in einzelnen Anwendungsberichen der Gentechnologie modellhaft zu regeln. Ziel ist es dabei, konsensual neue Formen der Regelung zu entwickeln und zu erproben, die unter den gegenwärtigen rechtlichen Voraussetzungen nicht erzwingbar wären oder gerade weil sie erzwungen wären, auf Zustimmung nur schwer rechnen könnten. Kandidaten für solche Modellvorhaben gibt es viele, von der Ausgestaltung der Arbeitssicherheit und der Entsorgung gentechnischer Produktion, über das Monitoring von Si-

cherheitsexperimenten zur Freisetzung, bis hin zum Datenschutzprogramm genetischer Beratungsstellen.

## Anmerkungen

1. Vgl. die früheren Umfragen der Kommission der EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN 1977, 36ff. 66% der Befragten glaubten, daß die Wissenschaft, abgesehen von militärischen Anwendungen) 'gefährliche Folgen' haben könne. Diese Auffassung teilten 70% derjenigen, die zugleich die Wissenschaft als einen Hauptfaktor zur Verbesserung des Lebens betrachteten. Neuere Umfragen bestätigen die ambivalente Einstellung. Speziell zur Gentechnologie, siehe etwa:
2. Clifford GEERTZ beschreibt die wechselseitigen Begründungsverhältnisse von normativen Überzeugungen und empirischen Weltbildern für die Religion. In ihr sind "menschliche Handlungen auf eine kosmische vorgestellte Ordnung abgestimmt und umgekehrt die Bilder der kosmischen Ordnung auf den menschlichen Erfahrungsbereich projiziert". Normative Ideen haben den Charakter von "notwendigen Lebensbedingungen, wie sie von einer in bestimmter Weise strukturierten Welt vorgegeben werden, als reiner common sense angesichts der unveränderlichen Gestalt der Wirklichkeit" (1983, 47f.). Diese wechselseitige Koordinierung und Bestätigung von moralischem Ethos und Weltauffassung dürfte in einer Hinsicht mit der Säkularisierung der Wertideen und dem Entstehen empirischer Wissenschaft untergegangen sein: Wir suchen keine moralischen Bestätigungen mehr für unsere Kosmologien. Damit ist aber nicht zugleich auch die Objektivierung unserer moralischen Ideen durch den Bezug auf Welterkenntnis entfallen. Diese Ideen definieren nach wie vor Formen sinnvollen Lebens, sinnvoll in der gegebenen empirischen Welt. Nur richten sich die Weltbezüge in unserer Moral weniger auf den Kosmos insgesamt, als vielmehr auf die Natur des Menschen.
3. Konsequenterweise ist daher die Forderung nach einer Norm der Natürlichkeit etwa bei den sozialen Bewegungen mit mehr oder weniger fundamentaler Kritik an der kulturellen Dominanz der modernen Wissenschaft und der Suche nach alternativen Formen einer methodischen Naturerkennnis verbunden. Vgl. VAN DEN DAELE 1987a
4. Zur Durchsetzung solcher Auflagen in den technischen Regelwerken (Normen und Richtlinien) vgl. ROPOHL/SCHUCHARDT/LARUSCHKAT 1984, 23: Zwischen 1970 und 1977 wuchs die Zahl der sicherheitsrelevanten Regeln von 216 auf über 600.
5. Bundesverwaltungsgericht zu §7 Absatz 2, Nr.3 Atomgesetz, Urteil vom 19.12.1985 (Wahl), Band 72, 300ff., 315 Nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz sind Beschränkungen für den Ausstoß von Schadstoffen - also möglicherweise sehr erhebliche Eingriffe in die Investitionsentscheidungen der Unternehmen - auch zulässig, um Risiken zu vermindern, die "auf den noch lückenhaften Kenntnissen über die Schädlichkeit bestimmter Immissionen, ihre Langzeitwirkungen, sowie mögliche synergistische Effekte beruhen." Es reicht, daß "hinreichende Gründe für die Annahme bestehen, daß Immissionen möglicherweise zu schädlichen Umwelteinwirkungen führen." Bundesverwaltungsgericht zu §5 Nr.2

- Bundesimmissionsschutzgesetz, Urteil vom 17.2.1984 (Fernheizwerk), Band 69, 37ff., 43 Nach §23 Satz Chemikaliengesetz von 1980 kann die Verwendung eines Stoffes schon dann verboten werden, wenn nur ein Verdacht besteht ("tatsächliche Gründe für die Annahme"), daß er gefährlich ist (Vgl. allgemein OSSEN BüHL 1986).
6. Vgl. OSSEN BüHL 1987, 166. Was eine hinreichende Begründung ist, ist umstritten. Es reicht beispielsweise, daß ein Stoff im Tierexperiment Krebs auslöst, auch wenn Krankheitsfälle beim Menschen bislang nicht nachgewiesen sind (Formaldehyd). Ebenso reicht ein Verdacht aufgrund bloß theoretischer Überlegungen und Berechnungen, nicht dagegen eine im Prinzip falsifizierbare, aber mit gegenwärtigen Mitteln unüberprüfbare theoretische Gefahrenannahme vereinzelter Mindermeinungen in der Wissenschaft, Bundesverwaltungsgericht 1985 (Anm.5). Das Bundesverfassungsgericht hatte die Verpflichtung (nicht die Befugnis) des Gesetzgebers zu prüfen, den Bürger mit absoluter Sicherheit vor allen möglichen, also auch noch gar nicht erkennbaren Gefahren technischer Anlagen zu schützen. Es verneinte eine solche Verpflichtung, weil sie "weithin jede staatliche Zulassung der Nutzung von Technik verbannen" würde. Band 49, 89ff. (143), Beschuß vom 8.8. 1978 (Kalkar)
  7. Das Gegenargument, daß solche Verbote erfahrungsgemäß übertreten werden, zieht nicht, denn es kann gegen jede Kontrolle, mithin auch das Verbot der Technik erhoben werden.
  8. Die Berufsausübung kann beschränkt werden, wenn 'vernünftige Erwägungen des Allgemeinwohls' dies zweckmäßig erscheinen lassen, die Berufswahl dagegen nur, wenn dies zum Schutz von überragend wichtigen Gemeinschaftsgütern zwingend erforderlich ist. Bundesverfassungsgericht, Entscheidungen Band 7, 377, 399ff.
  9. Die Frage einer 'rechtlichen Bewältigung der Gefahren' solcher Lebensformen diskutiert DÄUBLER 1986, 47

## Literatur

- AMES, B. (1987): Ranking possible carcinogenic hazards. In: Science 236, 271-280
- BARTELS, D. (1986): Genetische Manipulation an Krebsgenen. In: KOLLEK u.a. (Hg.) 1986, 70-83
- BAYERTZ, K. (1987): Gen-Ethik. Probleme der Technisierung menschlicher Fortpflanzung. Reinbeck: Rowohlt
- BECK, U. (1986): Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne. Frankfurt: Suhrkamp
- BENDA, E. (1985): Die Erprobung der Menschenwürde am Beispiel der Humangenetik". In: Aus Politik und Zeitgeschehen. Das Parlament 19.Januar 1985, 18-36, 29
- BRILL, W. (1985): Safety concerns and genetic engineering in agriculture. In: Science 227, 381-384
- BMFT (1979): Bundesminister für Forschung und Technologie; Chancen und Gefahren der Genforschung. Protokolle und Materialien zur Anhörung in Bonn 19.-21. September 1979. München: Oldenburg

- BMJ (1986): Entwurf für ein Embryonenschutzgesetz. In: Recht. Information des Bundesministers der Justiz 20/1986 vom 3.3.1986
- COLWELL, R. u.a. (1985): Genetic engineering in agriculture (Letter). In: Science 229, 111-112
- COLWELL, R. (1988): Another reading of the NAS Gene Report. In: BioScience June 1988, 421f.
- VAN DEN DAELE, W. (1982): Genmanipulation. Wissenschaftlicher Fortschritt, private Verwertung und öffentliche Kontrolle in der Molekularbiologie. In: BECHMANN, G. u.a. (Hg.): Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 1. Frankfurt: Campus, 133-164
- VAN DEN DAELE, W. (1985): Mensch nach Maß? München: Beck
- VAN DEN DAELE, W. (1987): Die Moralisierung der menschlichen Natur und Naturbezüge in gesellschaftlichen Institutionen. In: Kritische Vierteljahresschrift für Gesetzgebung und Rechtswissenschaft 2, 351-366
- VAN DEN DAELE, W. (1987a): Der Traum von der 'alternativen' Wissenschaft. In: Zeitschrift für Soziologie 16, 403-418
- DÄUBLER, W. (1986): Gestaltung neuer Technologien durch Recht? In: Zeitschrift für Rechtspolitik, 42-48,
- DFG (1987): Deutsche Forschungsgemeinschaft: Stellungnahme zum Bericht der Enquete-Kommission 'Chancen und Risiken der Gentechnologie'. Bad Godesberg
- DOUGLAS, M., WILDAVSKY, A. (1982): Risk and Culture. Berkeley: Univ. of California
- DAVIS, B. (1984): Science, fanaticism, and the law. In: Genetic Engineering News July-August 1984, 4
- ENQUETE-KOMMISSION (1987): Enquetekommission des Deutschen Bundestages 'Chancen und Risiken der Gentechnologie' München: Schweitzer (Bundestagsdrucksache 10/6775)
- ESA (1984): Ecological Society of America: Report on workshop on possible ecological and evolutionary impacts of bioengineered organisms released in the environment. In: Bulletin of the Ecological Society of America, December 1984, 436-438
- EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFTEN (1977): Wissenschaft in der öffentlichen Meinung Europas. Brüssel
- EUROPARAT (1982): Empfehlung Nr. 934 der Parlamentarischen Versammlung des Europarat, betr. Genmanipulation. Bundestagsdrucksache 9/1373
- EVERS, A., NOVOTNY, H. (1987): Über den Umgang mit Unsicherheit. Frankfurt: Suhrkamp
- GEERTZ, C. (1983): Religion als kulturelles System. In: Ders.: Dichte Beschreibung. Frankfurt: Suhrkamp
- GEHLEN, A. (1961): Anthropologische Forschung. Reinbeck: Rowohlt
- HÄFELE, W. (1974): Hypotheticality and the new challenges: The pathfinder role of Nuclear Energy. In: Minerva 3, 303-322
- HALVORSON, H. u.a. (Hg.) (1985): Engineered organisms in the environment: Scientific issues. Washington: American Society of Microbiology

- ISENSSE, J. (1983): Das Grundrecht auf Sicherheit. Berlin: de Gruyter
- JONAS, H. (1979): Das Prinzip Verantwortung. Frankfurt: Suhrkamp
- KITSCHEL, H. (1984): Der ökologische Diskurs. Eine Analyse von Gesellschaftskonzeptionen in der Energiedebatte. Frankfurt: Campus
- KOLLEK, R. u.a. (Hg.) (1986): Die ungeklärten Gefahrenpotentiale der Gentechnologie. München: Schwetzer
- KOLLEK, R. (1986): Sicherheitsaspekte der experimentellen Arbeit mit Retroviren. In: KOLLEK u.a. (Hg.) 1986, 49-69
- KOLLEK, R. (1988): Gentechnologie und biologische Risiken. In: WSI Mitteilungen 2, 105-116
- KOVARIK, I., SUKOPP, H. (1986): Ökologische Folgen der Einführung neuer Pflanzenarten. In: KOLLEK u.a. (Hg.) 1986, 111-135
- MEYER-ABICH, K. (1984): Wege zum Frieden mit der Natur. München: Hanser
- MEYER-ABICH, K., SCHEFOLD, B. (1986): Die Grenzen der Atomwirtschaft. München: Beck
- MILLER, M. (1985): Kollektive Lernprozesse. Frankfurt: Suhrkamp
- NAS (1987): National Academy of Sciences: Introduction of recombinant DNA-engineered organisms into the Environment: Key Issues. Washington: Academy
- OSSENBÜHL, F. (1986): Vorsorge als Rechtsprinzip im Gesundheits-, Arbeits- und Umweltschutz". In: Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht, 161-171
- PARSONS, T. (1968): Sozialstruktur und Persönlichkeit. Frankfurt: Europäische Verlagsanstalt
- ROPOHL, G., SCHUCHARDT, W., LAURUSCHEK, H. (1984): Technische Regeln und Lebensqualität. Düsseldorf: VDI
- ROSSNAGEL, A. (1984): Radioaktiver Zerfall der Grundrechte? München, Beck
- SHARPLES, F. (1983): Testimony before U.S. House Committee on Science and Technology. Hearing on environmental implications of genetic engineering. Washington: GPO
- SHIBATANI, A. (1986): "Offene Fragen in der Debatte um die Sicherheit der Gentechnologie. In: KOLLEK u.a. (Hg.) 1986, 39-48
- SPD (1985): Forschungs-Objekt Mensch: Zwischen Hilfe und Manipulation. In: Politik. Aktuelle Informationen der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands. Nr. 9, Oktober 1985
- TAYLOR, P. (1981): The ethics of respect for nature. In: Environmental Ethics, 197-218
- VITZTHUM, W. (1987): Gentechnologie und Menschenwürdeargument. In: Zeitschrift für Rechtspolitik, 33-37
- WEBER, M. (1972): Wirtschaft und Gesellschaft. Tübingen: Mohr
- WEBER, M. (1982): Wissenschaft als Beruf. In: Gesammelte Aufsätze zur Wissenschaftslehre (5.Aufl.) Tübingen: Mohr 582-613
- WEINBERG, A. (1972): Science and transscience. In: Minerva 10, 209

- WILSON, R., CROUCH, E. (1987): Risk assessment and comparisons: An introduction. In: Sience, 236, 267-27
- WINTER, G. (1986): Gentechnik als Rechtsproblem. In: Deutsches Verwaltungsblatt, 585-596
- WRIGHT, S. (1986): Die Sozialgeschichte der Kontroverse um die rekombinante DNS in den USA. In: KOLLEK u.a. (Hg.) 1986, 177-187
- ZAPF, W. u.a. (1987): Individualisierung und Sicherheit. München: Beck

# Risiko-Kommunikation: Kernenergie

Hans Peter Peters (Forschungszentrum Jülich)

---

<b>1. Einleitung</b>	60
<b>2. Risiken der Kernenergie</b>	61
2.1 Argumentationskontakte	63
2.1.1 Betrieb kerntechnischer Anlagen	64
2.1.2 Militärischer Mißbrauch und Terrorismus	70
2.1.3 Energiepolitische Konsequenzen	73
2.1.4 Gesellschaftspolitische Argumentation	74
2.1.5 Neuere Entwicklungen in der Risikodiskussion	75
2.2 Systematische Klassifikation der Risiken	76
2.2.1. Schadensarten	76
2.2.2 Arten von Unsicherheit	77
<b>3. Sicherheitsphilosophien und Risikobegriffe im Bereich der Kerntechnik</b>	81
3.1 Deterministische Sicherheitskonzepte: Vom GAU zum "Accident Management"	82
3.2 Die "Philosophie" probabilistischer Risikostudien	86
3.3 Die Sicherheitsphilosophie der "Nichtverbreitung" von Kernwaffen	89
3.4 Sicherheitstechnische vs. alltagssprachliche Risikobegriffe	90
3.5 Technologiepolitischer Risikobegriff	93
<b>4. Risikodebatten im Bereich der Kernenergie</b>	94
4.1 Inhalte der Risikokontroversen	94
4.2 "Hypothetizität" von Risiken und wissenschaftliche Kontroversen	98
4.3 Gegenstände und Ebenen der gesellschaftlichen Kernenergiekontroverse	100
4.4 Akteure und Konstellationen in der Risikodebatte	102
4.5 "Hidden Agendas" und "Arena Rules"	106
4.6 Verlauf der Kernenergiekontroverse	110
4.7 Ursachen und Hintergründe des Konflikts	114
4.8 Besonderheiten der Kernenergiekontroverse in der BRD	119
<b>5. Ansätze zur Thematisierung von Risikokommunikation im Bereich der Kernenergie</b>	124
5.1 Verhältnis von Experten und Gegenexperten	125
5.2 Interaktion von Experten und Politikern	127
5.3 Beziehungen von Experten zur Öffentlichkeit	129
5.4 Rolle der Massenmedien in der Kernenergiekontroverse	130
5.5 Versuche zur Konfliktlösung durch Kommunikation	131
<b>6. Forschungsbedarf und -möglichkeiten</b>	136
6.1 Mögliche Forschungsthemen	136
6.2 Zielgruppenspezifischer Beratungsbedarf	138
Literatur	140

---

## 1. Einleitung

Die Kommunikation über die Risiken der Kernenergie ist zu einem wichtigen Teilthema innerhalb der politischen und sozialwissenschaftlichen Behandlung des Kernenergiekonflikts geworden. Von einer "Pfadfinder-Rolle" der Kernenergie (HÄFELE 1975) läßt sich auch im Hinblick auf die Entwicklung neuer Kommunikationsstrukturen - etwa zwischen Experten und Gegenexperten - sprechen. Lange Zeit wurde die gesellschaftliche Kernenergiekontroverse unter dem Gesichtspunkt betrachtet, daß es den Kernenergieexperten zwar gelungen sei, Kernenergie sicher zu machen, daß es ihnen aber nicht gelungen sei, die breite Öffentlichkeit von der Sicherheit der Kernenergie zu überzeugen. Ansätze in verschiedenen Ländern, wie der "Bürgerdialog Kernenergie" in der Bundesrepublik, die "Informationskampagne Kernenergie" in Österreich oder auch - wenngleich bereits reflektierter - die "Breite Soziale Debatte über Energiepolitik" in den Niederlanden (vgl. Kapitel 5.5), gingen implizit von der Annahme aus, daß die Kernenergiakontroverse im Kern ein Kommunikationsproblem sei und daher auch durch eine Verbesserung der Kommunikationsprozesse (d.h. "Aufklärung" der Öffentlichkeit) entschärft oder sogar gelöst werden könne.

Die vorliegende Arbeit geht davon aus, daß die vorwissenschaftliche Annahme, die Akzeptanzprobleme der Kernenergie beruhten auf einem Informationsdefizit, letztlich unbegründet ist. Zwar gibt es ein großes Wissensgefälle zwischen den Kernenergieexperten und der breiten Öffentlichkeit, doch deuten empirische Untersuchungen (vgl. HENNEN und PETERS 1990, 21-24) darauf hin, daß in der Bevölkerung ein erhöhter Wissensstand keineswegs mit einer erhöhten Kernenergialezeptanz einher geht. Auch das Interpretationsmuster "Wissenschafts- und Technikfeindlichkeit" greift bei der Erklärung der Kernenergiakontroverse zu kurz, da die Gegner der Kernenergie in zunehmend professioneller Weise (was sich beispielsweise in der Gründung der sog. "alternativen" Forschungsinstitute ausdrückt) unter Rückgriff auf wissenschaftliche Argumentation gegen die Kernenergie opponieren und als Alternativen zur Kernenergie keineswegs einen Verzicht auf Technik, sondern eine andere Art von Energietechnologie (z.B. Solarzellen, Einsatz von Mikroelektronik zur rationellen Energieverwendung) propagieren.

Die Darstellung ist orientiert an einer Reihe vorgegebener Fragen (vgl. die Einleitung in diesem Band), die mit der Zielsetzung formuliert wurden, die Expertisen zu einer Reihe von Technologiebereichen miteinander vergleichen zu können. Die damit verbundene Themenstellung impliziert, daß die vorliegende Arbeit keine vollständige Darstellung der Kernenergiakontroverse sein kann und auch die Schwerpunkte der Darstellung anders setzt als es bei einer isolierten Betrachtung der Fall sein würde. So wird beispielsweise den "materialen" Kernenergierisiken ein verhältnismäßig großer Raum eingeräumt, obwohl im weiteren Verlauf der Arbeit argumentiert wird, daß diese konkreten Risiken oftmals nur austauschbares "Spielmaterial" für das Austragen der Kontroverse, nicht aber selbst wirklich Gegenstand der Kontroverse sind. In höherem Ausmaß als in anderen technologischen Kontroversen (z.B. um Chemierisiken, Gentechnologie und Informations- und Kommunikationstechnologien) ist die Kernenergie in einen gesellschaftspolitischen Konflikt um die Zukunft der Industriegesellschaft verwickelt. Dieser Konflikt dominiert die Kernenergiakontroverse, ohne ihn allerdings vollständig zu determinieren.

Die vorliegende Arbeit legt den Schwerpunkt der Betrachtung auf die Kommunikationsprozesse. So bleiben beispielsweise Fragen der politischen Regulation, der Machtkonstellationen zwischen den Akteuren und der Risikowahrnehmung durch die Bevölkerung weitgehend ausgeklammert. Weiter wird bei den Kommunikationsprozessen die Aufmerksamkeit vor allem auf solche gerichtet, die die "Risiken" der Kernenergie zum Gegenstand haben. Individuelle Einstellungen, politische Haltungen und Entscheidungsprozesse von Akteuren sind aber ebenfalls von den wahrgenommenen Nutzenaspekten beeinflußt. Schließlich wird auf die detaillierte Darstellung ideologischer Motivbündel (z.B. Fortschrittsideologie auf Seiten der Kernenergiebefürworter, "alternative" Gesellschaft auf Seiten der Kernenergiegegner) verzichtet, die als Randbedingung auch die Kommunikationsprozesse mit beeinflussen.

## 2. Risiken der Kernenergie

Im Zusammenhang mit der Kernenergie<sup>1</sup> werden eine Vielzahl sehr unterschiedlicher Risiken diskutiert. Außer direkten Sicherheits- und Gesundheitsrisiken von Kernkraftwerken und anderen kerntechnischen Einrichtungen im Normalbetrieb und bei Störfällen werden beispielsweise die Gefahr des Mißbrauchs von Spaltmaterial für militärische oder terroristische Zwecke (Proliferations-Problematik) und potentielle Gefahren für die Gesellschaft ("Atomstaat") thematisiert. Auch ökologische Risiken wie die Auswirkungen der Abwärme auf Gewässer oder der Einfluß von radioaktiver Strahlung<sup>2</sup> auf Ökosysteme spielen in der Risikodiskussion eine Rolle.

Die Darstellung der Kernenergierisiken in diesem Kapitel erfolgt ohne jegliche inhaltliche Bewertung. Ob ein genanntes Risiko ein "wirkliches Risiko" darstellt oder nicht, soll und kann hier nicht entschieden werden. Und in vielen Fällen ist diese Frage empirisch auch kaum entscheidbar (zur Frage hypothetischer Risiken vgl. Kapitel 4.2). Aus konstruktivistischer Sicht ist bereits die analytische Unterscheidung von wahrgenommenem und tatsächlichem Risiko ein verfehlter Ansatz, da Risiken immer sozial konstruiert seien (vgl. DOUGLAS und WILDAVSKI 1982). Auch Jobst Conrad hat auf die Wertabhängigkeit von "Risiken" hingewiesen. Er meint zu Recht, Risiken seien keine objektiven Tatbestände, die unabhängig von Meinungen der Menschen bestehen. Was als ein Risiko angesehen werde, sei auch eine Frage von Werten. (CONRAD 1988, 38) Selbst innerhalb der sonst eher technokratisch orientierten sicherheitswissenschaftlichen "Community" wird diese Einsicht zunehmend

---

<sup>1</sup> Die vorliegende Darstellung beschränkt sich auf die Nutzung der Kerntechnik für die Wärme- und Stromerzeugung, schließt also beispielsweise alle militärischen Anwendungen aus. Auch werden kerntechnische Anwendungen im Bereich der Medizin (Diagnose und Therapie), der Haltbarmachung von Lebensmitteln, der Qualitätskontrolle in der Technik usw. nicht betrachtet.

<sup>2</sup> In einem physikalisch strikten Sinn gibt es keine "radioaktive Strahlung", sondern nur "ionisierende Strahlung", die ihren Ursprung in der Radioaktivität bestimmter Substanzen hat (vgl. BORSCH 1989). Wir werden im folgenden jedoch weiterhin - in Übereinstimmung mit dem allgemeinen Sprachgebrauch - von radioaktiver Strahlung reden und meinen damit die ionisierende Strahlung, die bei radioaktiven Prozessen entsteht.

formuliert. So meinte beispielsweise Wolfgang Krüger, Professor am Fachbereich Sicherheitstechnik der Universität/Gesamthochschule Wuppertal, 1988 auf dem IX. Internationalen Sommer-Symposium der Gesellschaft für Sicherheitswissenschaft in Mainz:

"Es gibt eben nicht 'das Risiko', das aus den verschiedensten - dann gern als irrational gekennzeichneten - Gründen 'akzeptiert' oder 'abgelehnt' wird. Vielmehr gibt es - wenn die Sicherheitswissenschaft ordentliche Ergebnisse bereitstellt, ein mehr oder weniger gut bekanntes Spektrum von möglichen Veränderungen infolge einer Techniknutzung. Erst dessen **Bewertung** (*Hervorhebung im Original*) erlaubt es, von einem Schaden zu sprechen und überhaupt ein Risiko zu definieren." (KRÜGER 1988, 185)

Wir wollen an dieser Stelle keine erkenntnistheoretische Diskussion zwischen empiristischen und konstruktivistischen Positionen führen. Es genügt uns zu betonen, daß mit der Benennung eines Risikos als "Risiko" kein eigenes Urteil darüber verbunden ist, ob es sich dabei um eine "reale" (objektive) Gefahr handelt. Aus unserem Blickwinkel handelt es sich dabei vielmehr um eine "reale" Befürchtung. Kriterien der Aufnahme eines "Risikos" in unsere Darstellung sind seine Bedeutung in Risiko-untersuchungen, in der kernenergiekritischen Literatur und in der politischen oder öffentlichen Diskussion.

Die verschiedenen Risikoaspekte, die sich aus diesem Gefahrenpotential der Kernenergie ergeben, werden in sehr unterschiedlichen Kontexten und "scientific communities" behandelt. Die Vermeldung von Störfällen und die Begrenzung von Störfallfolgen etwa ist eng mit dem Entwurf und der ingenieurmäßigen Konstruktion von Kernreaktoren verbunden. (Sinngemäß gilt das gleiche für andere kerntechnische Anlagen und Geräte wie Wiederaufarbeitungsanlagen, Zwischen- und Endlager, Anreicherungsanlagen, Brennelementfabriken und Transportbehälter.) Probabilistische Risikostudien werden von Sicherheitswissenschaftlern durchgeführt. Fragen der Wirkung radioaktiver Strahlung auf Mensch und Umwelt werden von einer biomedizinisch orientierten "scientific community" aufgegriffen. Proliferations-Risiken wiederum stehen in einem sehr politisch geprägten Kontext und gesellschaftspolitische Konsequenzen werden von Juristen, Geistes- und Gesellschaftswissenschaftlern thematisiert.

Eine systematische Darstellung und Diskussion der Kernenergierisiken wird durch diese Heterogenität professioneller Herangehensweisen erschwert. Nicht einmal der Begriff "Risiko" wird immer verwendet; bei der Behandlung soziopolitisches "Risiken" spricht man stattdessen beispielsweise von fehlender "Sozialverträglichkeit". Ungeachtet der jeweils spezifischen Terminologie bei der Behandlung der verschiedenen mit befürchteten negativen Auswirkungen der Kernenergie zusammenhängenden Fragen lassen sie sich unter einer verallgemeinernden Perspektive doch unter dem Risikobegriff fassen. Dabei werden wir in Übereinstimmung mit dem allgemeinen Sprachgebrauch immer dann von "Risiken" sprechen, wenn es um Schäden geht, deren Eintreten nicht konsensual völlig außer Frage steht, sondern mit einer gewissen Unsicherheit verbunden ist oder über deren Eintreten oder Nichteintreten es Meinungsverschiedenheiten gibt. Schäden lassen sich aus sozialwissenschaftlicher Sicht definieren als Verletzungen von Werten wie Leben, Gesundheit, Eigentum usw. (Zum Risikobegriff vgl. auch Kapitel 3.)

Innerhalb der Kontroverse um die Kernenergie spielen die Risiken eine zwar wichtige aber natürlich nicht die einzige Rolle. Risiken sind definitionsgemäß mit Unsicherheit behaftete Schadenserwartungen; neben den Risiken spielen in der Kommunikation aber noch die mit Sicherheit zu erwartenden Schäden und Kosten sowie die (mit Gewißheit eintretenden bzw. erhofften aber ungewissen) Nutzen der Kernenergie eine Rolle, die in der vorliegenden Darstellung, die sich primär mit der Kommunikation von "Risiken" befaßt, nur am Rande gestreift werden können.

Die Literatur über die Risiken bzw. - je nach Standpunkt - über die Sicherheit der Kernenergie ist unüberschaubar, selbst wenn man sich auf die an einen breiteren Leserkreis gerichteten Darstellungen beschränkt. Es wäre auch kaum möglich, jeden Aspekt der Darstellung mit Quellenangaben zu belegen. Die folgende Darstellung der Risiken erfolgt daher im wesentlichen ohne detaillierte Einzelverweise auf Quellen.<sup>3</sup>

## 2.1 Argumentationskontakte

In den Kommunikationsprozessen werden Risiken in aller Regel nicht isoliert bzw. nach einer der im nächsten Unterkapitel erläuterten theoretisch fundierten Systematiken behandelt, sondern innerhalb von größeren Argumentationszusammenhängen, die nicht unbedingt einer analytischen Systematik folgen, sondern eher an Wirkungsketten orientiert sind. Bei der Diskussion um die Kernenergierisiken lassen sich im wesentlichen vier unterschiedliche Argumentationskomplexe voneinander unterscheiden, die im folgenden näher erläutert werden und die in den Abbildungen 1-4 - notwendigerweise akzentuiert und vereinfacht - dargestellt sind.<sup>4</sup> Die vier Argumentationskomplexe sind:

1. Betrieb kerntechnischer Anlagen,
  2. militärischer Mißbrauch und Terrorismus,
  3. energiepolitische Konsequenzen und
  4. gesellschaftspolitische Argumentation.
- 

<sup>3</sup> Unter anderem wurde folgende Literatur für die Darstellung der Kernenergierisiken ausgewertet: BORSCH, MÜNCH und PASCHKE 1988; GESSENHARTER und FRÖHLING 1989; HATZFELDT, HIRSCH und KOLLERT 1979; HELD 1986; KRAUSE, BOSSEL und MÜLLER-REISSMANN 1980; KREUSCH und HIRSCH 1984; MEYER-ABICH und SCHEFOLD 1986; MÜNCH 1983; ROSSNAGEL 1983 und 1984; SCHEER u.a. 1986; SIEKER 1986. Die genannte Literatur steht stellvertretend für viele andere Publikationen, die aus unterschiedlichen Perspektiven die Sicherheits- bzw. Risikoprobleme der Kernenergie behandeln, und dürfte einen einigermaßen umfassenden Überblick über die diskutierten Kernenergierisiken ermöglichen.

<sup>4</sup> Die Abbildungen lassen sich als "Vorschriften" zur Generierung kernenergiekritischer Risikoaus sagen interpretieren. Jedem durch Pfeile markierten Pfad entspricht eine Risikoaus sage. (Bei der Benutzung dieses Schemas für Argumentationszwecke sei empfohlen, hier und da ein wenig zu variieren und die Argumentation beispielsweise für eine bestimmte Anlage wie z.B. dem "Schnellen Brüter zu spezifizieren, einzelne Zusammenhänge durch Beispiele mit "human touch" zu untermauern, und aufmerksamkeitswirksame Schadens(unter)klassen wie z.B. "Aids" zu wählen.)

Neben der Diskussion allgemeiner Kernenergierisiken gibt es eine Diskussion von spezifischen Risiken, die sich an einzelnen Anlagen oder Prozessen festmachen lassen. Die Behandlung von Risiken erfolgt also auf sehr verschiedenen Ebenen: auf der Ebene einzelner Anlagen, die ja weitgehend technische Unikate darstellen, auf der Ebene von Anlagentypen wie z.B. des Typs "Kernkraftwerk" oder des Untertyps "Leichtwasserreaktor", wobei die einzelnen Anlagen eines Typs (obwohl in der technischen Realisierung verschieden) gemeinsame risikobegründende Konstruktionsmerkmale aufweisen, auf der Ebene von Prozessen (z.B. Transport) oder auf der Ebene des Gesamtsystems "Kernenergie". Es ist aus praktischen Gründen erforderlich, die Risiken auf einer mittleren Ebene der Verallgemeinerung darzustellen. Das hier angelegte Kriterium für die Wahl der Betrachtungsebene ist die Bedeutung, die die entsprechenden Risiken für Kommunikationsprozesse auch außerhalb enger Expertenzirkel haben. Nachfolgend werden zunächst die allgemeinen Argumentationsschemata erläutert, die dann teilweise im Hinblick auf konkrete Risikoquellen inhaltlich ausgefüllt werden.

### 2.1.1 Betrieb kerntechnischer Anlagen

Ein naheliegendes Klassifikationssystem für die differenzierte Darstellung von Kernenergierisiken nach der Risikoquelle stellen die einzelnen "Stationen" des Brennstoffkreislaufs der Kernenergie dar. Das Kernenergiesystem, so wie es heute in der Bundesrepublik realisiert bzw. geplant ist, setzt sich im wesentlichen aus folgenden Prozessen bzw. entsprechenden Anlagen zusammen:

- Uranabbau und -aufbereitung<sup>5</sup>
- Urananreicherung
- Brennelementfabrikation
- Kernkraftwerke
- Zwischenlagerung der abgebrannten Brennelemente
- Transport radioaktiven Materials
- Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente
- endlagerung

Beim Betrieb von kerntechnischen Gefahren gehen vor allem Risiken vom in diesen Anlagen vorhandenen Inventar an Spaltmaterial und radioaktiven Spaltprodukten aus. Bei der Betrachtung der Risiken unterscheidet man gewöhnlich den "Normalbetrieb" einer Anlage und "Störfälle" dieser Anlage. Bereits im "Normalbetrieb" entweichen kleine Mengen radioaktiver Stoffe in die Umgebung und können potentiell zu Gesundheitsschäden bei den in der Umgebung lebenden Menschen oder zu Schäden an Ökosystemen führen. Besonders diskutiert wird in diesem Zusammenhang die mögliche Anreicherung von radioaktiven Isotopen in bestimmten Geweben von Pflanzen und Tieren, wodurch sich beispielsweise über die Nahrungskette relevante Konzentrationen an radioaktiven Isotopen in Agrarprodukten ergeben können.

---

5 Die Uranförderung und -aufbereitung kann aus unseren Betrachtungen weitgehend ausgeschlossen werden, da die Bundesrepublik aufbereitetes Uran weitgehend aus dem Ausland bezieht und diese Aspekte in der bundesdeutschen Risikodiskussion daher keine große Rolle spielen.

Das gesetzliche Schutzkonzept sieht vor, daß selbst unter den ungünstigsten Bedingungen eine zusätzliche Strahlenbelastung von 0,3 mSv nicht überschritten werden darf. Um diesen Grenzwert zu gewährleisten, werden den Betreibern kerntechnischer Anlagen stoffspezifische Grenzwerte für die radioaktiven Emissionen vorgeschrieben.

Kernenergiekritiker sehen bereits in der radioaktiven Niedrigstrahlung von kerntechnischen Anlagen im Normalbetrieb erhebliche Risiken und betrachten diese Strahlung beispielsweise als Ursache von Krebs, Kindersterblichkeit und genetischen Schäden beim Menschen - aber auch von genetischen Schäden in Tierpopulationen, von Waldschäden<sup>6</sup> und sogar von Aids<sup>7</sup> an. Gegen die solchen Aussagen zugrunde liegenden epidemiologischen "Studien" sind jedoch gravierende Einwände erhoben worden (vgl. z.B. BORSCH, MÜNCH und PASCHKE 1988; PETROLL 1989).

Durch Versagen von technischen Einrichtungen wie zum Beispiel dem Ausfall von Pumpen, dem Bruch von Rohrleitungen oder dem Defekt einer elektronischen Steuerung kann es zu Betriebszuständen kommen, bei denen eine kerntechnische Anlage außer Kontrolle gerät. Zwar wird durch ein gestaffeltes Sicherheitssystem (zur Sicherheitsphilosophie von Kernkraftwerken siehe Kapitel 3) versucht, solche Störfälle abzufangen, doch läßt sich die Möglichkeit eines Entweichens von radioaktivem Material trotz aller ausgefeilten Sicherheitseinrichtungen nicht mit absoluter Sicherheit ausschließen, was in dem Begriff "Restrisiko" ausgedrückt wird.

Außer durch technisches Versagen können Freisetzung von radioaktiven Stoffen auch durch menschliches Versagen (u.U. in Verbindung mit einer technischen Panne), durch Sabotage an der Anlage oder durch ungewollte äußere Einwirkung wie Flugzeugabsturz, Erdbeben, Gasexplosion oder ähnliche Ereignisse eintreten. Auch terroristische Angriffe auf kerntechnische Anlagen oder militärische Angriffe im Kriegsfall könnten eine Zerstörung der Anlage und als Folge eine Freisetzung des radioaktiven Materials bewirken.

Nachfolgend wird versucht, einen kurzen und notwendigerweise unvollständigen Überblick über die spezifischen Risiken zu geben, die im Zusammenhang mit spezifischen "Risikoquotienten" eine Rolle spielen. Einen Überblick über diese anlagenspezifischen Risiken vermittelt die nachfolgende Darstellung sowie als Übersicht Tabelle 1.

- **Urananreicherung**

Bei allen derzeit gebräuchlichen Anreicherungsverfahren (Trenndüsen-, Zentrifugen- und Diffusionsverfahren) wird das sehr toxische, chemisch aggressive und explosive Uranhexafluorid ( $UF_6$ ) verwendet, was insbesondere Risiken bei der Lagerung sowie dem Füllen und Leeren von Behältern mit sich bringt.

---

<sup>6</sup> Diese Behauptung wurde von Günther Reichelt beispielsweise in der Zeitschrift "Natur" (Heft 3/1984) aufgestellt. Kritisch dazu äußerte sich Manfred PETROLL (1986).

<sup>7</sup> So der amerikanische Wissenschaftler Sternglass auf einer Veranstaltung der "Grünen" in Bremen (Bremer Nachrichten, Ausgabe vom 1. März 1988).

- **Brennelementfabrikation**

Auch bei der Brennelementfabrikation wird  $UF_6$  verwendet, so daß sich auch hier die bereits oben erwähnten Risiken ergeben. Bei der Herstellung von Brennelementen, die Plutonium enthalten (sog. MOX-Brennelemente), entstehen zusätzliche Risiken aus der Lagerung und Verarbeitung des "Ultragifts" Plutonium, das erstens hochgiftig ist und zweitens wegen seiner im Vergleich zu Uran deutlich höheren Radioaktivität (Alpha-Strahlung) bei der Inkorporation Strahlungsrisiken mit sich bringt.

- **Kernkraftwerke**

Lange Zeit im Mittelpunkt der Risikobetrachtung bei der Kernenergie haben die Kernkraftwerke gestanden. Hier werden Risiken sowohl des Normalbetriebs als auch von möglichen Störfällen und Unfällen diskutiert. Das Schadenspotential einer kerntechnischen Anlage ist u.a. abhängig von der Art und Menge des radioaktiven "Inventars". Besonders hoch ist das radioaktive Inventar von Kernkraftwerken, die bereits längere Zeit in Betrieb waren. In Kernkraftwerken ist auch ein besonderes prozeßtechnisches Problem von Bedeutung, das in der Notwendigkeit einer Kühlung der Brennelemente besteht. Wegen der sog. Nachzerfallswärme ist eine (Not-)Kühlung auch nach Abschaltung der nuklearen Kettenreaktion erforderlich, sonst droht die sog. Kernschmelze, die eine Zerstörung des Sicherheitsbehälters zur Folge hätte.

Im Normalbetrieb emittieren Kernkraftwerke geringe Mengen an radioaktiven Stoffen mit der Abluft, die über einen Kamin geleitet wird, und mit ihrem Kühlwasser. Ein weiteres Risiko des Betriebs von Kernkraftwerken im Normalbetrieb liegt in der Abwärme, die entweder über eine Kühlung durch Fließwasser oder mittels Naß- oder Trockenkühltürme an die Umgebung abgegeben werden muß.<sup>8</sup> Die Erwärmung der Umgebung durch Kernkraftwerke kann schädliche ökologische Folgen haben; so wurden beispielsweise Fischsterben im Rhein befürchtet. Bei Naßkühltürmen wurde die Gefahr diskutiert, daß es zu verstärkter Nebelbildung kommen könnte, was eine erhöhte Unfallgefahr, aber auch schädliche Auswirkungen auf die Landwirtschaft (Weinbau in Wyhl) haben könnte. Auch der Transport von Krankheitserregern durch die Kühlenschwaden wurde als Risiko diskutiert.

Im Mittelpunkt der Risikobetrachtung bei den Kernkraftwerken steht jedoch das Risiko, das sich aus der Möglichkeit von großen Katastrophen ergibt. Abhängig vom jeweiligen Typ des Kernkraftwerks wurden immer neue Szenarien diskutiert,

---

<sup>8</sup> Die Abgabe von Abwärme an die Umgebung ist eine Eigenschaft aller Wärmekraftwerke, also z.B. auch von Kohlekraftwerken. Bei der Kernenergie ist das Problem jedoch etwas gravierender. Zum einen sind in der Regel die Kraftwerkseinheiten bei KKW größer sind als bei Kohlekraftwerken, so daß an einem bestimmten Standort auch größere Abwärmemengen anfallen. (Dies erschwert auch die Nutzung der Abwärme für Fernheizung usw.) Zum anderen ist der Wirkungsgrad von KKW gegenüber modernen Kohlekraftwerken etwas geringer, so daß sich bezogen auf die gleiche Menge an produziertem Strom eine etwas höherer Abwärmemenge ergibt.

von denen angenommen wurde, daß sie zu katastrophalen Freisetzungen von Radioaktivität führen könnten. Als Ursachen für solche Reaktorkatastrophen wurden angenommen:

- Störfälle im Reaktor selbst, z.B. der Bruch einer Kühlmittelleitung, durch technische Störfälle, menschliches Versagen, oder bewußte Sabotage,
- ungewollte äußere Einwirkungen auf das Kernkraftwerk, die zu einer Beschädigung des Reaktor-Containment führen können, wie Flugzeugabstürze, Gasexplosionen oder Erdbeben
- gewollte äußere Einwirkungen auf das Kernkraftwerk, beispielsweise im Kriegsfall oder bei Angriffen durch Terroristen.

Ganz besonders kritisch wurde die Sicherheit des SNR 300 (Schneller Brüter in Kalkar) diskutiert, dem Kernenergiekritiker u.a. wegen des als Nuklearbrennstoff verwendeten Plutoniums, der geringeren "inhärenten Sicherheit", der Brennbarkeit des als Kühlmittel eingesetzten Natriums, der hohen Leistungsdichte im "Kern" und der Möglichkeit von nuklearen "Exkursionen" besondere Gefährlichkeit nachsagen.

- **Zwischenlagerung**

Risiken der Zwischenlagerung werden vor allem in der Möglichkeit des Containment- bzw. Behälterversagens bei äußeren Einwirkungen gesehen; d.h. es wird befürchtet, daß etwa bei einem Flugzeugabsturz oder einem Brand der Anlage die in den Behältern gelagerten radioaktiven Stoffe die Umgebung versauen könnten.

- **Transport**

Die Risiken, die mit dem Transport radioaktiven Materials oder von Kernbrennstoffen verbunden sind, sind natürlich teilweise abhängig von der Art des transportierten Stoffes. Beim Transport von abgebrannten Brennelementen, die große Mengen von hochaktiven Spaltprodukten enthalten, befürchtet man ähnlich wie bei der Zwischenlagerung, daß die verwendeten Transportbehälter durch äußere Einwirkungen, etwa bei einem Verkehrsunfall, beschädigt werden könnten und damit radioaktives Material die Umgebung der Unglücksstelle versauert.

- **Wiederaufarbeitung**

Die Wiederaufarbeitung ist - neben derendlagerung - eine in den letzten Jahren besonders stark diskutierte Quelle von Kernenergierisiken. Mit der Aufgabe des Projekts einer Wiederaufarbeitungsanlage in Wackersdorf zugunsten einer Wiederaufarbeitung in Großbritannien und Frankreich bzw. zugunsten der Entsorgungsstrategie der direkten Endlagerung hat die Diskussion dieser Risiken nachgelassen. Da die Risiken der Wiederaufarbeitung jedoch lange Zeit eine große Bedeutung in der Risikodiskussion sowohl der kerntechnischen "Community", im politischen Raum und in der Öffentlichkeit besessen haben, seien sie hier trotzdem aufgeführt.

Mit den Wiederaufarbeitungsanlagen wird ein hohes Risiko bereits im Normalbetrieb verbunden. Man geht davon aus, daß diese Anlagen im Vergleich zu KKW höhere radioaktive Emissionen im Normalbetrieb aufweisen und verweist dabei beispielsweise auf in Betrieb befindliche ausländische Anlagen.

Risikoquelle	Spezifische Risiken
Urananreicherung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Umgang mit explosivem und toxischem <math>UF_6</math></li> <li>- Anreicherungstechnik sensibel im Hinblick auf die Weiterverbreitung von Kernwaffen</li> <li>- Mögliche Erzeugung und Abzweigung von waffenfähigem Spaltmaterial</li> </ul>
Brennelement-fabrikation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Umgang mit explosivem und toxischem <math>UF_6</math></li> <li>- Umgang mit hoch giftigem und radioologisch gefährlichem Plutonium</li> <li>- Mögliche Abzweigung von waffenfähigem Spaltmaterial</li> </ul>
Kernkraftwerke	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emission radioaktiver Stoffe im Normalbetrieb</li> <li>- Abgabe von Abwärme an die Umgebung über Kühltürme oder Kühlwasser</li> <li>- Möglichkeit der Freisetzung größerer Mengen an Spaltprodukten bei technischen Störfällen oder äußerer Einwirkung</li> <li>- Besonderes Unfallrisiko beim Schnellen Brüter aufgrund geringerer inhärenter Sicherheit und der Verwendung von Natrium als Kühlmittel</li> </ul>
Zwischenlagerung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Freisetzung radioaktiver Stoffe beim Containment bzw. Behälterversagen z.B. aufgrund äußerer Einwirkung</li> </ul>
Transport	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Freisetzung radioaktiver Stoffe bei Unfällen oder terroristischen Anschlägen auf Transporte</li> <li>- Möglichkeit der Entwendung bombentauglichen Spaltmaterials</li> </ul>
Wiederaufarbeitung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hohe radioaktive Emissionen im Normalbetrieb</li> <li>- Radioaktive Emissionen aufgrund von technischen Störfällen oder äußerer Einwirkung</li> <li>- Proliferationsgefährdete Technik</li> <li>- Mögliche Abzweigung von bombentauglichem Plutonium</li> </ul>
Endlagerung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unmöglichkeit der Gewährleistung einer über Jahrtausende reichenden Isolation von Spaltprodukten von der Biosphäre</li> <li>- Freisetzung radioaktiver Stoffe während des Betriebs des Endlagers aus den oberirdischen Anlagetallen</li> <li>- Militärischer Mißbrauch endgelagerten Plutoniums bei der direkten Endlagerung</li> </ul>

Tabelle 1: Spezifische Kernenergierisiken nach Risikoquellen

Aber auch das Störfallrisiko der Wiederaufarbeitungsanlagen wird thematisiert. So wird beispielsweise argumentiert, bei der Wiederaufarbeitung könne es zu sog. "Kritikalitätsunfällen" durch unvorhergesehene nukleare Kettenreaktionen während des Prozesses kommen, die die Anlage erheblich beschädigen und u.U. auch zur Emission größerer Mengen an radioaktiven Stoffen führen könnten. Schließlich entsteht ein Risiko auch aus der Möglichkeit von chemischen Expl-

sionen in der Anlage mit der Folge einer Zerstörung von Filtereinrichtungen und entsprechend erhöhter Emission von radioaktiven Stoffen.

- **Endlagerung**

Neben den Risiken aufgrund des Betriebs von Kernkraftwerken stellten in den vergangenen Jahren die Risiken der Entsorgung der anfallenden hoch-, mittel- und schwachaktiven Abfälle einen vieldiskutierten Problembereich dar. Außer auf die Wiederaufarbeitung konzentrierten sich die Betrachtungen vor allem auf die Frage der Endlagerung hochaktiver Abfälle, die in einem Salzstock bei Gorleben geplant ist.

Die im Zusammenhang mit einem Endlager für hochaktive Abfälle in Gorleben diskutierten Risiken lassen sich in zwei Kategorien einteilen: Risiken, die während der Betriebsphase des Endlagers auftreten, und Risiken, die nach dem Ende der Betriebsphase noch weiterbestehen. Diese Risiken ergeben sich aus der Notwendigkeit, über einen Zeitraum von - je nach angelegtem Kriterium und eingelagerten Stoffen - mehreren hundert bis mehreren zehntausend Jahren die eingelagerten radioaktiven Abfälle von der Biosphäre fernhalten zu müssen.

Während der Betriebsphase des Endlagers ergeben sich zunächst einmal alle die Risiken, die den kerntechnischen Anlagen gemeinsam sind, d.h. also beispielsweise die Gefahr von radioaktiven Emissionen bei Störfällen oder äußeren Einwirkungen. Davon sind vor allem die Anlagenteile betroffen, die oberirdisch angelegt sind, beispielsweise Lagerbecken oder die Konditionierungsanlage, in der die Spaltprodukte in Glas vergossen werden. Der "größte anzunehmende Unfall" (Gu) im Zusammenhang mit dem Betrieb eines Endlagers liegt im Wassereinbruch in das Endlagerbergwerk, der eine ordnungsgemäße Schließung des Endlagers unmöglich machen würde und dazu führen könnte, daß radioaktive Stoffe ins Grundwasser geraten.

Zu den Risiken, die mit einem solchen Endlager in einem Salzstock auch noch nach seiner Schließung verbunden werden, gehören beispielsweise mögliche geologische Vorgänge, durch die die eingelagerten radioaktiven Stoffe an die Oberfläche transportiert werden könnten. Wegen des langen Zeitraums der Gefährdung könnten kommende Generationen auch "vergessen", daß dort ein Endlager mit radioaktiven Abfällen vorhanden ist und dieses zufällig anbohren oder dort ein Bergwerk errichten, wodurch sie in Kontakt mit den radioaktiven Stoffen geraten würden.

Als Alternative zur Endlagerung nach Wiederaufarbeitung wurde und wird (nach der Aufgabe des WAA-Projekts in Wackersdorf verstärkt) auch die Möglichkeit einer direkten Endlagerung von abgebrannten Brennelementen diskutiert. Diese Option schließt einerseits die Risiken der Wiederaufarbeitung aus, schafft andererseits aber neue Risiken dadurch, daß größere Plutoniummengen endgelagert werden, wodurch sich die Gesamtmenge an endzulagerndem radioaktiven Inventar erhöht.

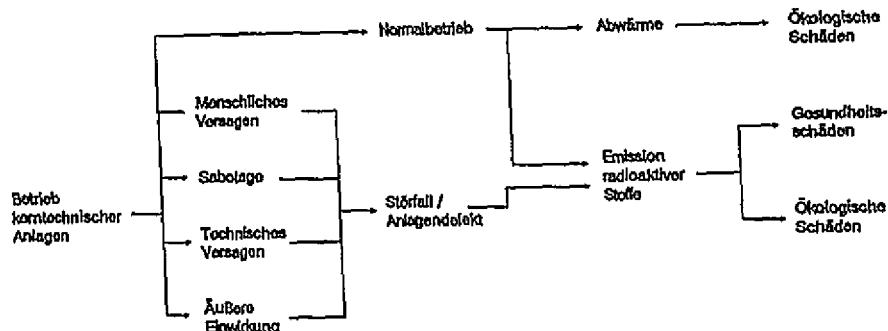


Abbildung 1: Kernenergierisiken I: Betrieb kerntechnischer Anlagen

## 2.1.2 Militärischer Mißbrauch und Terrorismus

Ein wichtiger Risikokomplex, der von Anfang an bei der zivilen Nutzung der Kernenergie eine Rolle spielte, ist durch den tatsächlichen oder möglichen Zusammenhang von ziviler und militärischer Nutzung der Kernenergie gegeben. Sowohl nukleares Spaltmaterial (insbesondere hochangereichertes Uran und Plutonium), das allgemeine kerntechnische Know How als auch kerntechnische Anlagen wie Anreicherungsanlagen, Anlagen zur Herstellung von schwerem Wasser, Kernkraftwerke und Wiederaufarbeitungsanlagen lassen sich prinzipiell auch für militärische Zwecke verwenden bzw. werden in den Kernwaffenstaaten auch für militärische Zwecke verwendet.

Die Herstellung von waffenfähigem Spaltmaterial ist prinzipiell über zwei Wege möglich: über die Anreicherung von Natururan, wobei allerdings wesentlich höhere Anreicherungsgrade als beim üblichen Reaktoruran erreicht werden müssen<sup>9</sup>, oder über die Wiederaufarbeitung von teilweise abgebrannten Reaktor-Brennelementen, in denen während des Einsatzes im Kernkraftwerk aus Uran durch Neutroneneinfang Plutonium entstanden ist. Als im Hinblick auf die Proliferationsrisiken besonders sensible Anlagen sind

- Anreicherungsanlagen
- Kernkraftwerke und
- Wiederaufarbeitungsanlagen

anzusehen. Spezielle Reaktortypen, die als Moderator "schweres Wasser"<sup>10</sup> enthalten, gestatten den Einsatz von unangereichertem Natururan, so daß auch die Anlagen

<sup>9</sup> Uran, das für den Einsatz in kommerziellen Leichtwasserreaktoren vorgesehen ist, muß auf ca. 3 % angereichert sein. Das für Atombomben benutzte Uran weist dagegen Anreicherungsgrade von über 90 % auf. Ein klarer Schwellenwert, ab welchem Anreicherungsgrad Uran für den Bau von Atombomben verwendet werden kann, existiert nicht; vielmehr kann ein geringer Anreicherungsgrad durch eine besonders aufwendige Konstruktion teilweise kompensiert werden.

<sup>10</sup> "Schweres Wasser" ist Wasser, in dessen Molekülen je zwei Deuterium-Atome enthalten sind. (Deuterium ist ein gegenüber dem "normalen Wasserstoff" schweres Wasserstoff-

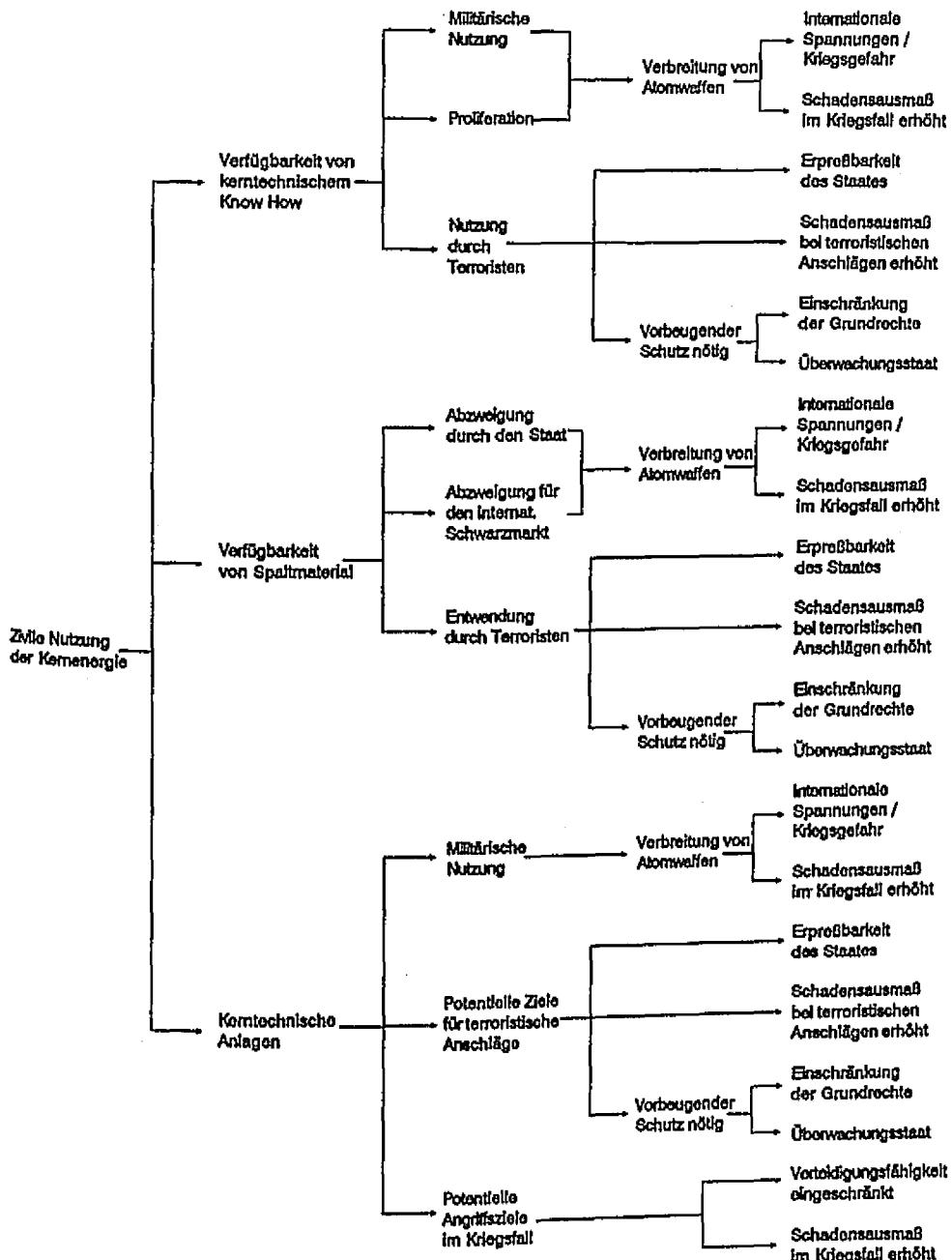


Abbildung 2: Kernenergierisiken II: Militärischer Mißbrauch und Terrorismus

zur Herstellung von "schwerem Wasser" als proliferationsgefährdet anzusehen sind. Für die Entwendung von Spaltmaterial kommen zusätzlich auch noch die Brennelementfertigung sowie Transporte von Plutonium und hochangereichertem Uran in Frage.

Mit der Deklaration der "atoms for peace" durch US-Präsident Eisenhower im Jahr 1953 wurde gleichzeitig eine Nichtverbreitungs-Politik etabliert, die einerseits allen interessierten Staaten die zivile Nutzung der Kernenergie ermöglichen, andererseits aber eine Weiterverbreitung der Atomwaffen an Nicht-Kernwaffenstaaten verhindern sollte. Instrumente zur Eindämmung dieses sog. Proliferations-Risikos waren zunächst bilaterale Vereinbarungen zwischen den Geben und Empfängern von kerntechnischem Know How und Anlagen, die Gründung der EURATOM, der von den angeschlossenen Staaten alle Eigentumsrechte an (zivilem) Kernmaterial übertragen wurden, die Einrichtung der Internationalen Atomenergiebehörde (IAEO) in Wien und schließlich der "Atomwaffen-Sperrvertrag" von 1968.

An den Proliferationsrisiken hat sich eine umfassende Risikoargumentation entzündet. Die ursprüngliche Befürchtung war, daß sich Staaten über die von Ihnen genutzte zivile Kerntechnik Zugang zur militärischen Nutzung der Kernenergie verschaffen könnten. Insbesondere der Export kerntechnischer Anlagen in (politisch weniger stabile) Drittländer galt als ein hohes Risiko. Die Weiterverbreitung von Atomwaffen würde, so befürchtete man, die Internationalen Spannungen verschärfen und im Falle von Kriegen deren Ausmaß erheblich ausweiten.

Später kam dann auch die Befürchtung hinzu, daß sich Terroristen Spaltmaterials bemächtigen und damit eine Bombe bauen oder wenigstens damit drohen könnten. Selbst wenn nicht absolut gewiß sei, daß Terroristen über eine Bombe verfügten, könne der Staat angesichts des Katastrophenpotentials doch kein Risiko eingehen und werde so leicht erpreßbar. Von Robert JUNGK (1977) stammt eine Ausweitung der direkten Risikoargumentation in diesem Risikokomplex. Er befürchtete als Reaktion auf die Risiken des militärischen und terroristischen Mißbrauchs eine Entwicklung der Gesellschaft hin zum "Atomstaat" - einem Staat, in dem persönliche Freiheitsrechte unterdrückt werden müssen, um die Sicherheit gewährleisten zu können. Diese Argumentation ist dann u.a. von Alexander ROSSNAGEL (1983 und 1984) aufgegriffen und weitergeführt worden.

Zeitweilig wurde auch intensiv die Frage erörtert, welche Auswirkungen kerntechnische Anlagen auf die Verteidigungsfähigkeit eines Staates haben könnten. Durch die Existenz von Zielen, deren Zerstörung selbst mit konventionellen Waffen Auswirkungen haben würde, die denen von Atomwaffen glichen, könne kein Staat mehr einen noch so "begrenzten" Krieg riskieren und sei damit gegenüber einem Angreifer ohne Kernkraftwerke quasi verteidigungsunfähig.

---

Isotop mit einem zusätzlichen Neutron im Kern.) "Schweres Wasser" hat ein Molekulargewicht von 20 statt 18 atomaren Masseneinheiten und entsprechend auch eine höhere Dichte.

### 2.1.3 Energiepolitische Konsequenzen

Während in den beiden vorgenannten Argumentationskomplexen die Focussierung weitgehend exklusiv auf den Kernenergierisiken liegt, werden energiepolitischen Konsequenzen der Kernenergienutzung sowohl als Risiken als auch als Vorteile diskutiert. In diesem Argumentationskomplex werden nicht nur die Risiken der Kernenergie, sondern auch die Risiken eines Verzichts auf Kernenergie thematisiert.

Diese "Verzichtsrisiken" werden vor allem in der drohenden Verknappung von energetischen Ressourcen, in der Abhängigkeit von den Öllieferändern und in den Energiekostensteigerungen bei Verzicht auf die Kernenergie gesehen, die wiederum Auswirkungen auf die Internationale Wettbewerbsfähigkeit der Volkswirtschaft, den Export, den nationalen Wohlstand und die ökonomischen Lebensbedingungen hätten. Auch politische Spannungen wegen der Abhängigkeit vom Öl werden als Risiko eines Kernenergieverzichts angeführt.

Andererseits werden auch energiepolitische Risiken mit der Nutzung der Kernenergie verbunden. Diese betreffen zum einen die Bindung volkswirtschaftlicher Ressourcen durch die Kernenergie, die nach Ansicht mancher Kritiker zur Behinderung langfristig günstigerer Alternativen geführt habe. Häufig wird die Auffassung vertreten, alternative Energien seien nur deswegen nicht anwendungsreif, weil fast die gesamten Forschungsmittel in die Kernforschung geflossen seien.

Einen zweiten Bereich energiepolitischer Kernenergierisiken sieht man im Entstehen neuer Abhängigkeiten. Eine zu weitgehende Abstützung der Energieversorgung auf Kernenergie könne zu Versorgungsengpässen bei der Energieversorgung führen,

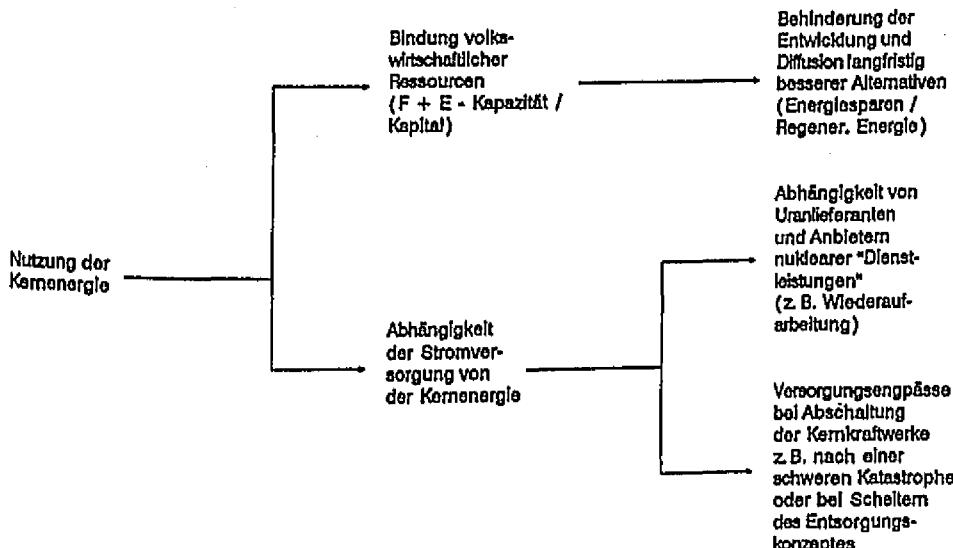


Abbildung 3: Kernenergierisiken III: Energiepolitische Konsequenzen

wenn sich herausstelle, daß z.B. eine sichere Entsorgung nicht mehr gewährleistet sei oder eine Abschaltung der Kernkraftwerke aus politischen Gründen, beispielsweise nach einem größerem Kernkraftwerksunfall, erfolgen müsse. Schließlich meint man, daß zwar möglicherweise die Abhängigkeit von Ölförderländern sinkt, daß aber neue Abhängigkeiten von Uranlieferanten und Anbietern nuklearer "Dienstleistungen" wie Wiederaufarbeitung entstehen könnten.

#### 2.1.4 Gesellschaftspolitische Argumentation

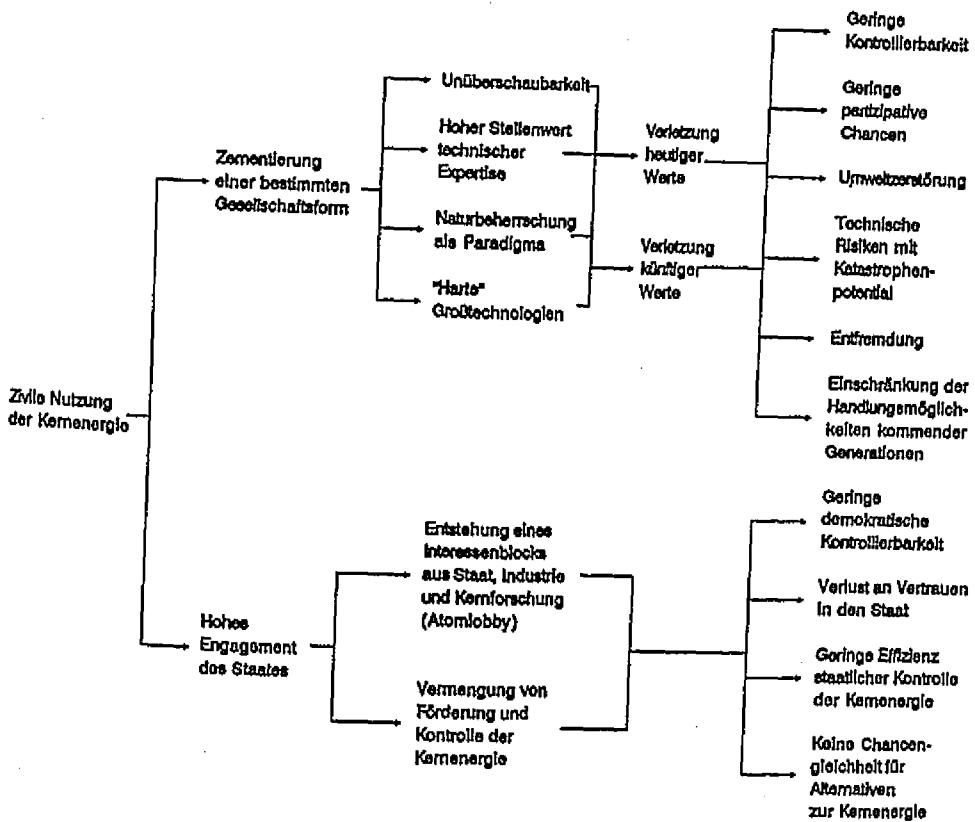
Unter dem von Klaus M. MEYER-ABICH (1979) geprägten Begriff von der (fehlenden) "Sozialverträglichkeit" der Kernenergie hat in der Bundesrepublik Deutschland eine Diskussion um die gesellschaftspolitischen Risiken der Kernenergie stattgefunden. Die Argumentation, die Klaus M. MEYER-ABICH und Bertram SCHEFOLD (1986) im Rahmen ihrer Sozialverträglichkeitsstudie im Hinblick auf die gesellschaftspolitischen Risiken entwickelt haben, ist sehr facettenreich.<sup>11</sup> Auf den Punkt gebracht, postulieren die genannten Autoren einen sachlogischen Zusammenhang zwischen dem Energiesystem einer Gesellschaft und den übrigen Gesellschaftsbereichen: bestimmte Energiesysteme seien nur mit bestimmten Wertesystemen und Gesellschaftsformen "kompatibel", d.h. setzten diese voraus und stabilisierten sie. Und die zur Kernenergie kompatible Gesellschaftsform sei die Industriegesellschaft klassischer Prägung mit ihren negativen Konsequenzen von z.B. Ressourcen-Raubbau, Umweltzerstörung und Undurchschaubarkeit der Entscheidungsprozesse.

Die Kernenergie muß sich als "Risiken" nach dieser Argumentation auch alle möglichen negativen Auswirkungen der mit ihr kompatiblen Industriegesellschaft zurechnen lassen. Zu diesen Risiken werden beispielsweise die geringe Kontrollierbarkeit von Technik und Macht, geringe partizipative Chancen für die Bürger, die Zerstörung der natürlichen Umwelt und das Vorhandensein von hohen technischen Schadenspotentialen (Großtechnologien) gerechnet. Aber auch soziale und psychische Folgen wie die Entfremdung der Menschen von der Natur werden als indirekte Auswirkungen einer Kernenergienutzung gesehen. Schließlich wird im Rahmen der Sozialverträglichkeitsdiskussion der Vorwurf erhoben, die Nutzung der Kernenergie schaffe aufgrund der Langfristigkeit der Gefährdungspotentiale irreversible Fakten, die als Sachzwänge den Entscheidungsspielraum kommender Generationen einschränken könnten.

Ein zweiter, von der Sozialverträglichkeitsdiskussion unabhängiger Argumentationsstrang setzt bei dem seit den Anfängen der Kernenergienutzung weltweit und auch in der Bundesrepublik zu beobachtenden hohen Engagement des Staates bei der Förderung der Kerntechnik an. Das hohe Engagement des Staates, der gegenüber der Kerntechnik nicht nur als Kontrolleur und Regulator, sondern als Förderer aufgetreten sei, habe zum Entstehen eines undurchschaubaren Interessen- und Machtblocks aus Staat, Kernenergielandschaft, Energieversorgungsunternehmen und Kernforschung geführt ("Atomlobby"). Mit dieser Interessenverflechtung sei ein Verlust an demokratischer Kontrollierbarkeit der Entwicklungen in der Kerntechnik und der In

---

<sup>11</sup> Vgl. z.B. die zusammenfassende Darstellung in MEYER-ABICH (1986).



**Abbildung 4:** Kernenergierisiken IV: Gesellschaftspolitische Konsequenzen

diesem Interessenblock einbezogenen Akteure verbunden. Dies wiederum gehe einher mit einem Verlust an Vertrauen in den Staat, der von manchen als Interessenvertreter pro Kernenergie und nicht als im Interesse des Allgemeinwohl handelnde Instanz angesehen werde.

Als Konsequenz der Vermengung der Funktionen von Förderung und Kontrolle der Kernenergie ergebe sich einmal eine geringe Effizienz staatlicher Kontrolle der Kernenergie, zum andern aber auch eine Vernachlässigung der Förderung von Alternativen zur Kernenergie (rationelle Energienutzung, regenerative Energien).

## 2.1.5 Neuere Entwicklungen in der Risikodiskussion

In den letzten Jahren hat sich neben den oben beschriebenen "etablierten" Risikofeldern ein neuer Bereich entwickelt, der zumindest teilweise auch im Kontext der Kernenergie-Riskodebatte eine Rolle spielt - und zwar die Diskussion der Klimarisiken aufgrund der hohen zivilisatorischen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger. Von einer ganzen Reihe von Autoren (z.B. HÄFELE 1989b, HENSSSEN 1988) wird die Kernenergie als zumindest partieller Lösungsbeitrag zur

Entschärfung des CO<sub>2</sub>-Problems angesehen, womit die Klimarisiken aufgrund der CO<sub>2</sub>-Emissionen gleichzeitig als Risiken eines Verzichts auf Kernenergie thematisiert werden. Dies wird von Kernenergiegegnern dagegen mit dem Argument bestritten, daß ein Ausbau der Kernenergie zum Zweck der Verminderung der Emission an CO<sub>2</sub> gegenüber der Strategie rationeller Energieverwendung erstens energiewirtschaftlich suboptimal sei und es zweitens zu lange dauern würde, bis sich die Ergebnisse der Kernenergie-Ausbaustategie zeigten.

## 2.2 Systematische Klassifikation der Risiken

In der vorangegangenen Darstellung der Kernenergierisiken wurden die Risiken in ihrem jeweiligen Argumentationskontext beschrieben. Daneben ist jedoch auch eine systematische Perspektive möglich und im Hinblick auf die weitere Diskussion in diesem Beitrag sinnvoll, bei der die verschiedenen Risiken nach der Art des Risikos klassifiziert werden. Dabei lassen sich aus analytischer Sicht Klassifikationssysteme insbesondere durch die Differenzierung der beiden Faktoren "Schaden" und "Unsicherheit" in der Risikodefinition gewinnen.

### 2.2.1. Schadensarten

Risiken lassen sich zunächst einmal nach der Art der potentiellen Schäden unterscheiden. Da ein Schaden seinerseits als Wertverletzung definiert wurde, stellt ein Werteschema gleichzeitig ein Klassifikationssystem für Risiken dar. Solche Wertesysteme sind verschiedentlich entworfen worden. Speziell im Hinblick auf Energiesysteme haben Ralph L. KEENEY u.a. (1984) mit dem Verfahren der Wertbaumanalyse einen umfassenden hierarchisch gegliederten "Wertebaum" entwickelt, der allerdings für unsere Zwecke zu detailliert ist. Hier sollen daher - in sehr loser Anlehnung an diesen Wertebaum - nur folgende Kategorien unterschieden werden:

- Technische Schäden (Zerstörung von Komponenten oder einer Anlage)
- Ökonomische Schäden (betriebswirtschaftlich und volkswirtschaftlich)
- Gesundheitsschäden (einschließlich Todesfälle)
- Umweltschäden
- Energiepolitische Fehlentwicklungen
- Gesellschaftliche Fehlentwicklungen
- Internationale Fehlentwicklungen (z.B. Kriegsgefahr)

Diese Schadenskategorien lassen sich jedoch nicht als unabhängige Dimensionen auffassen; vielmehr gibt es zwischen ihnen komplizierte und durchaus intersubjektiv unterschiedlich aufgefaßte Ziel-Mittel-Relationen, da sie nicht immer die Verletzung "letzter" Werte repräsentieren. Ein Ingenieur beispielsweise mag einen technischen Schaden als Verletzung des Werts "ordnungsgemäßes Funktionieren einer Anlage" auffassen; den Anwohner der Anlage interessiert ein technischer Schaden dagegen allein im Hinblick auf die Bedrohung seiner Sicherheit. Ähnliches gilt für Umweltschäden. Für den einen ist eine intakte Umwelt ein eigenständiger Wert; für den anderen ist eine intakte Umwelt nur insofern von Bedeutung, als sie Voraussetzung für seine Gesundheit und sein Wohlbefinden ist. Auch eine "gute Gesellschaft" ist letzt-

lich nur Mittel zur Erreichung persönlichen Wohlbefindens, das sich beispielsweise in Sicherheit, Konsummöglichkeiten und individueller Freiheit ausdrückt. Kulturell und subkulturell unterschiedliche Wertvorstellungen haben so ihre Entsprechung in der Definition von Risiken.

Von einem logisch-systematischen Standpunkt aus ist die oben angeführte Liste von relevanten Schadensdimensionen daher unbefriedigend - sie repräsentiert jedoch Aspekte, die in der professionellen Behandlung von Kernenergierisiken oder in der politischen Risikodiskussion als "Schaden"-Faktor im Risikobegriff (vgl. Kapitel 3) aufgefaßt werden. Unter Vernachlässigung der im Zusammenhang mit der Kernenergie weniger wichtigen ökonomischen Schäden (in der Regel werden auf volkswirtschaftlicher Ebene ja ökonomische Vorteile mit der Kernenergie verbunden), bei Betrachtung der technischen Schäden als Vorstufe von Schäden an Gesundheit und Leben (da technische Schäden außerhalb der technischen Subkultur nur als Ursache von Gesundheitsschäden eine Rolle spielen) gelangen wir zu einer Unterscheidung von fünf wesentlichen Risikodimensionen in der Kommunikation über Kernenergierisiken:

1. Gesundheitsschäden,
2. Umweltschäden,
3. Energiepolitische Fehlentwicklungen,
4. Gesellschaftliche Fehlentwicklungen und
5. Internationale Fehlentwicklungen.

Tabelle 2 stellt in tabellarischer Form nach Schadenskategorien gegliedert die wesentlichen Kernenergierisiken dar, die im vorangegangenen Unterkapitel im Zusammenhang diskutiert worden sind.

## 2.2.2 Arten von Unsicherheit

Außer nach der Art des befürchteten Schadens lassen sich Risiken weiter danach unterscheiden, aus welchem Grund Unsicherheit über das Eintreten des Schadens besteht. Eine mögliche Form von Unsicherheit liegt im Auftreten stochastischer oder quasi-stochastischer Ereignisse, die ihrerseits Schäden bewirken. Der Bruch einer Kühlmittelleitung beispielsweise mag auf kleine Materialfehler zurückzuführen sein, von denen beim Herstellungsprozeß des Materials eine gewisse Anzahl entstehen und die normalerweise nicht zum Bruch der Leitung führen. Erst wenn zufällig mehrere dieser statistisch verteilten Materialfehler sehr nahe beieinanderliegen, mögen sie sich zu einem großen makroskopischen Defekt vereinigen und zu einem Störfall führen. Diese Art von Unsicherheit ist letztlich auf die quantenmechanische Unschärfe zurückzuführen und solche Effekte lassen sich als "stochastisch" im echten Sinn erfassen.

Schadensart	Allgemeine Kernenergierisiken
<b>Bedrohung von Gesundheit und Sicherheit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gesundheitsschäden und Todesfälle durch die radioaktiven Emissionen kerntechnischer Anlagen (Normalbetrieb und Störfälle)</li> <li>Vergroßerung des Schadensausmaßes im Kriegsfall (kerntechnische Anlagen als "Ziele" feindlicher Waffen, Weiterverbreitung von Atomwaffen)</li> <li>Vergroßerung des Schadensausmaßes bei terroristischen Anschlägen (Anschläge auf kerntechnische Anlagen mit Freisetzung radioaktiven Materials, Freisetzung von entwendetem radioaktivem Material, Atombombenbau durch Terroristen)</li> <li>Technische Risiken mit Katastrophenpotential in der zur Kernenergie kompatiblen Gesellschaftsform</li> </ul>
<b>Umweltschäden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ökologische Schäden durch die radioaktiven Emissionen kerntechnischer Anlagen</li> <li>Ökologische Schäden durch die Abwärme von Kernkraftwerken</li> <li>Tendenz zur Umweltzerstörung in der zur Kernenergie kompatiblen Gesellschaftsform</li> </ul>
<b>Energiepolitische Fehlentwicklungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Behinderung der Entwicklung und Diffusion langfristig besserer Alternativen (Energiesparen, regenerative Energien) durch Bindung volkswirtschaftlicher Ressourcen durch die Kernenergie</li> <li>Keine Chancengleichheit für langfristig bessere energiepolitische Alternativen zur Kernenergie wegen der Interessenverflechtung des Staates mit Kernenergielandschaft und Kernforschung</li> <li>Versorgungsengpässe bei erforderlich werdender Abschaltung der Kernkraftwerke z.B. nach einer schweren Katastrophe oder bei Scheitern des Entsorgungskonzeptes</li> <li>Abhängigkeit von Uranlieferanten und Anbietern nuklearer "Dienstleistungen" (z.B. Wiederaufarbeitung)</li> </ul>
<b>Gesellschaftliche Fehlentwicklungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erpressbarkeit des Staates durch Nuklearterroristen</li> <li>Einschränkung der Grundrechte als Schutz vor Nuklearterrorismus und -sabotage</li> <li>Überwachungsstaat als Schutz vor Nuklearterrorismus und -sabotage</li> <li>Einschränkung der Verteidigungsfähigkeit, da hohes Schadenspotential bei Angriffen mit konventionellen Waffen auf kerntechnische Anlagen möglich</li> <li>Geringe Kontrollierbarkeit von Technik, industrieller und politischer Macht in der zur Kernenergie kompatiblen Gesellschaftsform</li> <li>Geringe partizipative Chancen in der zur Kernenergie kompatiblen Gesellschaftsform</li> <li>Hoher Grad an Entfremdung in der zur Kernenergie kompatiblen Gesellschaftsform</li> <li>Einschränkung der Handlungsmöglichkeit kommender Generationen in der zur Kernenergie kompatiblen Gesellschaftsform</li> <li>Geringe demokratische Kontrollierbarkeit der "Atomlobby" wegen der Interessenverflechtung von Staat, Kernenergielandschaft, Energieversorgungsunternehmen und Kernforschung</li> <li>Verlust an Vertrauen in den Staat wegen seiner Interessenverflechtung mit Kernenergielandschaft und Kernforschung</li> <li>Geringe Effizienz staatlicher Kontrolle der Kernenergie wegen der Interessenverflechtung des Staates mit Kernenergielandschaft und Kernforschung</li> </ul>
<b>Internationale Fehlentwicklungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vergroßerung der internationalen Spannungen und der Kriegsgefahr durch Weiterverbreitung von Atomwaffen</li> </ul>

Tabelle 2: Kernenergierisiken nach Schadensdimensionen

Quasi-stochastisch sind dagegen Ereignisse, bei denen sich im Prinzip zwar eine Kausalkette konstruieren lässt, diese sich jedoch praktisch nicht beliebig weit verfolgen lässt, ohne ins Absurde zu führen. Ein Beispiel dafür sind etwa unbeabsichtigte menschliche Fehlleistungen beim Ablesen von Instrumenten, beim Betätigen von Bedienungseinrichtungen oder bei der Weitergabe von Informationen. Ergonomen ermitteln beispielsweise, wie hoch bei gegebenen Randbedingungen (Beleuchtung,

Ausbildung des Beschäftigten, Design der Skala, Anordnung des Meßinstruments usw.) die Fehlerquote beim Ablesen eines bestimmten Meßinstruments ist und behandeln das Auftreten des Fehlers als stochastisches Ereignis. Dabei könnte man in jedem Einzelfall versuchen, eine Kausalkette zu konstruieren: Der Beschäftigte, dem die Fehlleistung unterlaufen ist, mag nachts nicht gut geschlafen haben und deswegen unaufmerksam sein. Der Grund dafür könnte sein, daß die Kinder seine Nacht-ruhe gestört haben, weil sie an Windpocken erkrankt sind. Sie sind an Windpocken erkrankt, weil sie sich im Kindergarten angesteckt haben. Sie gehen in den Kinder-garten, weil seine Ehefrau und er der pädagogischen Theorie anhängen, daß Kon-takte mit Gleichaltrigen für Kinder gut sind... An irgendeiner Stelle muß man die Betrachtung abbrechen, das Auftreten eines Ereignisses als "stochastisch" ansehen und empirisch seine Eintrittswahrscheinlichkeit bestimmen. Im folgenden werden stochastische und quasi-stochastische Ereignisse daher nicht mehr unterschieden.

Läßt sich bei den stochastischen Unsicherheiten noch mit empirisch bestimmmbaren und als relativen Häufigkeiten interpretierbaren "Wahrscheinlichkeiten" operieren, so ist dies bei den weiteren Formen von "Unsicherheit" nicht mehr der Fall. Da ist zu-nächst einmal die Unsicherheit darüber, ob die wissenschaftliche Datengrundlage und das Theoriegerüst verlässlich sind. Ein Druckfehler in einem Werk über die Be-lastbarkeit von Stählen oder eine vorschnell verallgemeinerte Theorie über die Aerodynamik neuartiger Flugzeugflügel, ein Programmierfehler in einem Programm zur Simulation des Kühlkreislaufs in einem Reaktor können im Extremfall zu einer Katastrophe führen. Beispiele für diese Art von Risiken sind das Grubenunglück in Borken im Jahr 1988, dessen Ursache eine von Experten vorher nicht für möglich gehaltene Explosion von Braunkohlenstäuben war. Auch der Untergang der "unsinkbaren" Titanic im Jahr 1912 gehört in diese Kategorie. Die psychologische Forschung ist zu dem Schluß gekommen, daß Experten anfällig für das "Overconfidence" genannte Phänomen sind, ihr eigenes Wissen um Zusammenhänge und Daten zu überschätzen (z.B. SLOVIC, FISCHHOFF und LICHTENSTEIN 1985), so daß sich von dieser Seite her eine Bestätigung für die Relevanz dieser Risiken ergibt. Und schließlich gilt nirgendwo stärker als in der Wissenschaft der Satz "Die Wahrheit von heute ist der Irrtum von morgen". Jegliche wissenschaftliche Erkenntnis ist mit einem realen Risiko behaftet, falsch zu sein. Eine valide Quantifizierung dieser Art von Unsicherheit ist allerdings ausgesprochen schwierig und es dürfte schwer fallen, intersubjektiv konsensfähige Kriterien dafür zu finden.

Die nächste Kategorie von Unsicherheit betrifft mangelndes Wissen über Daten und Zusammenhänge. Insbesondere über komplexe und vernetzte Systeme, in denen die einzelnen Bestandteile über verschiedene z.T. gegenseitig wirkende Einflußpfade gekoppelt sind, Wirkungen sich erst mit einer Zeitverzögerung bemerkbar machen und nichtlineare Zusammenhänge wichtig sind, ist verlässliches Wissen nur schwer zu gewinnen. Der mögliche Einfluß der Emission von CO<sub>2</sub> aus der Verbrennung fossiler Energieträger auf das Weltklima ist ein Beispiel für diese Art von Risiko. Andere Beispiele für solche Systeme sind etwa komplexe technische Anlagen oder auch soziale Systeme. Charles PERROW (1984) hebt vor allem auf diese Art der Un-sicherheit ab, wenn er davon spricht, daß Katastrophen in solchen Systemen unver-miedlich sind.

Insbesondere bei gesellschaftlich umstrittenen Risiken, wie den Kernenergierisiken, spielt auch die Unsicherheit darüber, wie vertrauenswürdig die Experten und die mit dem Umgang mit der Risikoquelle oder ihrer Kontrolle befaßten Personen und Organisationen sind, eine große Rolle. Subjektive Unsicherheit über die Höhe eines Risikos mag also auch daraus resultieren, daß man für möglich hält, aber nicht genau weiß, ob nicht Experten, Politiker und Bürokraten - wider besseres Wissen und um ihre Position durchzusetzen - die wissenschaftliche Wahrheit "verbiegen".

Schließlich gibt es auch noch "diffuse" Risiken, bei denen man nicht einmal die Schadensdimension kennt. Es gibt genügend Beispiele für negative Auswirkungen von Stoffen oder technischen Anlagen, an die zum Zeitpunkt der Einführung noch niemand gedacht hat. Asbest beispielsweise galt lange Zeit als ein idealer, weil feuerhemmender Baustoff. Heute wissen wir um seine krebserregende Wirkung. Niemand kann ausschließen, daß bei der Einführung neuer Substanzen oder Technologien Schadenspotentiale übersehen werden - und vor allem gibt es keinerlei Möglichkeit, einen Gegenbeweis gegen die Möglichkeit des Übersehens von Schadenspotentialen zu führen.

Zusammenfassend erhalten wir also ein Klassifikationsschema, das Risiken nach fünf grundlegenden Arten von Unsicherheit unterscheidet<sup>12</sup>:

1. Stochastische Ereignisse
2. möglicherweise falsches Wissen
3. fehlendes oder unvollständiges Wissen
4. fragwürdige Vertrauenswürdigkeit und Zuverlässigkeit von Experten, Politikern, Bürokraten und Handhabern der Risikoquelle sowie
5. diffuse Unsicherheit.

Nur bei der Unsicherheit aufgrund des stochastischen oder quasi-stochastischen Eintritts von Ereignissen läßt sich die entsprechende Wahrscheinlichkeit zumindest begrifflich als Quotient von empirisch ermittelbaren Häufigkeiten (Anzahl der eingetretenen Ereignisse durch Anzahl der möglichen Ereignisse) auffassen.<sup>13</sup> In den vier weiteren Formen von Unsicherheit lassen sich die entsprechenden Wahrscheinlichkeiten dagegen auch begrifflich nur als "subjektive Wahrscheinlichkeiten" interpretieren.<sup>14</sup>

---

<sup>12</sup> Eine weitere Art von "Unsicherheit" läßt sich auf einer supra-individuellen Ebene identifizieren. Selbst wenn alle Individuen subjektive Gewißheit über das Eintreten oder Nicht-eintreten eines Schadens besitzen, kann darüber doch ein Meinungsstreit bestehen, der sich als "gesellschaftliche Unsicherheit" auffassen ließe. Diesen Gedanken werden wir hier jedoch nicht weiter verfolgen.

<sup>13</sup> Faktisch erfolgt die Ermittlung der entsprechenden Wahrscheinlichkeiten auch hier nur zum Teil durch direkte Beobachtung von Häufigkeiten. (Vgl. die Erläuterung des Vorgehens bei probabilistischen Risikostudien in Kapitel 3.2.)

<sup>14</sup> "Subjektive Wahrscheinlichkeiten" lassen sich als Maß für die (subjektive) Gewißheit ansehen, daß eine bestimmte Aussage wahr ist. In der Entscheidungstheorie werden diese subjektiven Wahrscheinlichkeiten wie die Wahrscheinlichkeiten der "klassischen" Wahr-

Im Zusammenhang mit der Kernenergie spielen nun alle fünf Formen der Unsicherheit eine Rolle. Das Eintreten eines Reaktorstörfalls zum Beispiel wird als ein stochastisches Ereignis betrachtet, das wiederum auf stochastische auslösende Ereignisse zurückverfolgt werden kann. Insbesondere von Kernenergiekritikern werden aber die anderen Unsicherheitskategorien bei der Bewertung des Kernenergerisikos ins Feld geführt. So wird beispielsweise argumentiert, daß die Entsorgungsfrage beim derzeitigen Stand der Technik ungelöst sei und ihre prinzipielle Lösbarkeit keineswegs als sicher betrachtet werden könne (Risiken aufgrund unvollständigen Wissens). Es wird darauf hingewiesen, daß sich Experten auch Irren können und solche Fehler bei der Konstruktion, dem Bau, dem Betrieb und der Risikoabschätzung durch Experten bei kerntechnischen Anlagen katastrophale Auswirkungen haben könnten (Risiken aufgrund falschen Wissens). Und es wird in Frage gestellt, ob die für die Sicherheit zuständigen Experten wirklich unvoreingenommen und "objektiv" sind, oder ob sie nicht - aus eigenem Antrieb oder durch ihre Abhängigkeiten gezwungen - gegen besseres Wissen die Öffentlichkeit über die Risiken täuschten (Risiken aufgrund der Unsicherheit über die Vertrauenswürdigkeit von Experten). Schließlich spielen auch "diffuse" Risiken noch eine Rolle wenn beispielsweise befürchtet wird, daß man noch gar nicht alle möglichen Schäden kennt, die durch radioaktive Strahlung verursacht werden können ("unabsehbare Konsequenzen").

### **3. Sicherheitsphilosophien und Risikobegriffe im Bereich der Kerntechnik**

Explizit ausgearbeitete "Sicherheitsphilosophien" existieren im Bereich der Kernenergie einmal für die technische Konstruktion der kerntechnischen Anlagen mit ihren Sicherheitseinrichtungen, zum andern auch im Hinblick auf die Verhinderung der Proliferation von Spaltmaterial und kerntechnischen Anlagen. Der Begriff der "Sicherheitsphilosophie" impliziert, daß es unterschiedliche Strategien zur Erzielung von Sicherheit, d.h. zur Reduzierung von Risiken geben kann, die alternativ oder auch komplementär eingesetzt werden können. So mag die eine "Sicherheitsphilosophie" beispielsweise darauf abzielen, die Eintrittswahrscheinlichkeiten von Störfällen gering zu halten; eine andere "Philosophie" dagegen versuchen, bei eingetretenen Störfällen den Schaden möglichst klein zu halten. Auch verweist der Begriff darauf, daß mit der Wahl einer Strategie zur Erhöhung der Sicherheit gleichzeitig eine bestimmte Betrachtungsweise des Problems verbunden ist, die mit der Wahl bestimmter Störfall- und Schadenszenarien zusammenhängt. Unter dem Begriff "Sicherheitsphilosophie" werden schließlich auch die allgemeinen Prinzipien zusammengefaßt, die bei der Gestaltung von Sicherheitsmaßnahmen und -einrichtungen als Heuristiken dienen, wie z.B. das Prinzip der Redundanz, des "fail safe" usw.<sup>15</sup>

---

scheinlichkeitstheorie behandelt, d.h. es wird mit Ihnen so gerechnet als handele es sich um die Grenzwerte von relativen Häufigkeiten stochastischer Ereignisse. Das Konzept der subjektiven Wahrscheinlichkeit ist z.B. in JUNGERMANN (1976, 61ff.) erläutert.

<sup>15</sup> Zum Begriff "Sicherheitsphilosophie" vgl. RADKAU (1989, 91-94).

### **3.1 Deterministische Sicherheitskonzepte: Vom GAU zum "Accident Management"**

Die Sicherheit von Kernkraftwerken<sup>16</sup> beruht im wesentlichen auf dem sicheren Einschluß des in ihnen vorhandenen radioaktiven Inventars an Spaltstoffen und Spaltprodukten. In einem Volumen von rund 3 m<sup>3</sup> im Reaktorkern ist eine Menge an radioaktiven Stoffen enthalten, die im Falle der vollständigen Freisetzung auf ein Volumen von rund 10.000 km \* 10.000 km \* 10.000 km<sup>17</sup> verteilt werden müßte, um auf eine tolerierbare Konzentration zu kommen (HÄFELE 1989a, 524).

Der sicherheitstechnische Umgang mit diesem gewaltigen Schadenspotential ließ sich nicht mit dem traditionellen ingenieurmäßigen Vorgehen von Versuch und Irrtum rechtfertigen (vgl. z.B. HÄFELE 1989a, 518, HICKEN 1986, 842). Stärker als in anderen Technologiebereichen entstand die Notwendigkeit einer Antizipation von Unfallursachen und Folgen technischer Störfälle. Bedingt durch die begrenzte menschliche Erkenntnisfähigkeit bestand eine Aufgabe darin, Sicherheit auch gegenüber unbekannten Störfallauslösern und -verläufen zu gewährleisten - eine Aufgabe, die mittels einer Reihe von als "Sicherheitsphilosophie" betrachteten allgemeinen Prinzipien angegangen wurde, deren Bewältigung a priori jedoch prinzipiell nicht nachweisbar ist. Auch bei der Kerntechnik spielt daher das Lernen aus Versuch und Irrtum eine Rolle, was sich beispielsweise aus der der "Betriebserfahrung" zugewiesenen Bedeutung ergibt (vgl. RADKAU 1989, 91).

Die Diskussion um eine tragfähige "Sicherheitsphilosophie" für den Bereich der Kerntechnik ist mit Begriffen wie dem der "inhärenten Sicherheit", des "Sicherheitsabstandes" und des "größten anzunehmenden Unfalls" (GaU) verbunden. Unter "inhärenter Sicherheit" im Gegensatz zur durch aktive und passive Sicherheitseinrichtungen geschaffenen ingenieurmäßigen Sicherheit werden physikalische Eigenschaften der Reaktorkonstruktion verstanden, die bei Störfällen eine Schadensbegrenzung bewirken. Unter inhärenter Sicherheit wird beispielsweise die Eigenschaft von Leichtwasserreaktoren verstanden, daß bei einem Ausfall der Kühlung und einem Anstieg der Temperatur die Kettenreaktion im Reaktorkern aus physikalischen Gründen aufhört. Als Merkmal "inhärenter Sicherheit" wird auch die bei kleinen Reaktoren u.U. denkbare Unabhängigkeit von einer aktiven Notkühlung betrachtet.

Die Philosophie des "Sicherheitsabstands" (RADKAU 1989, 97-99) beruht auf der Vorstellung, daß sich die Schadensfolgen von Reaktorunfällen begrenzen lassen, wenn man Reaktoren in möglichst menschenleere Gegend baut. Als Extrem wurde beispielsweise die Möglichkeit diskutiert, Kernkraftwerke als schwimmende Inseln im Meer zu errichten. Vergleichbar ist die in der Bundesrepublik geführte Diskussion

---

<sup>16</sup> Die folgende Erörterung bezieht sich hauptsächlich auf Kernkraftwerke, weil hier die Sicherheitsdiskussion paradigmatisch geführt worden ist. Abgewandelt auf die Besonderheiten der übrigen kerntechnischen Anlagen, vor allem Wiederaufarbeitung, erfolgte jedoch eine Übertragung der am Beispiel der Kernkraftwerke erarbeiteten "Sicherheitsphilosophie".

<sup>17</sup> Das ist etwa das Volumen der Erdkugel.

um eine mögliche unterirdische Bauweise von Kernkraftwerken als funktionales Äquivalent zu der wegen der Bevölkerungsdichte der Bundesrepublik nicht praktizierbaren Errichtung von Kernkraftwerken in dünnbesiedelten Gebieten.

Das Konzept des "Größten anzunehmenden Unfalls" war der Versuch, aus der unendlichen Menge denkbarer Unfallabläufe die Teilmenge von plausiblen Unfallabläufen auszugrenzen, die man sicherheitstechnisch beherrschen wollte. Das Konzept unterstellt, daß mit der Beherrschung des "Größten anzunehmenden Unfalls" gleichzeitig auch alle kleineren Unfälle beherrscht würden. Dies ist jedoch keineswegs gewährleistet, weil es Störfälle sehr unterschiedlichen Typs geben kann. Man kam daher rasch zur Definition einer Liste sog. Auslegungsstörfälle, die auch heute noch Grundlage für die Erteilung von Errichtungs- und Betriebsgenehmigungen für Kernkraftwerke sind (vgl. HICKEN 1986, 852-853). Den Grundgedanken dieser Sicherheitsphilosophie formuliert BOCHMANN (1983, 369-370) wie folgt:

"Das deterministische Konzept orientiert sich an den sogenannten Auslegungsstörfällen, die allgemein zu den schwersten Belastungen und entsprechend zu den höchsten Bemessungsanforderungen an die Sicherheitssysteme führen. Alle nicht als Auslegungsstörfälle betrachteten Ereignisabläufe werden als erledigt betrachtet. Insbesondere Ereignisabläufe mit potentiell großen Schadensfolgen, die zwar aus dem Erfahrungsbereich (noch) nicht bekannt sind, deren Auftreten und Erscheinungsform jedoch im Bereich der gedanklichen Konstruktion liegen und damit gewisse Möglichkeiten für Vorkehrungen eröffnen, werden mit dem Etikett 'hypothetisch' versehen und in das Reich der schieren Spekulation verbannt."

Das heutige Sicherheitskonzept beruht auf einer Reihe allgemeiner Prinzipien, die zusammengenommen nicht nur die bei der Auslegung antizipierten, sondern auch weitere - nicht antizipierte - Störfälle beherrschen sollen. HICKEN (1986, 843-844) unterscheidet drei Ebenen des Sicherheitskonzepts:

1. Qualitätssicherung,
2. Inhärente Sicherheitsgenschaften der Konstruktion und
3. Sicherheitssysteme

Die Qualitätssicherung hat dabei die Aufgabe sicherzustellen, daß die reale Anlage auch mit dem Konzept übereinstimmt, das Grundlage der Sicherheitsüberlegungen war. HÄFELE (1989a, 519) sieht im möglichen Unterschied "zwischen Vorbild und Konkretisierung" eine Quelle von technischem 'Versagen'. So muß beispielsweise gewährleistet sein, daß die beim ingeniermäßigen Entwurf unterstellten Belastungsgrenzen von Druckgefäß von den letztlich real produzierten Geräten auch eingehalten werden, daß die Kabel auch an den geplanten Stellen verlaufen, daß die Verdrahtung der Steuereinrichtung korrekt erfolgt ist oder daß die Pumpen den geforderten Spezifikationen genügen.

Die inhärenten Sicherheitsgenschaften der Konstruktion reduzieren die Anforderungen an ingeniermäßige Sicherheitssysteme. Die Sicherheit bei einem Reaktorkern, der bei Änderungen seiner Geometrie aufgrund physikalischer Gesetzmäßigkeiten unterkritisch wird, ist weniger vom Funktionieren von Abschalteinrichtungen abhängig als bei einem Reaktorkern, bei dem sich durch

Verformungen die Kritikalität erhöht. Reaktorkonstruktionen können sich erheblich hinsichtlich ihrer inhärenten Sicherheitseigenschaften unterscheiden. So wird üblicherweise kleinen Hochtemperaturreaktoren ein höheres Maß an inhärenter Sicherheit zugesprochen als den kommerziellen Leichtwasserreaktoren oder dem "Schnellen Brüter" SNR-300 in Kalkar.

Bei den Sicherheitssystemen lassen sich passive und aktive Einrichtungen unterscheiden. Zu den passiven Sicherheitssystemen zählen beispielsweise die "Barriren", die einen Austritt von gefährlichen Spaltprodukten aus dem Reaktor verhindern sollen. Durch das Mehrfachbarrienenprinzip soll erreicht werden, daß ein Austritt radioaktiver Stoffe nicht bereits beim Versagen (z.B. Leck) einer einzigen Barriere erfolgen kann. Insgesamt werden fünf Barrieren aufgeführt, die die radioaktiven Spaltprodukte im Reaktorkern zurückhalten sollen (HICKEN 1986, 845-847):

1. die Brennstoffmatrix,
2. das Brennstoffhüllrohr,
3. das Reaktordruckgefäß,
4. der Sicherheitsbehälter sowie
5. die Stahlbetonhülle des Reaktorgebäudes.

Insbesondere die Beherrschung von nicht antizipierten Störfällen stellt die Sicherheitskonzeption vor ein schwieriges Problem. Der Ansatz des "sicheren Einschlusses" der Spaltprodukte (vgl. HÄFELE 1989a, 524) hat den großen Vorteil, eine sehr unspezifische Maßnahme zu sein, von der man annehmen kann, daß sie bei einer Vielzahl von technischen Störfällen deren Folgen begrenzen hilft - auch wenn die Störfallabläufe vorher nicht im Einzelnen antizipiert worden sind.

Zu den aktiven Reaktorsicherheitssystemen zählen vor allem (vgl. HICKEN 1986, 848-851):

1. das Schnellabschaltsystem,
2. die Not- und Nachkühlsysteme und
3. das Notstromsystem.

Bei der Konstruktion aktiver Sicherheitssysteme beachtet man eine Reihe von heuristischen Prinzipien, um ein Funktionieren dieser Sicherheitssysteme unter möglichst unterschiedlichen Störfallbedingungen sicherzustellen. Diese Prinzipien sind (vgl. HÄFELE 1989a; HICKEN 1986, 847):

- das "Fall Safe"-Prinzip, nach dem beim Auftreten einer Störung die Anlage von selbst in einen sicheren Zustand versetzt wird<sup>18</sup>,
- die Redundanz von Sicherheitsmaßnahmen, damit im Falle des Versagens einer Sicherheitseinrichtung weitere identische oder äquivalente Systeme die Beherrschung des Störfalls gewährleisten können,

---

<sup>18</sup> Als Beispiel hierfür wird häufig die Konstruktion der Steuerstäbe angeführt, die während des Betriebs (elektro-)magnetisch hochgezogen sind und beim Ausfall der Stromversorgung passiv in den Reaktorkern hineinfallen und dort die Kettenreaktion stoppen.

- die **Diversität** von Sicherheitsmaßnahmen, d.h. die Konstruktion von zwar funktional äquivalenten aber auf unterschiedlichen Mechanismen beruhenden Systemen, damit unter Störfallbedingungen, die einen bestimmten Typ von Sicherheitssystem unwirksam werden lassen, nicht gleichzeitig alle Sicherheitssysteme ausfallen, und
- die **räumliche Trennung** von Maßnahmen, um im Falle partieller Zerstörung einer Anlage in den noch intakten Anlageteilen einsatzfähige Sicherheitssysteme (z.B. Notkühlsysteme) zur Verfügung zu haben.

Eine Frage der "Philosophie" ist auch die nach der Rolle des Bedienungspersonals bei der Beherrschung von Störfällen. Hier stehen sich das Konzept einer möglichst weitgehenden Automatisierung der Abläufe, zumindest in der ersten Phase nach einem Störfall, und das Ermöglichen einer flexiblen Reaktion durch eine geschulte Bedienungsmannschaft auf u.U. nicht-antizipierte Störfallverläufe gegenüber. Relativ neu ist das Schlagwort von der "fehlerverzeihenden Technik", von dem MARTH (1985, 136) allerdings meint, daß es "weniger der Reaktortheorie als der Reaktortheologie zu entstammen" scheint.

Die klassische deterministische Behandlung der Sicherheitsproblematik impliziert einen zweiwertigen qualitativen Risikobegriff, der zwischen den durch die Sicherheitsphilosophie deterministisch ausgeschlossenen Störfallverläufen (beherrschtes Risiko) und dem praktisch vernachlässigbaren "Restrisiko" unterscheidet. Die Entscheidung, was dem vernachlässigbaren Restrisiko und was den nach der Sicherheitsphilosophie beherrschbaren Störfällen und äußeren Einwirkungen zuzurechnen ist, wird letztlich nicht nach einem expliziten und transparenten Kalkül sondern nach dem "gesunden Ingenieursverstand" (RADKAU 1989, 104) getroffen bzw. unterliegt zunehmend einem Verhandlungsprozeß zwischen Genehmigungsbehörde und Reaktorkonstrukteur. Diese Unterscheidung zwischen "realistischen" und "unrealistischen" Störfallannahmen (RADKAU 1989, 104) stellt praktisch eine implizite Grenzwertbestimmung für das tolerierbare Restrisiko dar.

Neuere Entwicklungen in der deterministischen Behandlung von Kernenergierisiken stellen die unter dem Begriff "Accident Management" diskutierten Überlegungen dar, nicht einfach die Sicherheitsanalyse mit den Auslegungsstörfällen abzubrechen, sondern das "praktisch Unmögliche", den "Super-GaU"<sup>19</sup>, als eingetreten anzunehmen und auch für diesen Fall Maßnahmen zur Schadensminimierung vorzusehen (MAYINGER und BIRKHOFER 1988). Solche Überlegungen sind verstärkt nach dem Reaktorunfall von Harrisburg und der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl angestellt worden und mögen auch mit der Thematisierung von über die Auslegungsstörfälle hinausgehenden schweren Unfällen in den (im nächsten Unterkapitel behandelten) probabilistischen Risikoanalysen zu tun haben (vgl. RADKAU 1989, 102). Diese "Accident Management"-Diskussion weicht den oben erwähnten dichtomen Risikobegriff auf, indem sie eine mittlere Kategorie zwischen den beherrschten "Auslegungsstörfälle" und den nicht betrachteten "hypothetischen Störfallszenarien" ein-

---

<sup>19</sup> Wenn der GaU der "Größte anzunehmende Unfall" ist, dann ist der Super-GaU ein Unfall, der über diesen größten - sicher beherrschbaren - Unfall hinausgeht.

führen: die Kategorie der zwar nicht völlig beherrschten Störfälle, bei denen jedoch Maßnahmen zur Schadensbegrenzung vorgesehen und möglich sind.

Konkret heißt das, daß man das Szenario eines Kernschmelzunfall nicht mehr als "praktisch unmöglich" ausschließt, sondern Maßnahmen erwägt, um im Falle seines Eintritts die Konsequenzen für die Umgebung des Kernkraftwerks gering zu halten. Dazu gehört der Versuch, den Sicherheitsbehälter der Kernkraftwerke auch nach einem großen Unfall möglichst lange intakt zu halten. Um dies zu erreichen, wurden beispielsweise Druckentlastungseinrichtungen vorgesehen, damit - wenn als Folge eines Kernschmelzunfalls der Druck im Sicherheitsbehälter steigt und dieser zu bersten droht - eine kontrollierte Druckentlastung durch ein Ventil möglich wird (KUCZERA und WILHELM 1989). Mit solchen Druckentlastungseinrichtungen werden gegenwärtig die bundesdeutschen Kernkraftwerke nachgerüstet. Gegen die Gefahr einer Knallgasexplosion, die beispielsweise beim Unfall in Harrisburg einige Tage lang zu bestehen schien, erwägt man die sog. "Inertisierung" des Sicherheitsbehälters, d.h. die Beseitigung des Luftsauerstoffs aus diesem Behälter, so daß der bei Kernschmelzunfällen entstehende Wasserstoff aus Mangel an Sauerstoff nicht explodieren kann (HARTEL 1988). Alternativ bzw. zusätzlich wird diskutiert, einen Zündmechanismus vorzusehen, mit dessen Hilfe der entstehende Wasserstoff gezündet werden kann, bevor seine Konzentration bedrohliche Werte angenommen hat (KARWAT 1983).

### 3.2 Die "Philosophie" probabilistischer Risikostudien

Im Zusammenhang mit der Kernenergie wurden wegen des hohen Gefährdungspotentials neuartige Methoden der Sicherheitsanalyse entwickelt, die als "probabilistische Risikoanalyse" (PRA) oder "probabilistische Sicherheitsanalyse" (PSA) bezeichnet werden und die die Wahrscheinlichkeit von störfallauslösenden Ereignissen und eines Versagens der Sicherheitssysteme quantitativ mit in die Berechnungen einbeziehen. Diese probabilistischen Methoden haben jedoch die klassische deterministische Sicherheitsanalyse nicht ersetzt, sondern lediglich ergänzt (HEUSER 1987, 80). Grundlage der Genehmigungspraxis von Kernkraftwerken ist nach wie vor das im vorangegangenen Unterkapitel erläuterte deterministische Sicherheitskonzept. Im folgenden soll der explizite, genau definierte und formalisierte "Risikobegriff" erläutert werden, der diesen probabilistischen Risikoanalysen zugrunde liegt und der sich gegen den impliziten und qualitativen Risikobegriff der deterministischen Betrachtungsweise abhebt. Der probabilistische Risikobegriff beruht - in Analogie zum versicherungsmathematischen Ansatz - auf statistischen Erwartungswerten von als negativ vorausgesetzten Größen (Verlust von Geld, Leben, Gesundheit, Arbeitstage usw.).

Die bekannteste dieser PRA-Studien ist die Anfang der 70er Jahre unter Leitung von Rasmussen in den USA angefertigte "Reaktorsicherheitsstudie" (NUREG 1975). Nach ihrem Vorbild wurde in der Bundesrepublik unter der Leitung A. Birkhofers von der Gesellschaft für Reaktorsicherheit die "Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke" durchgeführt, deren Teil B im Juni 1989 veröffentlicht wurde (GRS 1979; 1989). Die Ergebnisse dieser Studien sind an dieser Stelle weniger interessant als ihre Metho-

dk, die für Laien nur schwer durchschaubar ist und entsprechende Probleme bei der Kommunikation über die Resultate aufwirft (vgl. BIRKHOFER 1986).

Der Risikobegriff, der bei der (probabilistischen) Beurteilung der Sicherheit von kerntechnischen (und mittlerweile auch weiteren industriellen Anlagen) zugrunde gelegt wird, differenziert zwischen den Elementen "Schaden" und "Ungewißheit", wobei die Ungewißheit im Idealfall als statistische Wahrscheinlichkeit (Grenzwert empirisch beobachteter Häufigkeiten) des Eintretens des schadensverursachenden Ereignisses operationalisiert werden kann. Das Risiko ergibt sich dann durch die multiplikative Verknüpfung von Schadensumfang und zugehöriger Eintrittswahrscheinlichkeit (vgl. HAUPTMANNS, HERTTRICH und WERNER 1987, 2-4).

Bei der Berechnung des Risikos kann in der Versicherungsmathematik normalerweise auf empirisch fundierte Schadensstatistiken (z.B. Sterbetafeln bei der Lebensversicherung) zurückgegriffen werden. Solche Schadensstatistiken liegen im Falle der Kernenergie jedoch nicht in (für statistische Risikoermittlung) ausreichendem Maße vor und sind wegen der zu berücksichtigenden "low probability/high consequences"-Ereignisse auch in absehbarer Zukunft nicht vorhanden.

Bei den probabilistischen Risikostudien im Bereich der Kernenergie versucht man daher, über die Konstruktion von Ereignisabläufen oder sog. Fehlerbäumen aus der (mehr oder minder gut empirisch fundierten) Versagenswahrscheinlichkeit von einzelnen Systemkomponenten auf die Wahrscheinlichkeit bestimmter Störfallverläufe zu schließen. Unter Berücksichtigung der relevanten Dosis-Wirkungs-Beziehungen und der relevanten Außenparameter (Wahrscheinlichkeit bestimmter metereologischer Zustände, Bevölkerungsdichte usw.) kommt man schließlich zu einer Aussage über die Wahrscheinlichkeit, mit der eine bestimmte Anlage pro Zeiteinheit bestimmte Schäden verursacht.

"Risikoanalysen können, wie jede Art von simulativer Analyse, die Wirklichkeit nur angenähert erfassen." (KÖBERLEIN 1987, 40) Da eine probabilistische Risikoanalyse also nie alle denkbaren Störfallverläufe abdecken kann, besteht die "Kunst" darin, die wesentlichen zu berücksichtigen. Der Beweis, daß dieses gelungen ist, ist jedoch nicht schlüssig zu erbringen. Eine kanadische Studie am Beispiel von Chemieanlagen kommt zu dem Schluß, daß in ca. 20 Prozent der realen Störfälle der entsprechende Störfallverlauf nicht in der vorher durchgeföhrten probabilistischen Risikoanalyse berücksichtigt gewesen ist (SHORTREED und STEWARD 1988, 321). Davon abgesehen beinhalteten komplexe probabilistische Risikoanalysen sehr viele subjektiven Wahrscheinlichkeitsschätzungen und sind bestimmte Fehlerarten wie die sog. "Common Mode Failures" (gemeinsame Ausfälle von Komponenten aufgrund gemeinsamer Ursachen oder funktionaler Zusammenhänge) nur bedingt zu erfassen. Auch "kann eine Fehleranalyse keine Phänomene aufdecken, die zum Zeitpunkt der Analyse unbekannt sind" (HAUPTMANNS, HERTTRICH und WERNER 1987, 24). Diese Schwächen des Verfahrens versucht man zu kompensieren, indem man bei subjektiven Schätzungen konservativ vorgeht und beispielsweise die Versagenswahrscheinlichkeiten von Komponenten eher zu hoch als zu niedrig ansetzt.

Nur ansatzweise gelöst (und für den Allgemeinfall vermutlich unlösbar) ist die Einbeziehung des "Human Factors" in die probabilistische Störfallanalyse. Wegen der

großen Komplexität und Varianz des Verhaltens ist die Beschreibung der Systemkomponente "Mensch" mittels Zuverlässigkeitssparameter schwierig (HAUPTMANNS, HERTTRICH und WERNER 1987, 31). Gänzlich ungeeignet ist die Methode schließlich für die Einbeziehung von bewußtem menschlichem Fehlverhalten wie es etwa bei der Tschernobyl-Katastrophe eine Rolle gespielt hat (vgl. KÖBERLEIN 1987, 39) oder von Sabotage und Terrorismus.

Das markanteste Ergebnis von probabilistischen Risikoanalysen bildet die sog. komplementäre Häufigkeitsverteilung (vgl. HAUPTMANNS, HERTTRICH und WERNER 1987, 12), aus der die Wahrscheinlichkeit pro Jahr eines Schadens oberhalb einer bestimmten Höhe abgelesen werden kann. Aus dieser Verteilung sind Aussagen des Typs ableitbar wie "Die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls in der Anlage XY mit mehr als 100 Todesfällen ist 1:10.000 pro Jahr", oder mit anderen Worten: "Im Mittel ist nur alle 10.000 Jahre mit einem Unfall zu rechnen, bei dem mehr als 100 Personen umkommen."

Im Wandel begriffen ist die frequentistische Interpretation der mittels probabilistischer Risikoanalysen gewonnenen Risikoaussagen. Bislang gab es nur wenig Vorbehalte bei Risikoexperten und Befürwortern der Kernenergie, diese Ergebnisse als absolute Risikowerte für eine Anlage zu interpretieren, d.h. zu postulieren, daß die Schadensstatistik einer ausreichenden Anzahl über eine lange Zeit hinweg betriebenen Anlagen der theoretisch (probabilistisch) ermittelten komplementären Schadenshäufigkeitsverteilung entsprechen würde. So wird beispielsweise in der amerikanischen Rasmussen-Studie das probabilistisch ermittelte Kernenergie-Risiko mit empirisch-statistisch ermittelten anderen zivilisatorischen Risiken (z.B. Flugzeugabsturz) verglichen (NUREG 1975).

Zunehmend werden jedoch die Ergebnisse von probabilistischen Risikoanalysen von den Risikoexperten selbst vorsichtiger interpretiert. So schreibt beispielsweise Klaus Köberlein von der Gesellschaft für Reaktorsicherheit: "In den letzten Jahren hat sich die Risikoanalyse zunehmend von einem (teilweise umstrittenen) Instrument der globalen Risikoabschätzung (mit dem Ziel eines Risikovergleichs) zu einem anerkannten und bewährten Hilfsmittel oder einer technischen Sicherheitsbeurteilung entwickelt. Der Schwerpunkt liegt dabei meist nicht in absoluten Sicherheitsaussagen, sondern in vergleichenden Sicherheitsbewertungen (z.B. zwischen alternativen Systemauslegungen)." (KÖBERLEIN 1986, 907) Und auch BIRKHOFER (1989, 432-433) meint: "Am Anfang stand die Ermittlung des Unfallrisikos von Kernkraftwerken und der Vergleich mit anderen Bevölkerungsrisiken im Vordergrund. Inzwischen hat sich eindeutig gezeigt, daß der größte Nutzen solcher Analysen im Aufspüren von Schwachstellen der Sicherheitsauslegung und in der Identifizierung von Verbesserungsmöglichkeiten liegt." Die Ergebnisse von quantitativen Risikostudien werden von den Experten also kaum mehr - wie noch vor einiger Zeit - als Aussagen über die absolute Risikohöhe bestimmter Technologien interpretiert, sondern als Hilfsmittel beim intra-technischen Vergleich alternativer Techniken oder Auslegungen sowie als Instrument zur Identifizierung technischer Schwachstellen, die besonders stark zum Gesamtrisiko beitragen, und an denen man Sicherheitsverbesserungen durchführen sollte (vgl. MEMMERT 1982, 29).

### 3.3 Die Sicherheitsphilosophie der "Nichtverbreitung" von Kernwaffen

Selt dem Ende des 2. Weltkrieges wurde ein sog. "Nichtverbreitungsregime" (NV-Regime) entwickelt, mit dessen Hilfe eine Weiterverbreitung von Kernwaffen an Staaten außerhalb der Gruppe der sog. "Kernwaffenstaaten" (USA, UdSSR, Großbritannien, Frankreich und China) verhindert werden sollte. Unter diesem NV-Regime wird die "Gesamtheit aller Verfahrensweisen, Regeln, Normen und Institutionen" verstanden, "die dem Zweck dienen, die Weiterverbreitung von Kernwaffen in der Staatenwelt zu verhindern" (HÄCKEL 1982, 128). Dieses "Regime" steht vor dem Dilemma, eine faktisch vorhandene aber nur schwer legitimierbare Ungleichheit zwischen den Kernwaffenstaaten und den Nicht-Kernwaffenstaaten festzuschreiben zu müssen. Instrumente und Strategien dieses NV-Regimes wechselten mehrfach. Idealtypisch stehen sich zwei verschiedene "Philosophien" gegenüber, die zwar nie in "Reinkultur" verwirklicht worden sind, die jedoch als Leitbilder die Diskussion und die Politik bestimmt haben:

1. Die **Kooperationsstrategie** setzt auf die Zusammenarbeit von Besitzern kerntechnischen Know Hows und Spaltmaterials mit den (Noch-)Nichtbesitzern, um den unkontrollierten Erwerb kerntechnischen Know Hows, Spaltmaterials und kerntechnischer Anlagen zu verhindern. Als Gegenleistung für die Unterstützung bei der zivilen Nutzung der Kernenergie wird von den Empfängern kerntechnischen Know Hows die Bereitschaft erwartet, sich bilateralen und/oder internationalen Kontrollen zu unterwerfen. "Know-How-Transfer" gegen die Bereitschaft zur Dul dung von internationaler Kontrolle der kerntechnischen Anlagen - so lautet die Grundphilosophie dieses Konzepts. Das Risiko dieser Strategie liegt darin, daß eine militärische Nutzung der gelieferten Anlagen nicht mit völliger Sicherheit ausgeschlossen werden kann und daß das durch die Kooperation auf dem Gebiet ziviler Nutzung der Kernenergie erworbene Know How in einem unkontrollierten "Parallelprogramm" u.U. auch militärisch verwendet wird.
2. Dagegen steht die z.B. von den USA unter dem damaligen US-Präsident Jimmy Carter favorisierte **Strategie einer "rigorosen Technologieverweigerung"** (HÄCKEL 1982, 135), bei der versucht wird, nukleares Know How auf möglichst wenige Länder zu beschränken und insbesondere proliferations-sensitive Technologien (Wiederaufarbeitung, Anreicherung) nicht an Drittländer zu exportieren. Diese Strategie kann jedoch nur solange erfolgreich sein, wie eine kleine Gruppe von Ländern ein faktisches Monopol bei der nuklearen Technologie besitzt. Mit der Entwicklung einer Nuklearkapazität in weniger entwickelten Ländern und der Fähigkeit dieser Länder, auch als Anbieter von Technologie und Materialexport aufzutreten, greift das Instrument der Technologieverweigerung nicht mehr (KAISER 1982, 325).

Das System internationaler Kontrolle der Nichtverbreitung von Kernwaffen umfaßt als zentrales internationales Element den Nichtverbreitungsvertrag ("Atomwaffen-Sperrvertrag") von 1968, den EURATOM-Vertrag von 1957 für die Länder der Europäischen Gemeinschaft, sowie zahlreiche bilaterale Verträge zwischen den Lieferanten und Empfängern von Spaltmaterial, kerntechnischen Anlagen und kerntechnischem Know How. Als internationale Einrichtung, um die Einhaltung von Auflagen zu überwachen, steht die 1957 gegründete Internationale Atomenergiebehörde (IAEO) mit

Sitz in Wien zur Verfügung. Alle Unterzeichner des NV-Vertrags haben sich verpflichtet, ihre kerntechnischen Anlagen der Kontrolle der IAEA zu unterwerfen.<sup>20</sup> Durch bilaterale Verträge und im Rahmen des IAEA-Statuts sind darüberhinaus auch weitere Länder verpflichtet, kerntechnischen Anlagen durch die IAEA überprüfen zu lassen. Die IAEA und EURATOM haben zur internationalen Kernmaterialüberwachung ein differenziertes Arsenal sog. "Safeguards" entwickelt, mit dem der bestimmungsgemäße Gebrauch von Anlagen überprüft und das unbemerkte Entwenden von Spaltmaterial durch die jeweiligen Staaten verhindert werden soll. Diese Sicherungsmaßnahmen bestehen für die Staaten, die dem Atomwaffensperrvertrag beigetreten sind, im wesentlichen aus drei Elementen (RAND 1989, 34-35):

- Kontrolle der "Buchhaltung" des Kernmaterials einer Anlage,
- Überprüfung der Korrektheit dieser Materialbuchhaltung durch Inspektionen der Anlagen vor Ort sowie
- technische Maßnahmen wie Videokameras, elektronische "Siegel" und "Monitore", mit deren Hilfe Anlageteile auch ohne Anwesenheit eines Inspektors beobachtet werden können.

Das Unterwerfen von Anlagen unter die Kontrolle der IAEA ist in den meisten Fällen Voraussetzung für die Lieferung von Spaltmaterial, kerntechnischen Anlagen oder kerntechnischem Know How seitens der Länder, die über Spaltmaterial oder kerntechnisches Know How verfügen. Safeguards-Maßnahmen können zwar nicht verhindern, daß Kernmaterial für militärische Zwecke abgezweigt wird; sie können aber mit hoher Wahrscheinlichkeit sicherstellen, daß dies nicht unbemerkt erfolgen kann und daß Vertragsbrüche aufgedeckt werden (HÄCKEL 1982, 133). Die Verhinderung einer Weiterverbreitung von Kernwaffen ist ein politisches Problem und kann letztlich nur politisch gelöst werden. Die IAEA- und EURATOM-Kontrollmaßnahmen stellen in diesem Zusammenhang "vertrauensbildende Maßnahmen" dar (HÄCKEL 1982, 133).

Im Grunde beruht das NV-Sicherheitskonzept darauf, daß man einen Staat, der eine Abzweigung von Spaltmaterial für militärische Zwecke beabsichtigt, davon abschreckt. Dazu ist es erforderlich, daß erstens eine hohe Wahrscheinlichkeit besteht, daß die Abzweigung (möglichst frühzeitig) entdeckt wird und daß zweitens von der Internationalen Staatengemeinschaft eine glaubhafte Drohung mit Sanktionen für den Fall einer entdeckten Vertragsverletzung ausgeht. Das Konzept für die Reduzierung des Proliferationsrisikos beruht demnach letztlich auf einer Abschreckungsstrategie: die getroffenen Maßnahmen sollen das Entscheidungskalkül der potentiellen Mißbrauch erwägenden Staaten so beeinflussen, daß der Mißbrauch als suboptimale Strategie angesehen wird.

### 3.4 Sicherheitstechnische vs. alltagssprachliche Risikobegriffe

In der Kommunikation über das Issue "Kernenergie" spielt auch außerhalb der Expertenzirkel das "Risiko" dieser Technologie eine herausragende Rolle. Was unter dem Begriff "Risiko" gefaßt wird, differiert jedoch. DOUGLAS und WILDAVSKY (1982)

<sup>20</sup> Bei den Kernwaffenstaaten gilt dies nur für die zivilen kerntechnischen Anlagen.

haben überzeugend argumentiert, daß Risiken als kulturell bedingte "kollektive Konstrukte" aufgefaßt werden müssen, also nicht einfach objektiv gegeben sind und nur erkannt und gemessen werden müssen. Dies bezieht sich sowohl auf die Art des Risikos (welche potentiellen Schädigungen werden als Risiken verstanden) als auch auf die akzeptierte Risikohöhe. Der dieser Vorstellung zugrunde liegende Risikobegriff ist natürlich nicht präzise definiert sondern diffus, variiert - da kulturell abhängig - entsprechend der kulturellen Variabilität (etwa von Subkultur zu Subkultur), und wird häufig nicht explizit gebraucht sondern bleibt implizit.

Im außerwissenschaftlichen Bereich wird oft der Begriff der "Gefahr" nahezu synonym mit dem des "Risikos" verwendet; es scheint jedoch, als ob der Begriff "Risiko" (im Gegensatz zu dem der "Gefahr") stärker ein Element der Abwägung und Entscheidung beinhaltet. Das "Risiko" wäre dann die kalkulierbare und vielleicht sogar beeinflußbare Gefahr. EVERS und NOWOTNY (1987, 34) merken an, daß historisch der Begriff "Risiko" im Bereich der Handelsschiffahrt entstanden sei - im Zusammenhang mit einem Kalkül von Nutzen und Schaden beim Tätigen von Investitionen ("unternehmerisches Risiko"). Uns scheint, als habe der Begriff auch im alltagssprachlichen Gebrauch diese Konnotation beibehalten.

"Risiko" bezeichnet daher nicht nur eine Gefahr, im Sinne eines möglichen Schadens, sondern gleichzeitig im Sinne eines gesellschaftlichen Problems. Der von BECK (1986) postulierte Übergang von der Industriegesellschaft zur "Risikogesellschaft" benennt das Phänomen, daß Risiken aus der Anwendung von Technik nicht mehr lediglich als zwar unangenehme aber doch unvermeidliche Nebenfolgen des technischen Wandels hingenommen, sondern als kalkulierbar und beeinflußbar immer stärker gesellschaftlich problematisiert werden.

Untersuchungen über die Risikowahrnehmung von Laien machen deutlich, daß sich die Urteile von Laien und die Urteile von Experten über das Risiko bestimmter Technologien voneinander unterscheiden (vgl. z.B. LICHTENSTEIN u.a. 1978; RENN 1984). Häufig wird davon ausgegangen, daß Laien die wissenschaftlichen Ergebnisse der Experten nur verzerrt wahrnehmen und auf diese Weise zu abweichenden (und in der Regel als falsch angesehenen) Risikourteilen gelangen. Ortwin Renn hat demgegenüber jedoch deutlich gemacht, daß die Diskrepanz zwischen Experten- und Laien-"Wahrnehmung" deutlich geringer wird, wenn man Laien nicht nach dem "Risiko", sondern nach der im Mittel pro Jahr zu erwartenden Zahl an Todesfällen fragt (RENN 1984, 147-151). Während für Risikoexperten "Risiko" im wesentlichen gleichbedeutend mit "statistischer Verlustrate" ist, trifft dies für die Laien und auch für "professionalisierte Technologieopponenten" offenbar nicht zu. Es ist daher notwendig, die Risikourteile von Laien nicht als Fehlwahrnehmungen der Expertenurteil aufzufassen, sondern als Urteile nach einem anderen Beurteilungskalkül (vgl. z.B. SANDMAN 1988).

Differenziertere Untersuchungen über die semantische Struktur des Risikobegriffs von Laien stehen derzeit noch aus. Es ist auch damit zu rechnen, daß der Risikobegriff interindividuell und von Risikoquelle zu Risikoquelle stark variiert, was seine psychologische "Vermessung" erschwert. Wenn man aber davon ausgeht, daß auch im Alltagssprachgebrauch unter "Risiko" eine Gefährdung verstanden wird, über die aus irgendeinem Grunde Unsicherheit besteht, dann wären Differenzen zwischen dem

expliziten Risikobegriff der probabilistischen Risikostudien (im folgenden als "technischer Risikobegriff" bezeichnet) und dem alltagssprachlichen Risikobegriffen der Laien in folgender Hinsicht zu erwarten:

- in den betrachteten Schadensdimensionen,
- in den betrachteten Risikoursachen,
- in den betrachteten Quellen der Unsicherheit sowie
- im "Kalkül" der Verknüpfung von Schäden (verschiedener Art), Unsicherheit und ggf. weiteren Faktoren zu einem Risikourteil.

Wenn bei Kernenergieexperten vom "Risiko" der Kernenergie die Rede ist, dann wird darunter in aller Regel das "Risiko" in der Definition der probabilistischen Risikoanalysen verstanden. Nur in diesem Kontext ist überhaupt ein expliziter Risikobegriff formuliert worden. Damit verengt sich jedoch der Blickwinkel auf einen zwar wichtigen aber dennoch nur partiellen Aspekt des gesamten Risikofeldes. Im Zusammenhang mit der Kernenergie wurde als Risikoanalyse aus dem "weiten Spektrum der sozialen, ökologischen und politischen Risiken der Nukleartechnologie ausschließlich eine Analyse des Unfallrisikos nukleartechnischer Anlagen verstanden" (KOLLERT 1987, 2). Unter Ausklammerung von Gemeinschaftsgütern umfassen die betrachteten Schadenskategorien - entsprechend den in westlichen Rechtssystemen fixierten individuellen Schutzgütern - lediglich Todesfälle, Erkrankungen und Eigentumsschäden (KOLLERT 1987: 4). Ähnlich argumentiert Klaus Michael MEYER-ABICH (1986, 23-24), der darauf hinweist, daß die technische Risikoanalytik nicht alle Unfallsachen und Schadensarten umfaßt. Nun ist zwar nicht als Vorwurf gegen probabilistische Risikoanalysen zu richten, daß sie nicht leisten was sie nicht leisten wollen, doch wurden und werden bei der Kommunikation der durch sie produzierten Risikourteile nicht immer die inhärenten Beschränkungen dieses Ansatzes berücksichtigt.

Technische Risikoaussagen beschränken sich im wesentlichen auf die Dimension "Gesundheit und Leben", auf technische Unfälle als Risikoursache und auf die stochastische Wahrscheinlichkeit von Komponentenversagen (sowie in Grenzen auf nicht-intendierte äußere Einwirkungen) als Quelle der "Unsicherheit". Risikoursachen, die sich mit Hilfe des präzisen probabilistischen Kalküls nicht erfassen lassen, wie die Möglichkeit von Irrtümern und Fehlern bei der Konstruktion oder dem Bau der Anlage, von Sabotage, terroristischen Angriffen, Kriegseinwirkungen oder unvorhergesehenen gesellschaftlichen oder politischen Entwicklungen (MEYER-ABICH 1986, 23) sind durch die technischen Risikoaussagen nur unzureichend repräsentiert. Das gleiche gilt für Schadensarten wie Erhöhung der Kriegsgefahr, Einschränkung der staatsbürgerlichen Rechte, Belastung künftiger Generationen oder die Gefährdung sozialer und politischer Strukturen durch katastrophale Unfälle (MEYER-ABICH 1986, 23-24).

Die multiplikative Risikoformel beinhaltet auch ein implizites "Wertgerüst" (KRÜGER 1988), das häufig nicht offen thematisiert wird, das jedoch offenkundig die Komplexität expliziter oder impliziter gesellschaftlicher Wertvorstellungen nicht angemessen repräsentiert. So spielen bei der intuitiven Bewertung der "Risikantheit" bei Laien außer der statistischen Verlustrate eine ganze Reihe weiterer Merkmale der Risiko-

quelle und ihres Kontextes eine Rolle, die als qualitative Risikofaktoren bezeichnet werden. Ortwin RENN (1984, 124) nennt beispielsweise die folgenden Faktoren:

- Freiwilligkeit der Risikoübernahme,
- Wahrnehmbarkeit der Gefahren,
- wissenschaftlich-technische Ausgereiftheit der Risikoquelle,
- Langzeitwirkung des Schadens (kurzfristig - langfristig),
- Grad der persönlichen Kontrollmöglichkeiten,
- Grad der gesellschaftlich-institutionellen Kontrollfähigkeit,
- Möglichkeit katastrophaler Folgen,
- Bekanntheitsgrad der Risiken,
- Gewöhnungsgrad an die Risiken,
- Verfügbarkeit über "nutzengleiche" Alternativen,
- Verteilung des Nutzens (wenige profitieren - alle profitieren) und
- Persönliche Erfahrbarkeit des Nutzens.

Lediglich für den Aspekt "Katastrophenpotential" sind Versuche bekannt, die Risikoformel so zu modifizieren, daß katastrophale Schäden mit einem höheren Gewicht in das Risikomaß eingehen als kleine Schäden. Solche Versuche zeigen immerhin, daß sich die Risikoexperten zunehmend der impliziten Werturteile in ihren Analysen bewußt werden und ihnen klar wird, daß man durchaus sinnvoll auch andere Bewertungen treffen könnte. Das Problem der Werthaltigkeit von Risikourteilen ist jedoch nicht durch einige kleine Korrekturen der Risikoformel zu lösen. Sobald die "Wertkomponente" in den Risikoabschätzungen thematisiert wird, stellt sich sofort die Frage nach der empirischen, rechtlichen oder moralphilosophischen Bestimmung der entsprechenden Bewertungsfaktoren - eine Fragestellung, die den Rahmen von probabilistischen Risikostudien sprengen würde.

### 3.5 Technologiepolitischer Risikobegriff

Insbesondere den Politikern und Entscheidungsträgern in der politischen Administration, die sich mit den Reaktionen der Öffentlichkeit auf technologische Innovationen zu befassen hatten, wurde die begrenzte Bedeutung der auf der Grundlage des sicherheitstechnischen Risikobegriffs durchgeführten Risikoanalysen für den Umgang mit einer sensibilisierten Öffentlichkeit rasch deutlich. Gerade im Bereich der Kernenergie zeigte sich, daß sich die öffentliche Debatte auf Bereiche verlagerte (z.B. Atomstaat, nukleare Proliferation, Sozialverträglichkeit), in denen die technischen Risikoanalysen mit ihrem die Bevölkerungspräferenzen nur unzureichend abbildenden versicherungsmathematischen Kalkül und dem eng begrenzten Spektrum betrachteter möglicher Folgen argumentativ nicht verwendbar waren.

Grundsätzlich sind aber der Integration neuer Aspekte in den Risikobegriff technischer Risikoanalysen, die z.B. zu Modifikation der versicherungsmathematischen Risikoformel führen könnten, sowie der Ausdehnung der Analyse auf weitere Schadensdimensionen neben den menschlichen Gesundheitsrisiken und Sachschäden, wie z.B. gesellschaftliche Risiken, enge Grenzen gesetzt. Die Behandlung solcher Aspekte verlangt eine andere Vorgehensweise.

Mit Hilfe von Verfahren der Technologiefolgenabschätzung und -bewertung (vgl. z.B. PORTER u.a. 1980; DIERKES, PETERMANN und THIENEN 1984; PASCHEN, GRESSER und CONRAD 1978; NASCHOLD 1987) sowie der Sozialverträglichkeitsanalyse (vgl. RENN u.a. 1985, MEYER-ABICH und SCHEFOLD 1986) wird versucht, den engen sicherheitstechnischen Risikobegriff zu überwinden und weitere Schadensdimensionen und Risikoaspekte in das Kosten-Nutzen-Kalkül um die Einführung neuer Technologien aufzunehmen. Implizit liegt diesen Ansätzen ein differenzierterer (mehrdimensionaler) Risikobegriff zugrunde (vgl. RENN 1982).

Wir nennen diesen Risikobegriff den "technologiepolitischen", weil er explizit im Hinblick auf den Beratungsbedarf von Entscheidungsträgern bei technologiepolitischen Entscheidungen konzipiert worden ist. Er stellt den Versuch dar, den vielen Aspekten umfassenden alltagssprachlichen Risikobegriff zu präzisieren und wissenschaftlich bearbeitbar zu machen und kann damit als Brücke zwischen dem engen, aber präzisen sicherheitstechnischen und dem umfassenderen, aber diffusen alltagssprachlichen Risikobegriff aufgefaßt werden.

Der Vorteil dieses Vorgehens liegt darin, daß ein größerer Teil der von den Konfliktparteien als relevant erachteten Gesichtspunkte Eingang in die wissenschaftliche Analyse findet. Zum Teil wird sogar explizit versucht, die relevanten Gesichtspunkte nicht a priori zu bestimmen, sondern in einem ersten Schritt empirisch zu ermitteln - etwa durch das Verfahren der Wertbaumanalyse (vgl. KEENEY u.a. 1984). Erkauft wird dieser Vorteil aber durch die mangelnde Quantifizierbarkeit des Vorgehens sowie den erforderlichen Rückgriff auf höchst unsichere Folgenabschätzungen.

Die Abkehr von "engen" technischen Risikoanalysen hat also zur Folge, daß die "Meßungenauigkeiten" drastisch zunehmen. Dies bedeutet, daß die Ergebnisse der erweiterten Analysen sehr stark vom gewählten Ansatz abhängig sind und u.U. nicht mehr zwischen den verschiedenen Optionen diskriminieren. So kommen etwa die beiden Sozialverträglichkeitsstudien von MEYER-ABICH und SCHEFOLD (1986) und RENN u.a. (1985) zu sehr unterschiedlichen Schlußfolgerungen über die Sozialverträglichkeit von Energiesystemen, insbesondere der Kernenergie. In einer weiteren Studie zur Sozialverträglichkeit wird festgestellt, daß dieses Kriterium, bzw. die gewählte Operationalisierung der "Sozialverträglichkeit", nicht trennscharf genug ist, um zwischen den untersuchten Optionen zu differenzieren (VOSS 1987). Dennoch erscheinen Ansätze wie Sozialverträglichkeitsanalysen oder Technikfolgenabschätzungen geeignet zu sein, um Perspektivverengungen bei der Risikobetrachtung entgegenzuwirken. Sie machen deutlich, daß Risikoaussagen über Technologien nicht nur eine Frage von "richtig" oder "falsch" sind, sondern ebenso eine Frage der Wahl von "Perspektiven", von subjektiven Urteilen z.B. über verbleibende Unsicherheiten und auch von Werthaltungen.

## 4. Risikodebatten im Bereich der Kernenergie

### 4.1 Inhalte der Risikokontroversen

Im Bereich der Kernenergierisiken ist so gut wie alles umstritten - mit einer Ausnahme: Weltgehender Konsens zwischen Befürwortern und Gegnern der Kernenergie

herrscht darüber, daß diese Technologie ein enormes Gefahrenpotential beinhaltet. Allenfalls die Höhe dieses Gefahrenpotentials mag im Detail hier und da etwas anders eingeschätzt werden. Hier liegt möglicherweise ein Unterschied zu anderen Technologien wie der Gentechnologie oder den IuK-Technologien, wo bereits die Frage umstritten ist, ob überhaupt ein risikobegründendes Gefahrenpotential besteht.

Wie weiter unten gezeigt werden wird, wird die Kernenergiekontroverse auch von anderen Motiven gespeist als unterschiedlichen Auffassungen über Risiken. Dies bedeutet für die Kontroversen über Risiken, daß diese eine deutliche strategische Komponente haben: Die Frage, welche Risiken umstritten sind, hängt nicht nur von den unterschiedlichen Vorstellungen über die Höhe und Akzeptabilität der jeweiligen Risiken ab, sondern ebenso davon, ob es strategisch opportun erscheint, an dieser Stelle die Auseinandersetzung mit dem Meinungsgegner zu suchen. Das führt zu dem oben erwähnten Effekt, daß so gut wie alle im Zusammenhang mit der Kernenergie thematisierten Risiken auch umstritten sind. Dabei ist kaum entscheidbar, wo echte inhaltliche Meinungsdifferenzen bestehen und wo der strategische Aspekt domininiert.

Obgleich sich die Auseinandersetzung um die Kernenergie auf deren "Risiken" fokussiert, lassen sich doch zwei Aspekte voneinander unterscheiden:

1. Wie groß ist die Höhe der verschiedenen Risiken?
2. Sind die jeweiligen Risiken akzeptabel?

Die erste Frage ist als primär wissenschaftliches Problem formulierbar und führt zu Risikokontroversen zwischen den Lagern der (etablierten) Experten und Gegenexperten. Auch wenn von Seiten der etablierten Experten häufig bestritten wurde und wird, daß es sich um eine wissenschaftliche Kontroverse handelt (vgl. MÜNCH und BORSCH 1977), so ist doch immerhin zu konstatieren, daß der Streit hier auch in den Begriffen und mit den Methoden wissenschaftlicher Auseinandersetzung geführt wird. Als Beispiele hierfür seien angeführt

- die Kritik an der "Deutschen Risikostudie Kernkraftwerke" (GRS 1979) durch das ÖKO-INSTITUT (1983), wobei das Öko-Institut die Position vertritt, daß die GRS-Studie das Risiko der Kernkraftwerke systematisch unterschätzt,
- die Kritik der Gruppe Ökologie am Konzept eines Endlagers für hochaktiven nuklearen Abfall in Gorleben (KREUSCH und HIRSCH 1984), wo u.a. die geologische Eignung des Salzstocks in Gorleben für ein solchen Endlager bestritten wird, und
- die Kontroverse um die Wirkungen kleiner Strahlendosen, wo unter Verweis auf methodische Probleme der Ermittlung von Wirkungs-Dosis-Beziehungen (CARBONELL 1984) sowie unter Berufung auf epidemiologische Studien (STERNGLASS 1980) von Seiten der Kernenergiegegner die dem Strahlenschutz zugrunde liegende "offizielle" Dosis-Wirkungs-Beziehung in Frage gestellt wird.

Kontroversen um die Frage nach der Akzeptabilität der Kernenergerisiken beziehen sich einmal auf unterschiedliche Entscheidungskalküle (z.B. Risiko-Nutzen-Bilanz der Kernenergie, gesellschaftspolitische Leitbilder oder ethische Fragestellung), Präfe-

renzen und Werte - aber auch und (außerhalb eines kleinen gesellschaftspolitisch motivierten Kreises von Kernenergiegegnern) vor allem auf die Frage nach der Höhe des Nutzens der Kernenergie. Denn selbstverständlich würde niemand wissentlich ein noch zu kleines Risiko eingehen, wenn dieses für ihn nicht mit einem entsprechenden Nutzen verbunden wäre. Die Frage nach der Akzeptierbarkeit der Kernenergierisiken wird so auch zu einer wissenschaftlich thematisierbaren Frage nach der Höhe des Nutzens der Kernenergie bzw. - logisch äquivalent - nach den Risiken und sonstigen Nachteilen eines Verzichts auf Kernenergie. Die Kontroverse über die Akzeptabilität der Kernenergierisiken ist logisch und faktisch mit der Frage der relativen Vor- oder Nachteile der Kernenergie im Vergleich zu anderen Energiedienstleistungs-Befriedigungsstrategien wie die Nutzung von fossilen Energieträgern, regenerativen Energieträgern oder rationeller Energienutzung verknüpft. Als Beispiele für die wissenschaftliche Kritik am energiewirtschaftlichen Sinn der Kernenergie lassen sich anführen:

- die Diskussionen um die vier "Pfade" des künftigen Energiesystems im Rahmen der Enquete-Kommission "Zukünftige (Kern-)Energiepolitik", wo das Öko-Institut nicht nur die Erkenntnisse der etablierten Energiewirtschaftler anzweifelte, sondern selbst positiv die technische Realisierbarkeit eines extremen Energiesparszenarios nachzuweisen versuchte (KRAUSE, BOSSEL und MÜLLER-REISSMANN 1980), sowie
- die Erstellung einer Studie über die ökonomischen und ökologischen "Kosten" eines Ausstiegs aus der Kernenergie durch das Öko-Institut Freiburg im Auftrag des Bundesinnenministers (ÖKO-INSTITUT 1986).

Auf einer etwas allgemeineren Ebene kann man die vielen Einzelkontroversen über die Kernenergierisiken als Meinungsdifferenzen über drei verschiedene Aspekte auffassen: über die

1. technische Beherrschbarkeit,
2. operationale Beherrschbarkeit und
3. soziale und politische Beherrschbarkeit

der Kernenergie. Auf allen drei Ebenen wird von den Kernenergieexperten eingräumt, daß es Sicherheitsprobleme gibt, die man durch technische, organisatorische und politische Maßnahmen unter Kontrolle bringen muß.

Die **technische Beherrschbarkeit** bezieht sich dabei darauf, ob die verwendeten Reaktordesigns sicher sind, die eingesetzten technischen Systeme zuverlässig funktionieren und die Barrieren gegen den Austritt von radioaktiven Spaltprodukten (etwa bei einer Kernschmelze oder einem Flugzeugabsturz) widerstandsfähig genug sind.

Die Befürworter der Kernenergie verweisen auf die beispielhafte Sicherheitsphilosophie der Kerntechnik (vgl. Kapitel 3). Die Gegner der Kernenergie zeigen sich jedoch recht unbeeindruckt von diesem Aufwand an Sicherheitsphilosophie und -technik und führen die zahlreichen Störfälle in in- und ausländischen kerntechnischen Anlagen als Beleg dafür an, daß es mit der technischen Sicherheit nicht so gut bestellt sein kann wie von den Befürwortern behauptet. Die Beurteilung von Störfällen

durch Befürworter und Gegner der Kernenergie zeigt, wie Informationen in unterschiedlichen Bezugssystemen unterschiedliche Bedeutung annehmen. Für die Befürworter sind Störfälle der Beweis, daß unvermeidliche technische und menschliche Pannen und Fehler von der Anlage abgefangen werden, ohne daß es zu einem großen Unfall oder gar einer Katastrophe kommt. Für die Gegner der Kernenergie sind sie hingegen Beweise für die Unsicherheit einer Anlage und soeben noch einmal abgewendete (Beinahe-)Katastrophen.

Unter der **operationalen Beherrschbarkeit** wird die Kontrollierbarkeit der Anlage und des Betriebs durch das Bedienungspersonal verstanden. Kann man unterstellen, daß die Operateure die Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit an den Tag legen, die angesichts des Gefahrenpotentials der von Ihnen "gefahrenen" Anlage geboten ist? Ist in einer Notsituation nicht das Personal überfordert? Gegner verweisen darauf, daß bei einer ganzen Reihe von Störfällen und Unfällen, etwa beim Unfall in Harrisburg und der Reaktorkatastrophe in Tschernobyl, menschliche Fehler eine entscheidende Rolle beim Unfallgeschehen gespielt haben. Die Befürworter der Kernenergie verweisen demgegenüber auf die "fehlerverzeihende Technik" als Sicherheitskonzept und auf die (bei bundesdeutschen Anlagen) weitgehende Automatisierung wichtiger Sicherheitssysteme, die menschliche Eingriffe in den ersten Stunden nach einem gravierenden Störfall nicht erfordere und damit die Möglichkeit von Fehlern aufgrund unüberlegten Handelns reduziere.

**Die soziale und politische Beherrschbarkeit** der Kernenergie schließlich umfaßt eine ganze Reihe von Aspekten wie

- die Zuverlässigkeit der Betreiber von kerntechnischen Anlagen (Ist gewährleistet, daß alle wesentlichen Informationen an die Öffentlichkeit kommen, oder daß nicht ökonomischen Erwägungen Priorität vor Sicherheitsüberlegungen zugeschenkt wird),
- die Möglichkeit einer wirkungsvollen Kontrolle der Sicherheit von kerntechnischen Anlagen, wenn der Staat selbst Bestandteil der "Atomlobby" ist,
- die Langfristigkeit der Entscheidung für die Nutzung der Kernenergie (was wäre, wenn das kerntechnische System der Bundesrepublik einem zweiten "Hitler" in die Hände fiele oder sich in der Bundesrepublik ein Bürgerkrieg entwickeln würde) und
- die Legitimität energiepolitischer Entscheidungen (Nichtakzeptanz der Kernenergie durch aktive Teile der Bevölkerung).

Die Gegner der Kernenergie sind der Auffassung, daß die Kernenergie sozial nicht beherrschbar sei. Die erforderliche Langlebigkeit sozialer Institutionen sei nicht garantiert, das alle Vorstellungen überschreitende Gefahrenpotential der Kernenergie berge eine Tendenz zu extremen Sicherheitsvorkehrungen in sich (Atomstaat).

Ein wichtiges Motiv für die Opposition gegen Kernenergie dürfte auch die wahrgenommene Machtzusammenballung des die Entwicklung der Kernenergie fördernden Komplexes aus Regierung, Wirtschaft und Wissenschaft spielen. Die un durchschaubare Verflechtung von Interessen erweckt wegen ihrer mangelhaften demokratischen Kontrollierbarkeit Mißtrauen, das sich in Begriffsschöpfungen der Anti-Kernenergie-Bewegung wie "Atomfilz" und "Atommafia" ausdrückt.

Überdies ist nach Auffassung der Kernenergiegegner zu erwarten, daß mit zunehmender Nutzung der Kernenergie und einer zunehmenden in Umlauf befindlichen Menge an Spaltstoffen ein schwarzer Markt für waffenfähiges Material entstehe, der über kurz oder lang Terroristen oder bisherige Nicht-Kernwaffen-Staaten in den Besitz von Kernwaffen bringe.

Die Entgegnung der Befürworter besteht in einer Relativierung der Gefahren der Kernenergie beispielsweise durch Verweis auf das Gefahrenpotential im Kernwaffen-Arsenal der Großmächte, das ja auch nicht zu einem totalitären Überwachungsstaat geführt habe. Auf eine weitgehende Überwachung der Gesellschaft im Hinblick auf potentielle Nuklearterroristen könne man verzichten, da die Sicherheit der kerntechnischen Anlagen im wesentlichen durch technische Maßnahmen zu erreichen sei. Der Kreis der Personen, die wegen ihrer Tätigkeit in der Kerntechnik eine Sicherheitsüberprüfung über sich ergehen lassen müßten, könne eng gehalten werden; außerdem beträfe diese Überprüfung nur solche Personen, die sich einer solchen Prüfung freiwillig unterziehen würden.

Die Meinungsverschiedenheiten über die Kernenergierisiken sind im Verlauf der Kernenergiediskussion nicht kleiner geworden. Beide Seiten haben im Verlauf der Debatte jedoch einen Lernprozeß durchgemacht und argumentieren heute wesentlich differenzierter als zu Beginn der Kontroverse. Auf Seiten der Befürworter wurde die Argumentation auch auf Bereiche außerhalb des engen sicherheitstechnischen Risikobegriffs ausgeweitet. Auf Seiten der Gegner verließ man die Ebene pauschaler Angriffe und entwickelte Kompetenz für technische Detallkritik, die sich beispielsweise im Gutachten des Öko-Instituts "Risikountersuchungen zu Leichtwasserreaktoren" (ÖKO-INSTITUT 1983) zeigt, in dem in der gleichen Sprache und mit vergleichbaren wissenschaftlichen Argumentationen Kritik an der "Deutschen Risikostudie Kernkraftwerke" der Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS 1979) formuliert worden ist. Trotz einer gewissen Angleichung der Themen der Auseinandersetzung durch die Zwänge der öffentlichen Kommunikation, in der ein Nicht-eingehen auf Argumente des jeweiligen Gegners negativ sanktioniert wird, bestehen nach wie vor unterschiedliche Argumentationsschwerpunkte: Befürwortende Akteure argumentieren tendenziell eher technisch, betonen also die technische Beherrschbarkeit der Kernenergie. Demgegenüber thematisieren die Gegner der Kernenergie stärker die soziale Nichtbeherrschbarkeit dieser Technologie.

#### **4.2 "Hypothetizität" von Risiken und wissenschaftliche Kontroversen**

Die Unentscheidbarkeit wichtiger Streitpunkte in der Kernenergiekontroverse wird von Wolf Häfele mit der Begriffsschöpfung "Hypothetizität" als wesentliches Merkmal dieses Konflikts hervorgehoben (vgl. z.B. HÄFELE 1975). Auch Alvin WEINBERG (1972a) sieht die nur begrenzte Rolle der Naturwissenschaft und Technik bei der Diskussion der Kernenergierisiken und betrachtet mit Recht die Kernenergiefrage als ein "trans-wissenschaftliches" Problem. Nicht nur im soziopolitischen Bereich, sondern auch im Bereich technischer und medizinischer Risiken sind eine Reihe von umstrittenen Fragen nicht eindeutig entscheidbar. Aussagen über die Wahrscheinlichkeit und Konsequenzen schwerer Störfälle beruhen wegen der Seltenheit solcher Ereignisse nicht auf statistisch abgesicherter empirischer Erfahrung, sondern auf

Fehlerbaumanalysen mit notwendigerweise vereinfachenden Annahmen über das "reale" technische System. So führen beispielsweise VESELY und RASMUSON (1984) drei Arten von Unsicherheiten an, die in probabilistischen Risikoanalysen (PRA) auftreten und mit denen man nur pragmatisch umgehen kann:

1. Unsicherheit über Parameter, die in die PRA's eingehen,
2. Unsicherheit darüber, ob die in PRA's verwendeten Modelle (z.B. Über die Ausbreitung von Schadstoffen, über den "menschlichen Fehler", Ausbreitung von Störungen) vollständig und korrekt sind, sowie
3. Unsicherheit darüber, ob alle für das Risiko relevanten Phänomene und Interdependenzen in einer PRA-Studie auch berücksichtigt worden sind.

Auch Erkenntnisse über die Wirkung kleiner Strahlendosen sind nicht direkt epidemiologisch oder experimentell zu gewinnen, da die zu erwartenden Effekte klein sind im Vergleich zur Wirkung vieler anderer Faktoren und deswegen im "statischen Rauschen" verschwinden. Man behilft sich mit Extrapolationen aus dem Bereich hoher Strahlendosen in den Bereich kleiner Strahlendosen. Je nachdem welche Extrapolationsgleichung man zugrunde legt, reichen die Ergebnisse von der gesundheitsfördernden Wirkung kleiner Strahlendosen auf den menschlichen Organismus bis hin zu einer gesundheitsschädigenden Wirkung. Auch die Risikoaussagen im Bereich technischer und medizinischer Risiken sind also teilweise hochgradig hypothetisch. "Das bedeutet, daß Argumente im Bereich der Hypothetizität notwendigerweise und letztlich ohne Beweis bleiben." (HÄFELE 1975, 555)

Bereits im Bereich der naturwissenschaftlich-technisch thematisierbaren Risikofragen gibt es also die Möglichkeit von Meinungsverschiedenheiten, die nicht unter Rückgriff auf wissenschaftliche Verfahren aufzulösen sind. Umso mehr gilt dies für die soziopolitischen Gefahren der Kernenergie, die kaum zu beweisen, aber auch kaum zu widerlegen sind. Meinungsverschiedenheiten können in diesem Feld daher selbst bei einer "rationalen" Diskussion beliebig lange aufrecht erhalten werden. Ferner lassen sich bei zur Kernenergie alternativen Technologien (Kohle, Öl usw.) ebenfalls Gesundheitsrisiken identifizieren, die nicht weggeleugnet werden können. Bei den soziopolitischen Gefahren steht die Kernenergie in der öffentlichen Perzeption jedenfalls ziemlich isoliert da. Der von HÄFELE (1980, 153) befürchtete "Kalorienstaat", d.h. die umfassende staatliche Kontrolle des individuellen Energieverbrauchs, spielt in der Energielidebatte als Pendant zum "Atomstaat" - also sozusagen als soziopolitisches Risiko des Verzichts auf Kernenergie - allenfalls eine akademische Rolle. Als Konsequenz eines Kernenergieverzichts werden zwar weitgehend wirtschaftliche Nachteile wahrgenommen (vgl. z.B. HENNEN und PETERS 1990, 24-27), kaum jedoch gesellschaftliche. In einem wichtigen Diskussionsfeld gelingt es den Befürwortern daher nicht, eine überzeugende Beweisführung zugunsten der Ungefährlichkeit der Kernenergie zu führen. Es fehlt also an einer der technischen Sicherheitsphilosophie entsprechenden "soziopolitischen Sicherheitsphilosophie".<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup> Dies gilt mit der Ausnahme der in Kapitel 3.3 beschriebenen Nichtverbreitungs- "Philosophie".

Die durch die "Hypothetizität" der Risiken gegebenen Ambiguitäten auch in vielen wissenschaftlichen Risikoabschätzungen schaffen die Voraussetzung für nach wissenschaftlichen "Spielregeln" unentscheidbare Kontroversen. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse, mit denen von den Kernenergiebefürwortern die Akzeptierbarkeit der Kernenergienutzung begründet wird, lassen sich häufig unter Rückgriff auf wissenschaftliche Verfahrensweisen angreifen, ohne daß die Kritik selber wissenschaftlich eindeutig zu widerlegen ist. Es ist daher eine Frage der Zuweisung der Beweislast, wem die Ambiguität wissenschaftlicher Erkenntnisse zustatte kommt - den Kernenergiebefürwortern oder -kritikern. Dabei wird die Argumentationslage für die Befürworter der Kernenergie auch deswegen problematisch, weil es eine dem Problem inhärente Asymmetrie des Beweisproblems gibt: Um die Unsicherheit eines Anlagedesigns oder die Unvollständigkeit einer Risikostudie nachzuweisen reicht es z.B. aus, ein einziges Störfallszenario zu nennen, das nicht berücksichtigt worden ist, wohingegen die Befürworter im Prinzip einen Vollständigkeitsbeweis führen müßten, was erkenntnistheoretisch und praktisch unmöglich ist. Die Asymmetrie des Beweisproblems macht es möglich, daß wenige kernenergiekritische Experten einen gewaltigen wissenschaftlichen Rechtfertigungsaufwand auf Seiten der etablierten Kerntechnik erzeugen können (vgl. PETROLL 1989).

Technologiebefürworter stehen also mit ungünstigen Karten da, wenn eine öffentliche Kontroverse erst einmal begonnen hat. Es gelingt kaum, auf allen denkbaren Feldern den "Ungefährlichkeitsbeweis" zu führen. Über kurz oder lang werden Technologiebefürworter in Beweisnot kommen. Dieses "Dilemma", das HÄFELE (1989a, 518) den "kreativen Widerspruch" nennt, ist möglicherweise einer der Gründe dafür, daß die öffentliche Akzeptanz zu sinken scheint, wenn die öffentliche Thematisierung einer Technologie steigt (vgl. MAZUR 1984).

#### **4.3 Gegenstände und Ebenen der gesellschaftlichen Kernenergielkontroverse**

Bereits eine grobe Sichtung der einschlägigen Literatur zum Thema "Kernenergie" macht deutlich, daß sich die Kernenergielkontroverse auf mindestens vier Ebenen abspielt, wobei die Grenzen zwischen diesen Ebenen recht fließend sind (Abbildung 5):

1. Auf der untersten Ebene des "Zwiebelmodells" geht es um die Risiken und den Nutzen einer bestimmten kerntechnischen Anlage, also beispielsweise eines Kernkraftwerks, einer Anreicherungsanlage oder eines Zwischenlagers. Entspricht die vorgesehene Konstruktion dem Stand der Technik? Ist der vorgesehene Standort gegenüber Erdbeben oder Überschwemmungen sicher? Rechtfertigt die Prognose des Strombedarfs den Neubau eines Kernkraftwerks? - Solche Fragen werden beispielsweise auf dieser Ebene der Kontroverse aufgeworfen und diskutiert.
2. Auf der Ebene darüber geht es - wesentlich allgemeiner - um die Risiken und den Nutzen der Kernenergie allgemein. Nicht mehr besondere Kennzeichen einer geplanten Anlage stehen zur Diskussion, sondern die Vor- und Nachteile der Nutzung der Kernenergie insgesamt. Macht die sog. friedliche Nutzung der Kernenergie ihren militärischen Mißbrauch wahrscheinlicher? Gibt es nicht günstige Möglichkeiten, die Kernenergie für Frieden und Sicherheit einzusetzen?

stigere Alternativen der Energieversorgung als die Nutzung der Kernenergie? Sind in den Risikoabschätzungen die Konsequenzen menschlicher Fehler angemessen berücksichtigt? Welche Auswirkungen hat das Kernenergiesystem im Falle einer militärischen Auseinandersetzung? - Das sind einige der Themen der Diskussion um die Vor- und Nachteile der Kernenergie allgemein.

3. Auf der dritten Ebene schließlich wird die Risiko-Nutzen Perspektive drastisch ausgeweitet. Die Auseinandersetzung geht beispielsweise um die gesellschaftliche Kontrollierbarkeit der Kernenergie oder um soziopolitische Auswirkungen. Beispieldhaft für diese Ebene der Auseinandersetzung ist die Sozialverträglichkeitsdiskussion. Nicht mehr nur die unmittelbaren Risiken der Kernenergie für Gesundheit und Umwelt stehen im Mittelpunkt der Betrachtungen, sondern sehr indirekte Konsequenzen, wie die Zementierung einer bestimmten Gesellschaftsform und Technologieentwicklung, werden thematisiert. Welchen Einfluß hat die Nutzung der Kernenergie, bzw. der Verzicht darauf, auf die Verwirklichung zentraler gesellschaftlicher Werte? - So lautet die zentrale Frage der Debatte auf der dritten Ebene.
4. Die vierte Ebene beinhaltet schließlich die Debatte um Wertvorstellungen (Industrialismuskritik) und die Wahl der angemessenen "Problemperspektive". Welche Rolle soll das letztlich unbekannte "Restrisiko" im Vergleich zu "sicheren" Schadensfällen bei anderen Energietechnologien haben? Ist es ethisch verantwortbar, künftigen Generationen die Verantwortung für den "Atommüll" aufzubürden? Übersteigen nicht die Dimensionen des Schadenspotentials bei der Kernenergie die Fähigkeiten und das Verantwortungsbewußtsein der Menschen? Ist es bei der Kernenergie überhaupt ethisch erlaubt, ein Kosten-Nutzen Denken anzulegen? - Solche Fragen sind auf der obersten Ebene umstritten.

Von "Risikokommunikation" im engeren Sinn läßt sich eigentlich nur auf den beiden unteren Ebenen sprechen. Die vier Ebenen lassen sich allerdings nur analytisch, nicht aber empirisch, sauber voneinander unterscheiden. Die Darstellung der vier Ebenen gibt natürlich nur ein sehr pauschales Bild von den möglichen Aspekten einer Kontroverse um die Kernenergie. Die Kernenergiekontroverse ist nun gekennzeichnet durch eine Konfundierung dieser verschiedenen Konfliktebenen. Die verschiedenen an der Kontroverse beteiligten Akteure argumentieren häufig auf verschiedenen Ebenen. Und wenn sie auf der gleichen Ebene argumentieren, dann liegen doch ihre Motive u.U. auf einer anderen Ebene (vgl. Kapitel 4.5). Es ist daher ein wesentliches Kennzeichen der Kernenergiekontroverse, daß die Kontrahenten von einer Vielzahl äußerst verschiedener Motive angetrieben werden, die sich aus den manifesten Kommunikationsakten nur zum Teil erschließen lassen.

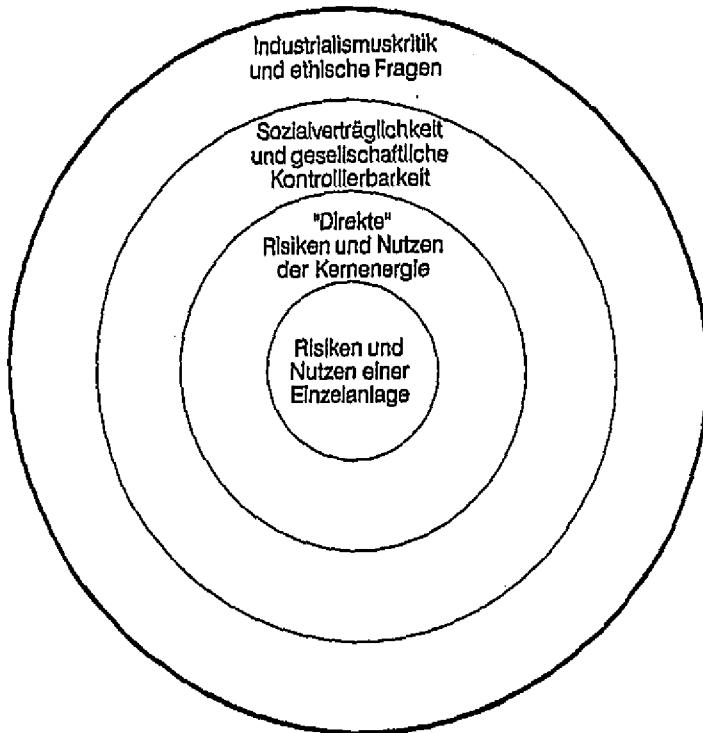


Abbildung 5: Ebenen der Kernenergiekontroverse

#### 4.4 Akteure und Konstellationen in der Risikodebatte

Als wesentliche "soziale Akteure"<sup>22</sup> bzw. Kommunikatoren in der nationalen gesellschaftlichen Diskussion um Kernenergie lassen sich folgende Institutionen ausmachen:

- staatliche Stellen wie Regierungen und ihre Ministerien sowie ihre Beratungsgremien (Strahlenschutzkommision, Reaktorsicherheitskommission) sowohl auf Bundes- als auch auf Länderebene<sup>23</sup>,
- die Kernenergieindustrie, die als Anbieter und Betreiber von kerntechnischen Anlagen auftritt,

<sup>22</sup> Der Terminus "soziale Akteure" soll darauf hinweisen, daß die Handlungsträger in der Kernenergiekontroverse (wie in allen politischen Vorgängen) in der Regel soziale Systeme wie Organisationen und Verbände sind, die von konkreten Personen als Rollenträgern lediglich repräsentiert werden.

<sup>23</sup> Staatliche Stellen spielen eine Rolle sowohl als Genehmigungsbehörden für Kernenergieanlagen (Länder) als auch als Gestalter der Energiepolitik. Zudem liegt die Verantwortlichkeit für die nukleare Entsorgung bei der Bundesregierung.

- die Stromversorgungsunternehmen, die Nachfrager von kerntechnischen Anlagen und Dienstleistungen sowie Betreiber von Kernkraftwerken sind,
- die politischen Parteien und Abgeordneten, die in den Parlamenten die gesetzlichen Randbedingungen der Kernenergienutzung definieren,
- wissenschaftliche Organisationen vor allem im Nicht-Hochschulbereich wie die beiden Kernforschungszentren, das Forschungszentrum Jülich (KFA) und das Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK), die Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung (GSF), Ressortforschungseinrichtungen wie z.B. das neuengründete Bundesamt für Strahlenschutz, die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig, die Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) in Köln oder der Technische Überwachungsverein (TÜV),
- das Deutsche Atomforum als Interessenvertretung der kernenergiefördernden Stellen (Mitglieder sind u.a. Industrieunternehmen, wissenschaftliche Einrichtungen und Ministerien),
- Bürgerinitiativen gegen Kernenergie, die sich an vielen Standorten kerntechnischer Anlagen gebildet haben, mit ihrem Dachverband, dem "Bundesverband Bürgerinitiativen Umweltschutz" (BBU),
- sog. "alternative" Wissenschaftseinrichtungen, die sich in der "Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute" (AGÖF) zusammengeschlossen haben, und deren wichtigste im Hinblick auf Kernenergie das Institut für angewandte Ökologie (Öko-Institut), Freiburg, die "Gruppe Ökologie - Institut für ökologische Bildung und Forschung", Hannover, und das Institut für Energie- und Umweltforschung (IFEU), Heidelberg sind<sup>24</sup>, sowie
- die "Normalbevölkerung", die im wesentlichen als Ziel von kommunikativen Bemühungen der verschiedenen "Parteien" in der Kernenergielkontroverse an den Prozessen der Risiko-Kommunikation über Kernenergie beteiligt ist.

Neben diesen wichtigsten Kommunikatoren für die Kernenergielkontroverse spielen auch andere Organisationen, Verbände und Gruppen wie die Kirchen, die Gewerkschaften, umweltpolitisch orientierte Verbände wie der Bundesverband Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) und Greenpeace eine gewisse Rolle, indem sie öffentlich Stellung beziehen.

Es ist nicht einfach, die verschiedenen Akteure zu klassifizieren, da die Akteure zum einen eine "innere Struktur" aufweisen, also nur begrenzt als homogene Einheiten betrachtet werden können, und sich die Akteure zum zweiten auf einer Vielzahl an Dimensionen unterscheiden. Abbildung 6 versucht, die verschiedenen Akteure der

---

<sup>24</sup> Das AGÖF-Mitgliederverzeichnis vom April 1988 nennt insgesamt 85 ökologische Forschungsinstitute, wobei die meisten nur wenige Mitarbeiter haben dürfen. Hinzu kommen unterstützende Netzwerke von mit der ökologischen Bewegung sympathisierenden Forschern an vielen Hochschulinstituten.

Kernenergiekontroverse nach den Gesichtspunkten "Politik vs. Wissenschaft" und "Pro Kernenergie vs. Contra Kernenergie" zu "kartieren".

Für die Risiko-Kommunikation sind nun besonders die Konstellationen interessant, die von irgendeiner Seite für "problematisch" gehalten werden. Und als "problematisch" werden sie insbesondere dann betrachtet, wenn sie durch einen Konflikt gekennzeichnet sind und eine Lösung durch Konsens, durch Kompromiß oder durch Akzeptanz der Mehrheitsmeinung oder des juristisch legitimen Standpunkts nicht in Sicht ist.

Bei der Risiko-Kommunikation im Bereich der Kernenergie lassen sich eine Vielzahl von Konstellationen unterscheiden, an denen jeweils unterschiedliche Akteure beteiligt sind. Einige der wichtigsten Konstellationen werden im folgenden aufgelistet:

- Kontroversen zwischen potentiellen Betreibern und Genehmigungsbehörden auf der einen und betroffenen Anwohnern und Bürgerinitiativen auf der anderen Seite bei der Errichtung von kerntechnischen Anlagen. Solche Auseinandersetzungen gab und gibt es an nahezu allen geplanten Standorten. Prominente Beispiele sind Wyhl, Brokdorf, Wackersdorf und Gorleben.
- Kontroversen zwischen kernenergiebefürwortenden und kernenergiekritischen Experten, die sich in verschiedenen Formen manifestieren: bei Podiumsdiskussionen, in Kommissionen wie der Enquete-Kommission "Zukünftige (Kern-)energiepolitik", bei Hearings (wie 1979 im Gorleben-Hearing) oder durch Gutachten und Gegengutachten.
- Diskussionen um Reaktorkonzepte, Genehmigungsrichtlinien, Standorte und Sicherheitsauflagen zwischen Betreibern, Kerntechnikern, der kerntechnischen Industrie, Genehmigungsbehörden und Sicherheitsexperten, bei denen es meist um Fragen der technischen Auslegung, der Nachrüstung vorhandener Kernkraftwerke usw. geht.
- Auseinandersetzungen zwischen der für die nationale Energiepolitik zuständigen Bundesregierung und den als Genehmigungsbehörden zuständigen Landesregierungen wie beispielsweise der Konflikt in den Jahren 1978-1980 zwischen der damaligen (SPD-geführten) Bundesregierung und der (CDU-geführten) niedersächsischen Landesregierung über das geplante nukleare Entsorgungszentrum oder der derzeitige Konflikt zwischen der (CDU-geführten) Bundesregierung und der (SPD-geführten) nordrhein-westfälischen Landesregierung über die Inbetriebnahme des SNR-300 in Kalkar.
- Und schließlich ist die nationale politische Kernenergiekontroverse zu nennen, deren Grundlage die Frage ist, ob in der Bundesrepublik Kernenergie eingesetzt werden soll oder nicht. Diese gesellschaftliche Kontroverse liegt wie ein Dach über allen anderen Konstellationen der Kernenergie-Risiko-Kommunikation und prägt diese entscheidend mit.

Die Motive und Ziele der verschiedenen Akteure sind häufig nicht ohne weiteres zugänglich, da - wie bereits angedeutet - in der Selbstdarstellung der Motive und Ziele

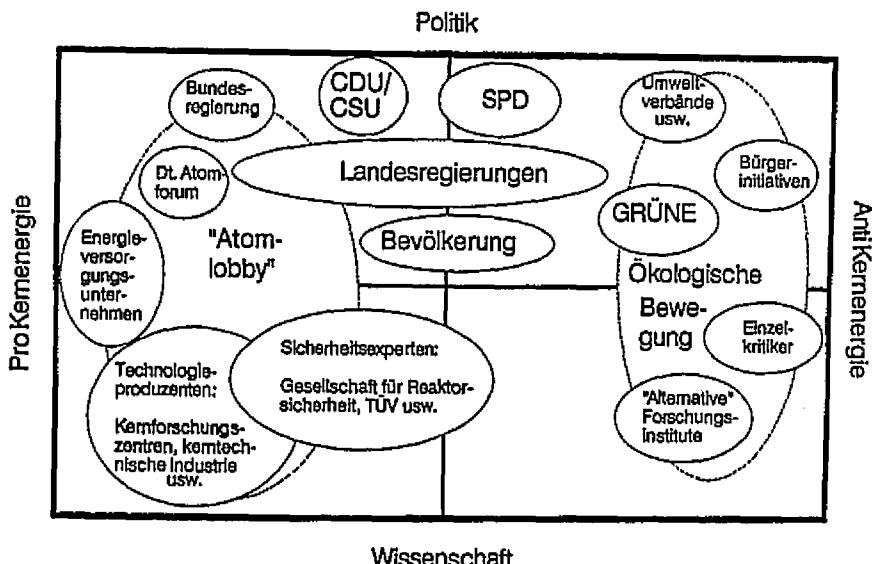


Abbildung 6: Akteure bei der Kommunikation über die Risiken der Kernenergie

eine strategische Komponente enthalten ist. Auf Seiten der Befürworter der Kernenergie sind - von Fall zu Fall unterschiedlich - folgende Motive zu erwarten:

- Kernenergie als aus technisch-ökonomischer Sicht optimale Lösung für Energieversorgungsprobleme (vor allem bei Energieversorgungsunternehmen, Bundes- und Landesregierungen, CDU/CSU, Kernforschung),
- Kernenergie als wichtiges Element der Technologieentwicklung, das wichtig dafür ist, daß die Bundesrepublik weiterhin Anschluß an die internationale technologische Entwicklung behält und Exportchancen auf dem Weltmarkt wahrnehmen kann (vor allem Bundes- und Landesregierungen, CDU/CSU, kerntechnische Industrie),
- Kernenergie als betriebswirtschaftlich profitabler Markt (vor allem kerntechnische Industrie),
- Kernenergieforschung und -entwicklung als Garant für das (politische und ökonomische) Überleben von Forschungseinrichtungen (vor allem Kernforschung), und
- Kernenergie als "Lebenswerk", das man sich nicht "madig" machen lassen will (vor allem Kernenergieforscher in Wissenschaft und Industrie).

Ähnlich vielschichtig sind auch die Motive auf Seiten der Kernenergiekritiker und -opponenten. Entsprechend der Unterschiedlichkeit der Perspektiven wird die Opposition gegen Kernenergie von einer ganzen Reihe von Motiven gespeist, die bei den verschiedenen Personen und kollektiven Akteuren in unterschiedlicher Kombination wirksam sind. Grob kann man folgende Motivbündel unterscheiden:

- Zunächst einmal werden mit der Kernenergie erhebliche Gesundheits- und Sicherheitsrisiken verbunden (fast alle kernenergiekritischen und wohl auch ein Teil der kernenergiebefürwortenden Akteure),
- Kernenergie wird als qualitativer Sprung in der Technik mit einer gewaltigen Zunahme des Schadenspotentials betrachtet, zu deren Beherrschung der Mensch unfähig sei (vor allem alternative Bewegung, aber auch darüber hinaus),
- Kernenergie wird als Symbol, zentraler Bestandteil und Stütze der Industriegesellschaft mit ihren negativen Auswirkungen wie Naturzerstörung und Entfremdung aufgefaßt (vor allem alternative Bewegung),
- und schließlich dient die Kernenergieopposition als Mittel zur Stabilisierung einer gegen das politische und wissenschaftliche "Establishment" gerichteten "alternativen" Kultur und Denkweise und ist "ideologische" (und ökonomischen) Grundlage von Institutionen (und "Planstellen") im Bereich alternativer Politik und Wissenschaft (vor allem alternative Bewegung).

Unbezweifelbar spielen die perzipierten (Gesundheits-)Risiken der Kernenergie eine große Rolle. Außerhalb der alternativen Bewegung, für die auch weitere Motive bedeutsam sein dürften, ist die befürchtete Gesundheitsgefährdung das gravierendste Motiv für die Kernenergieskepsis. Bei den engagierten aktiven Kernenergiegegnern, die auf der "Contra"-Seite als Akteure des öffentlichen Kernenergiakonflikts auftreten, gehen die Motive jedoch häufig über das Bestreben hinaus, Gesundheits- und Sicherheitsrisiken zu vermelden. Die Argumentation hinsichtlich des Risikos ist in der Regel sicher subjektiv ehrlich, besitzt aber auch eine taktische Bedeutung zur Gewinnung der "schweigenden Mehrheit" der Bevölkerung für die Anti-Kernenergie-Position.

Ähnlich wie im Namen der Religion zahlreiche Kriege durchgeführt wurden, um damit politische und wirtschaftliche Interessen zu verfolgen, geht es bei der "Schlacht" um die Kernenergie nur zum Teil um die Frage der mit ihr verbundenen Risiken; die Trübsfedern des Konflikts sind auch unterschiedliche Gesellschafts- und Technikelitebilder. Der "harte" oder "sanfte" Weg der Technik (MEYER-ABICH und SCHEFOLD 1981), also Beherrschung und Ausbeutung der Natur und damit langfristig Zerstörung der natürlichen Lebensgrundlagen oder Leben im Einklang der Natur, so stellt sich die grundlegende Alternative aus der Sicht einer ökologisch orientierten "Gegen"-Elite dar. Aus der Sicht des konservativen "Establishments" geht es dagegen um die Bewahrung und Fortschreibung der Errungenschaften der modernen Industriegesellschaft gegen die "sanfte Revolution" (RENN 1980) der Industrialismuskritiker.

#### **4.5 "Hidden Agendas" und "Arena Rules"**

Die Kernenergie-Risiko-Kommunikation in den im Kapitel 4.4 genannten Konstellationen spielt sich in verschiedenen Arenen ab, in denen jeweils eigene "Arena Rules", also sozusagen Spielregeln gelten. Die vier wichtigsten "Arenen", in denen konfliktorientiert die Kernenergiekontroverse ausgetragen wird, sind

- die parlamentarische Arena,
- die administrative und juristische Arena,
- die wissenschaftliche Arena sowie
- die Arena der massenmedialen Auseinandersetzung.

Die vier genannten Konfliktarenen sind in hohem Maße interdependent und aufeinander bezogen, wobei der Arena öffentlicher (massenmedialer) Auseinandersetzung eine gewisse Integrations- und Koordinationsfunktion zukommt. Diese Funktion wird beispielsweise erfüllt durch Lenkung von Aufmerksamkeit, Stereotypisierung von Akteuren, Vereinfachung von Sachverhalten und damit verbundener Komplexitätsreduktion sowie durch Verbreitung von als bekannt unterstellbaren Informationen.

Üblicherweise werden Kommunikationsvorgänge in der parlamentarischen, administrativ-juristischen und wissenschaftlichen Arena von entsprechenden Initiativen auf der Ebene der öffentlichen Kontroverse begleitet. Nicht selten dürfen sogar Aktionen im Parlament, vor Gericht oder die Anfertigung wissenschaftlicher Studien vor allem im Hinblick auf Ihre Wirkung im Bereich der öffentlichen Kommunikation geplant und durchgeführt werden. Umgekehrt dient das Engagement der sozialen Akteure in der öffentlichen Debatte letztlich dem Ziel, Entscheidungen der Legislative und Exekutive durch Mobilisierung öffentlichen Drucks in ihrem Sinne zu beeinflussen.

Erfolgreich kann sich nur derjenige in einer Arena behaupten, der die jeweiligen Regeln einhält. In der wissenschaftlichen Arena beispielsweise zählen Daten und Theorien, aber nicht Gefühle. Vor Gericht lassen sich nur Vermögensschäden und Gesundheitsschäden geltend machen, nicht aber Befürchtungen wegen fehlender Sozialverträglichkeit. Juristisch kann man im Zusammenhang mit der Kernenergie daher vorwiegend Sicherheitsprobleme thematisieren (CONRAD und KREBSBACH-GNATH 1980, 70). In der Arena massenmedialer Auseinandersetzungen schließlich sind nur solche Kommunikationsakte zugelassen, die journalistischen Auswahlkriterien (sog. "Nachrichtenwerten") genügen.

Die strukturelle Rahmen der Kontroverse zwingt den beteiligten Akteuren daher gewisse Einschränkungen auf, die gelegentlich mit dem eigentlichen Anliegen kollidieren können. Zur erfolgreichen Interessenvertretung in den einzelnen Arenen gehört daher häufig das Verleugnen der eigenen Motive und das Vorschieben von Ersatzmotiven, die mit den jeweiligen "Arena Rules" kompatibel sind. Derartiges strategisches Handeln ist auf beiden Seiten der Kernenergikontakte anzutreffen und erschwert natürlich die Kommunikation und die Konsensfindung erheblich.

So rät beispielsweise der KWW-Manager Hermann Rosenau in einem Artikel in der Neuen Zürcher Zeitung (25. Februar 1987) unter der Überschrift "Gladiatorenkämpfe der Neuzeit" dazu, bei der Akzeptanzdiskussion nicht solchen Argumenten den Vorrang zu geben, die man selbst für die wichtigsten hält, sondern denjenigen, von denen man glaubt, sie am plausibelsten erklären zu können.

In genau dem gleichen Sinne argumentierte 1979 auch der damalige BBU-Vorsitzende Jo Leinen:

"Natürlich kann man sich vorstellen, daß man sagt, nach menschlichem Ermessen und bei Funktionieren aller Apparate ist eine kerntechnische Anlage an sich relativ sicher. Aber es gibt andere Argumente, warum man dagegen ist. Da man diese Argumente aber nicht ins Spiel bringen kann, muß man die Sicherheitsgeschichten relativ hoch halten."<sup>25</sup>

Diese Zitate diskreditieren die Kontrahenten in der Kernenergiekontroverse nicht, denn jegliche Kommunikation hat immer auch strategische Aspekte. Das bedeutet, Kommunikation ist nicht nur der Versuch, sich auszudrücken, sondern vor allem auch der Versuch, beim Kommunikationspartner Wirkungen zu erzielen. Allerdings ist der Grat zwischen "legitimer" Rhetorik, die von der Denkweise des zu überzeugenden Meinungsgegners (oder Publikums!) ausgeht und in bezug auf diese argumentiert und der möglichen Belastung der eigenen Glaubwürdigkeit durch dieses strategische Vorgehen, ausgesprochen schmal. Ein Auseinanderklaffen von Standpunkt und Argumentation, von Motiven und Begründung, ist für die Akteure der Kontroverse transparent, wird aber in der Regel nicht (oder allenfalls als Vorwurf beim jeweiligen Gegner) thematisiert, weil das die jeweiligen "Arena Rules" nicht zulassen. Es gibt also eine sog. "Hidden Agenda", eine versteckte Tagesordnung. Die an der Kernenergiekontroverse beteiligten Akteure spüren natürlich diese Diskrepanz beim jeweiligen Kontrahenten und interpretieren sie als Uhaufichtigkeit.

So behaupten beispielsweise die Kernkraftbefürworter, die Kernenergiegegner würden mit dem Ziel einer Manipulation der Öffentlichkeit laufend Studien über Kernenergierisiken mit absurdem Behauptungen aufstellen, an die sie selbst nicht glaubten. Kindersterblichkeit in der Umgebung von kerntechnischen Anlagen, Waldsterben und sogar AIDS - nahezu alles, was unangenehm sei, sei bereits einmal mit Kernenergie in Verbindung gebracht worden. Die an den Haaren herbeigezogenen angeblichen Risiken hätten nur den Zweck, als Waffe im Kampf gegen die Kernenergie zu dienen, der in Wirklichkeit aus Ideologischen Motiven geführt werde. Der Wissenschaftsredakteur der "Financial Times", David FISHLOCK (1988), bringt diese Kritik mit der Bemerkung auf den Punkt, die "nukleare Drohung" sei nichts anderes als die Fähigkeit der Kernenergie, zuverlässig preisgünstige Energie zu liefern. Er unterstellt, dies müßte der ökologischen Bewegung, weil die Industriegesellschaft damit eine Zukunftsperspektive erhalten.

Kernenergiekritiker wiederum sagen, daß es den Kernkraftbefürwortern nicht in erster Linie um die angeblichen ökonomischen Vorteile der Kernenergie gehe. Dahinter stecke vielmehr eine Fortschritts- und Wachstumsideologie, das Verfolgen von eigenen Interessen auf Seiten der Kernforschung und Kernenergieindustrie und gelegentlich wird sogar unterstellt, die "sogenannte friedliche" Nutzung der Kernenergie habe die Aufgabe, die Option für eine künftige militärische Nutzung offen zu halten. Auch bei der Diskussion um die Erhöhung des CO<sub>2</sub>-Anteils in der Atmosphäre wird den Kernkraftbefürwortern unterstellt, sie bauschten die Klimarisiken der zivilisatorischen CO<sub>2</sub>-Emissionen auf, um damit ein neues Argument für die Kernenergie zu haben.

---

<sup>25</sup> Zitiert nach CONRAD und KREBSBACH-GNATH (1980, 70).

Jobst CONRAD (1987) bezeichnet aus diesen Gründen die Risikodebatte um die Kernenergie als ein "Ritual", das andere, tiefere Ursachen verdecke. Ähnlich, aber polemischer, argumentieren Erwin K. SCHEUCH (1980), der von der Kernenergiekontroverse als "Vehikel für Kulturkritik" spricht, oder Renate KÖCHER (1988), die in der Kernenergiekontroverse die "Herrschaft der Ideologie" diagnostiziert.

Auch wenn einem die Polemik in der Argumentation nicht gefällt: die genannten Autoren haben recht. Es geht in der Kernenergiekontroverse auch um Ideologie, um Moral, um Kulturkritik, um Lebensstile und um Macht und Einfluß - allerdings auf beiden Seiten. Und nicht vergessen werden sollte, daß es unter anderem auch um Risiken geht.

Die Risikodebatte als "Stellvertreterkrieg" ist natürlich nur so lange durchhaltbar, wie diese Fiktion von den Konfliktparteien nicht offen zugegeben wird. Belege, daß auch in der Risiko-Nutzen-Debatte andere Motivbündel die treibende Kraft darstellen, sind daher nur sehr schwer zu finden. Als Hinweis darauf könnte man jedoch beispielsweise die wechselnden Begründungen für die Notwendigkeit der Kernenergie ansehen. Mindestens fünf ineinander übergehende Phasen der Begründung der Notwendigkeit von Kernenergie lassen sich nachweisen:

- Kernenergie ist eine billige Energie, bei der - nach dem Schrecken der Atombombe - die Kernkräfte nun zum Wohle der Menschheit verwendet werden ("atoms for peace"-Bewegung).
- Kernenergie ist erforderlich, um angesichts der begrenzten Ressourcen eine drohende Energiekrise zu verhindern. Dies wurde vor der Ölkrise mit den Prognosen über den Energieverbrauch und die Koppelung des Energieverbrauchs mit dem BSP belegt und gestützt durch pessimistische Ressourcenschätzungen beispielsweise des Club of Rome.
- Kernenergie ist erforderlich, um eine höhere Energieautarkie gegenüber den Ölländern zu gewinnen (seit der 1. Ölkrise 1973).
- Kernenergie ist erforderlich, um den sauren Regen und das Waldsterben zu reduzieren.
- Kernenergie liefert einen Beitrag zur Entschärfung des CO<sub>2</sub>-Problems.

Alle diese Argumente mögen stichhaltig sein. Der Wechsel der Begründungen für den Einsatz der Kernenergie nach Gesichtspunkten öffentlicher Opportunität deutet jedoch darauf hin, daß die tatsächlichen Motivbündel viel grundlegender sind. Die Verteidigung der Kernenergie stellt sich für den harten Kern der Befürworter als Verteidigung der Industriegesellschaft schlechthin und der für diese zentralen ökonomisch-technischen Interessen dar. Auch Argumente wie, beim Ausstieg aus der Kernenergie drohe der deutschen Industrie der Verlust der Glaubwürdigkeit im Exportgeschäft, deuten darauf hin, daß man mit der Kerntechnik zugleich auch zentrale Werte der modernen Industriegesellschaft zu verteidigen meint.

Auf der Seite der ökologisch orientierten Kritiker gibt es eine ähnliche doppelte Argumentationsstrategie, die etwa bei MEYER-ABICH und SCHEFOLD (1986) nachzuweisen ist. Im Grunde geht es Meyer-Abich um eine philosophische Auseinandersetzung zwischen verschiedenen Formen des Umgangs mit der Natur und damit korrespondierenden Gesellschaftsformen. Die Kernenergie sieht er dabei primär als

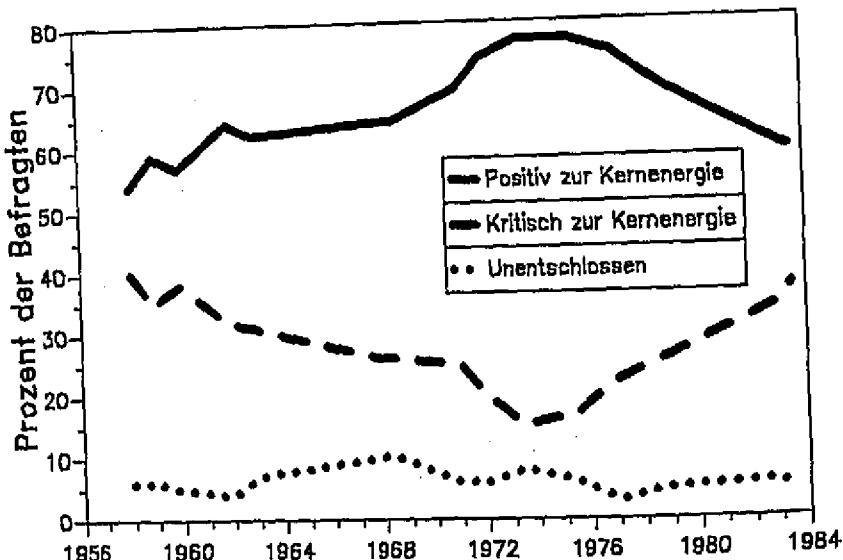


Abbildung 7: Meinungsumfragen zur Kernenergie 1957-1983

Die Grafik beruht auf Erhebungen des Instituts für Demoskopie Allensbach, das im Zeitraum von 1957 bis 1983 eine Frage zur Kernenergie insgesamt 16 mal gestellt hatte (Daten entnommen aus DUBE 1988, 33). Der Übersichtlichkeit halber wurden die jeweils zwei positiven und negativen Antwortalternativen zusammengefaßt.

"Symbol" und zentrales Element der einen, von ihm bekämpften Gesellschaftsform, des "harten" Wegs an. Nun ist es sehr schwer, außerhalb intellektueller Zirkel eine Argumentation philosophisch zu führen. Ersatzweise wird daher eine Diskussion in den Kategorien von Nutzen und Risiko der Kernenergie geführt, die den meisten Menschen eingängiger sind und relevanter erscheinen.

#### 4.6 Verlauf der Kernenergiekontroverse

Die eigentliche Kernenergiekontroverse begann in der Bundesrepublik Deutschland Mitte der 70er Jahre, zu einer Zeit also, in der Meinungsumfragen ein so günstiges Klima für die Kernenergie ausmachten wie nie zuvor und niemals später mehr (Abbildung 7). Bis 1976 hatte sich die assoziative Verknüpfung von "Atomenergie" und "Atombombe", die bis dahin die Perzeption der Kernenergie weitgehend geprägt hatte, erheblich gelockert. Dafür wurde stärker die Bedeutung der Kernenergie zur Stromerzeugung wahrgenommen (Tabelle 3). Trotz dieses für die Kernenergie günstigen Meinungsklimas, das möglicherweise durch die erste Ölkrise 1973 und den allgemeinen Wunsch nach stärkerer energiepolitischer Unabhängigkeit von den

arabischen "Ölscheichs" mit beeinflußt wurde, beginnt mit den gewalttätigen Auseinandersetzungen beim Bau des Kernkraftwerks Wyhl 1975 ein neuer Abschnitt in der gesellschaftlichen Behandlung der Kernenergie.

	1960 %	1970 %	1976 %	1979 %
Atombombe, Krieg	76	47	37	4
nichts Gutes	*	2	5	3
Strom, Energie	11	22	21	25
Kraftwerke, Reaktoren	*		25	28
friedliche Nutzung, Fortschritt	7	19	5	4
Reaktorunfall, Umweltbelastung	*	*	2	31
Demonstration, Bürgerinitiativen	*	*	*	8
Sonstiges	10	5	8	5
* nicht angefallen				

Tabelle 3: Veränderungen in den Assoziationen zum Begriff "Atomenergie"

Zwischen 1960 und 1979 veränderte sich erheblich die Struktur der Assoziationen, die bei Erhebungen auf die Frage "Woran denken Sie, wenn Sie von Atomenergie hören?" genannt wurden. Während 1960 der Bezug zur "Atombombe" bei weitem im Vordergrund stand, spielte dieser Aspekt 1979 kaum noch eine Rolle. Dafür gewinnen die Assoziationen der Nutzung der Kernenergie zur Stromerzeugung seit etwa 1970 an Bedeutung. Zwischen 1976 und 1979 nimmt jedoch auch die Zahl der Nennungen von Gefahren der friedlichen Nutzung der Kernenergie ("Reaktorunfall", "Umweltbelastung") erheblich zu. Die Daten beruhen auf Erhebungen des Instituts für Demoskopie Altenbach (zitiert nach Scheuch, 1980, S. 276).

Belegen lässt sich dieser Umschwung anhand mehrerer Indikatoren. So richten beispielsweise seit 1975 die nationalen Medien ihre Aufmerksamkeit auf die Kernenergie und behandeln ausführlich auch kritische Probleme. Wie aus einer Inhaltsanalyse der Technikberichterstattung durch KEPLINGER (1988) hervorgeht, nahm der Umfang der Berichterstattung über Kernenergie zwischen 1974 und 1976 erheblich zu. Gleichzeitig wurde die Kernenergie in den Beiträgen der Medien deutlich kritischer bewertet (Abbildung 8).

Auch RÖTHLEIN (1978, 46) registrierte diesen markanten Anstieg der Berichterstattung über Kernenergie im Verlauf der Jahre 1975/76.

Ein weiterer Indikator dafür, daß die Auseinandersetzungen um die Kernenergie eine neue "Qualität" erhielten, ist die seit etwa 1975 stark gestiegene Zahl von Fragen in demoskopischen Umfragen, die sich mit der Einstellung der Bevölkerung zur Kernenergie befaßten. Dies läßt sich als Hinweis darauf deuten, daß die öffentliche Opposition gegen Kernenergie seit etwa dieser Zeit seitens der auftraggebenden Institutionen als gravierendes Problem verstanden wurde (DUBE 1988, 3).

Als Folge der zunächst nur von relativ wenigen Kernenergiegegnern erzwungenen gesellschaftlichen Thematisierung von "Kernenergie" und der dadurch bedingten Diffusion des Wissens auch über potentiell problematische und bedrohliche Aspekte der Kernenergienutzung wandelte sich langsam auch das Image der Kernenergie in der breiten Bevölkerung. Bis 1984 erreichte der Anteil der Kernenergiegegner in der

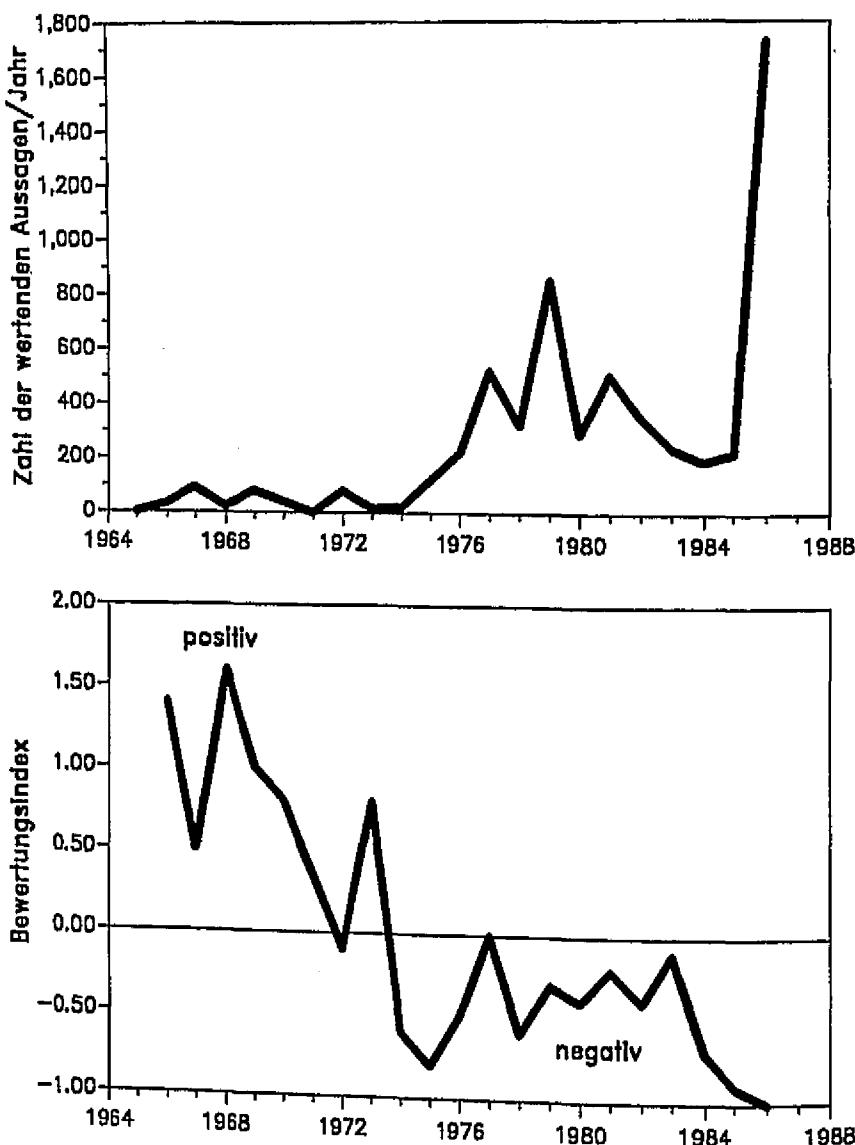


Abbildung 8: Kernenergieberichterstattung 1965-1986

Die beiden Grafiken geben den Umfang der Berichterstattung über Kernenergie (oben) sowie die darin enthaltene mittlere Bewertung anhand eines Index mit dem Wertebereich von -3 bis 3 (unten) wieder. Die Daten beruhen auf einer Inhaltsanalyse der vier überregionalen Tageszeitungen Frankfurter Allgemeine Zeitung, Die Welt, Süddeutsche Zeitung und Frankfurter Rundschau sowie der "Zelt", des "Stern" und des "Spiegel" durch KEPPLINGER (1988, 665).

Bevölkerung in etwa wieder den Stand wie Ende der 50er Jahre. Während damals jedoch die kritische Bewertung weitestgehend auf die Erinnerung an die

Atombombenabwürfe und die Diskussion des "Fall-out" aufgrund der oberirdischen Atombombentests zurückzuführen war, beruht die kritische Bewertung seit Ende der 70er Jahre auf den wahrgenommenen Sicherheits- und Umweltproblemen bei der friedlichen Nutzung der Kernenergie.

Mit dem Beginn der intensiven Phase der Kernenergiekontroverse verbunden war - wie NELKIN und POLLAK (1981, 187) zutreffend anmerken - eine Entwicklung in Richtung einer Umkehr der Beweislast, die seit 1979 durch den Unfall in Three Mile Island noch verstärkt wurde. Nicht mehr die Gegner der Kernenergie hatten deren Gefährlichkeit nachzuweisen, sondern umgekehrt mußten ihre Befürworter die Ungefährlichkeit und Beherrschbarkeit darlegen. Seitdem wird auch von selten der Kernenergiebefürworter diese Technologie überwiegend nur noch als "notwendiges Übel" verteidigt und weniger als eine Energiequelle mit prinzipiellen (ökologischen und wirtschaftlichen) Vorteilen gegenüber etwa den fossilen Energieträgern.

Erstaunlich ist, daß das Kernenergiethema seit dieser Zeit ein wichtiges politisches "Issue" geblieben ist. Folgt man den Vorstellungen, die von DOWNS (1972) zum "Issue-Attention Cycle" entwickelt wurden oder denen von Niklas LUHMANN (1970) zur Themenkarriere, so erwartete man einen Scheitelpunkt des öffentlichen Interesses an einem Thema, gefolgt von einer abflauenden Aufmerksamkeit. Das Kernenergiethema hält sich jedoch nunmehr seit fast 15 Jahren als ein wichtiger öffentlicher Streitgegenstand. Es hat nur selten an der Spitze der Rangfolge öffentlich diskutierter Themen gestanden, war jedoch fast während der ganzen Zeit im Rahmen der Umweltdiskussion eine "wichtige mittlere Sorge" (SCHEUCH 1980, 271). Drei Gründe können angeführt werden, warum die Kernenergieproblematik das rasche Auf und Ab der Modethemen überstanden hat:

1. Zunächst ist festzustellen, daß es eine Vielzahl von Anlässen gegeben hat und noch gibt, an denen sich der Kernenergioprotest immer wieder neu entzünden konnte, z.B. Inbetriebnahmen von Kernkraftwerken, Planungen für nukleare Infrastruktureinrichtungen wie Zwischenlager, die Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf, die geplanten Bundesendlager für radioaktive Stoffe in Gorleben und Salzgitter, Störfälle in in- und ausländischen Kernkraftwerken, der Unfall im amerikanischen Kernkraftwerk bei Harrisburg (1979), die Reaktorkatastrophe von Tschernobyl (1986) und schließlich der Bestechungsskandal in der bundesdeutschen NuklearIndustrie (1988).

Es gibt dabei eine Rückkopplung zwischen der Bedeutung, die dem Kernenergiethema in der Öffentlichkeit zugemessen wird und der Bewertung der verschiedenen Ereignisse. Einzelanlässe, etwa kleine Störfälle, die in nichtnuklearen Industrieanlagen kaum Anlaß für eine Berichterstattung wären, erhalten eine große Bedeutung im Kontext des Kernenergiethemas. Kernenergiebefürworter sagen, daß solche Ereignisse aufgebaut werden; für die Kernenergiegegner sind sie jedoch Hinweise darauf, daß mit der Kerntechnik wirklich etwas nicht stimmt und zudem willkommene Gelegenheiten, die eigenen Anhänger zu mobilisieren und Zweifel in der breiten Öffentlichkeit zu erzeugen. Umgekehrt tragen diese Einzelanlässe wieder dazu bei, über den konkreten Anlaß hinaus, die Kernenergie in der öffentlichen Diskussion zu halten, die Auf-

merksamkeit von Medien, Öffentlichkeit, Politikern und anderen gesellschaftlichen Gruppierungen auf sie zu lenken.

2. Außerdem hat das Kernenergiethema neben seiner durch die potentiellen individuellen Gesundheitsrisiken bedingten "Relevanz" eine weitere wichtige Eigenschaft, die es geeignet für eine abwechslungsreiche öffentliche Diskussion macht und den journalistischen "Nachrichtenwert" der Aktualität (vgl. z.B. MERTEN 1978, 218) erfüllen hilft. Diese Eigenschaft ist "Komplexität". Die Kernenergie hat unendlich viele Facetten, die in nahezu beliebiger Kombination problematisiert werden können. Wegen dieser Komplexität sind auch Brückenschläge zu anderen politischen Themen leicht zu schlagen, etwa zu den Waldschäden oder zu Aids. Alle denkbaren Risiken lassen sich mit allen kerntechnischen Einrichtungen kombinieren: das Katastrophenmotiv etwa mit Reaktoren, Zwischenlagern, Wiederaufarbeitungsanlagen undendlagern. Auch die Gefährlichkeit von Plutonium läßt sich sowohl am Beispiel der Wiederaufarbeitung und der Transporte nuklearen Materials als auch in Zusammenhang mit dem Schnellen Brüter thematisieren. Wenn sich ein Aspekt für die öffentliche Diskussion abgenutzt hat, ist es nicht schwer, einen anderen "unverbrauchten" zu (er-)finden.
3. Schließlich hängt die Dauer des Kernenergiethemas auch mit der Länge der Entscheidungs-, Planungs- und Ausführungsprozesse zusammen. Die Errichtung des Schnellen Brüters (SNR) in Kalkar wurde z.B. bereits 1972 beschlossen. Die Erkundungsarbeiten für das Endlager Gorleben begannen 1979; seinen Betrieb aufnehmen wird es frühestens im Jahr 2010. Eine Politik nach dem Prinzip "Wir fällen eine Entscheidung und in ein paar Monaten spricht niemand mehr davon", ist angesichts der Vielzahl von Zwischenschritten im Planungs-, Genehmigungs- und Bauprozess kaum durchzuführen.

#### **4.7 Ursachen und Hintergründe des Konflikts**

Eine wichtige Frage bei der Betrachtung der Kernenergiekontroverse aus der Perspektive der "Risiko-Kommunikation" ist, ob der Kernenergiekonflikt sich primär als Problem der Kommunikation über Risiken auffassen läßt, ob er also durch "Optimierung" der Kommunikationsprozesse entschärft oder gelöst werden könnte (vgl. dazu FREDERICH und LOEBEN 1978). Es gibt gelegentlich - insbesondere bei den Experten des "Pro-Kernenergie"-Lagers - die Auffassung, wenn man nur die Öffentlichkeit ausreichend aufklären würde oder wenn nur die Medien fachmännisch und ausgewogen über Kernenergie berichten würden, dann erledige sich die Kernenergiekontroverse von selbst (nämlich durch Übernahme der Expertensicht durch die breite Öffentlichkeit). Die Lösung des Kernenergiekonflikts wird nach dieser (so sicher überpunktiert dargestellten) Auffassung durch eine Kommunikationsstörung zwischen den Experten und der breiten Öffentlichkeit verhindert. Die Kommunikationsstörung wird gesehen

- in der mangelnden Fähigkeit oder Bereitschaft der Öffentlichkeit, wissenschaftliche Sachverhalte zu verstehen,
- dem manipulativen Einfluß der Vermittlungssysteme (Massenmedien, Schulen) oder

- selbstkritisch in der fehlenden Fähigkeit von Experten, ihr Wissen allgemeinverständlich der Öffentlichkeit mitzuteilen.

Technisch argumentierende Befürworter der Kernenergie halten die Akzeptanzprobleme der Kernenergie also häufig für ein Problem mangelnder Information - dem mittels Informations- und Aufklärungskampagnen begegnet werden könne.<sup>26</sup> Den gut informierten Kernenergiegegnern unterstellen sie Argumentation wider besseres Wissen, die die Angst und Uninformiertheit der Mehrheit der Bevölkerung ausnutzt. Die engagierten Kritiker der Kernenergie wiederum halten die technischen Argumentationen für zu kurz gegriffen, die Befürworter, die die Bevölkerung mit problematischen Risikostudien zu beruhigen suchten, für interessenhängig oder blauäugig. Eine gemeinsame Grundlage für die Diskussion über Risiken und Chancen der Kernenergie kommt so nicht zustande. Gegenseitig wird die Bereitschaft und Fähigkeit zu einer sachgemäßen Auseinandersetzung bestritten.

Kommunikationsprobleme ergeben sich auch dadurch, daß Sender und Empfänger von Informationen unterschiedlichen Perspektiven und Bezugssystemen ("frames of reference") verhaftet sein können und Informationen Ihre Bedeutung ändern, wenn sie in unterschiedlichen Kontexten erzeugt und rezipiert werden. Mit den unterschiedlichen Perspektiven sind unterschiedliche "Codesysteme" verbunden. Voraussetzung für Kommunikation ist jedoch die Gleichheit oder jedenfalls die Ähnlichkeit von Codesystemen, sonst sind Mißverständnisse bei der Kommunikation bzw. letztlich Kommunikationsunfähigkeit die Folge. Beispielsweise sind statistische Aussagen nur in einem quantitativ orientierten Kontext von Bedeutung. In einer qualitativ geprägten Perspektive bleiben sie bestenfalls unverstanden und werden im ungünstigen Fall mißverstanden. Jemand, der quantitativ orientiert ist, wird etwa die "Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke" in dem Sinn interpretieren, daß Störfälle mit katastrophalen Folgen sehr unwahrscheinlich sind. Jemand, der mit qualitativen Kategorien an die Interpretation herangeht, wird mit Recht sagen, aus der Studie folge, Katastrophen im Zusammenhang mit der Kernenergienutzung seien nicht ausgeschlossen.

Eine Aussage wie "Mit der Erzeugung von 1 GWa Strom aus Kernenergie ist im Mittel 1 tödlicher Arbeitsunfall verbunden.", die im Rahmen quantitativer Risikostudien Sinn macht, wird als blander Zynismus aufgefaßt, wenn sie in einem affektiven Kontext rezipiert wird. Emotional getönte Aussagen dagegen werden umgekehrt in einem von rationalem Kosten-Nutzen-Kalkül geprägten Denkrahmen als "Irrationalität" abgetan. Für die Personen, die emotional argumentieren, bringt man allenfalls Verständnis auf - etwa von der Art, wie es ein Psychiater gegenüber seinem an Wahnvorstellungen leidenden Patienten empfindet.

In der Kerneneriekontroverse gibt es daher nicht nur konkurrierende Auffassungen darüber, welches die beste Energieversorgungsstrategie oder -technologie ist, son-

---

<sup>26</sup> Dafür, daß diese Auffassung falsch ist, sprechen allerdings sowohl amerikanische als auch bundesdeutsche Erfahrungen, wonach die Einstellung zur Kernenergie kaum mit dem Wissensstand über sie korreliert ist (vgl. z.B. MAZUR 1984, 111; HENNEN und PETERS 1990)

dern - auf einer viel elementarereren Ebene der Wahrnehmungs und Einstellungsbildungsprozesse - auch konkurrierende Perspektiven oder "Frames" des Entscheidungsproblems. MAZUR (1985) macht deutlich, daß bereits das Einlassen auf eine Risiko-Nutzen-Betrachtung die implizite Entscheidung für eine bestimmte Perspektive darstellt. Außer als Kosten-Nutzen-Kalkül kann man das Kernenergieproblem beispielsweise als ethisches Problem der Verantwortbarkeit von menschlichen Handlungen (vgl. z.B. die Erklärung der Deutschen Bischofskonferenz (1980) zu Fragen der Umwelt und der Energieversorgung), des Verhältnisses von Mensch und Natur (MEYER-ABICH 1984) oder der Wahl von Lebensstilen und Gesellschaftsordnungen ansehen. Und selbst die Kosten-Nutzen-Perspektiven verschiedener Personen, Gruppen oder Institutionen können sich beispielsweise in folgenden Punkten unterscheiden und zu unterschiedlichen Ergebnissen bei der Abwägung der Vor- und Nachteile der Kernenergie führen:

- Kurzfristige vs. langfristige Betrachtung (Zeithorizont 5 Jahre, 50 Jahre oder 100.000 Jahre)
- Nationale vs. internationale Betrachtung
- "Analytisch-scientifische" vs. "ganzheitlich-subjektive" Perspektive
- Quantitative "enge" technische Analysen des Risikos wie in probabilistischen Risikoabschätzungen vs. umfassende Risikobetrachtungen unter Einbezug "qualitativer" Risikofaktoren und weiterer Schadensdimensionen wie z.B. gesellschaftliche Auswirkungen und Quellen von Unsicherheit
- Technische Beherrschbarkeit vs. gesellschaftliche Beherrschbarkeit als Problemparadigma
- Perspektive des Anwohners einer kerntechnischen Anlage versus der Perspektive eines nur indirekt betroffenen Bürgers

Da nun eine echte Kommunikation, bei der einer den anderen versteht, nur möglich ist, wenn ein gemeinsames Codesystem und ein gemeinsames Kommunikationsparadigma besteht, wäre es erforderlich, sich aus dem Gedankenkontext, in dem man sich befindet, zu lösen und sich auf einen gemeinsamen "Metakontext" zu einigen, in dem man dann beispielsweise die Unterschiedlichkeit der Perspektiven thematisieren könnte. Zum Kommunikationsparadigma gehören beispielsweise die Regeln, nach denen Aussagen als "wahr" oder "falsch" klassifiziert werden. Wenn diese Regel für die eine Seite etwa "subjektive Erfahrung", für die andere Seite dagegen "wissenschaftliche Lehrmeinung" ist, ist eine Verständigung so gut wie ausgeschlossen.

Nun ist das Lösen aus einem Paradigma ein Vorgang, sehr sowohl erhebliche kognitive als auch affektive Anstrengungen erfordert, da solche Perspektiven nicht kognitiv übernommen, sondern durch Sozialisation erworben werden. Außerdem ist das Lösen aus einem Paradigma - aus subjektiver Sicht - mit erheblichen Risiken für die Durchsetzung des eigenen Standpunkts verbunden, erlebt man doch an sich selbst und demonstriert anderen die Relativität der eigenen Perspektive und untergräbt damit ihren absoluten Geltungsanspruch. In der subjektiven Wahrnehmung und wohl auch faktisch kann das die Überzeugungskraft des eigenen Paradigmas auf seine Anhänger schmälern. Subjektiv rational suchen die Kontrahenten in der Kernenergiediskussion die Auseinandersetzung mit dem jeweiligen Gegner innerhalb des

eigenen Paradigmas, also auf dem Feld, auf dem sie die besseren Karten zu haben glauben. Interessanterweise kam dabei dennoch in gegenseitigem Einvernehmen eine "Einigung" auf den Streitgegenstand "Risiko" zustande.

Die Befürworter glaubten sich auf sicherem Boden; schließlich ist keine Technik zuvor mit einem solchen Aufwand an Sicherheitsüberlegungen entwickelt worden wie die Kerntechnik. Damit meinte man, allen Befürchtungen über Kernenergierisiken den Boden entziehen zu können. Es dauerte allerdings nicht lange, da sahen sich die Befürworter und Entwickler der Kerntechnik in einer Kraft und Ressourcen verschlingenden Detaillauseinandersetzung mit kenntnisreichen Kernenergiegegnern verwickelt, die auf eine eigene, sich zunehmend konsolidierende wissenschaftliche Infrastruktur von "alternativen" Forschungsinstituten zurückgreifen können. Die gegenwärtige Bedeutung des sich als Korrektiv zur Establishment-Wissenschaft verstehenden "alternativen Wissenschaftssystems" zeigt sich beispielsweise auch daran, daß diese Institute mittlerweile im Auftrag staatlicher Stellen Gutachten erstellen sowie als (Gegen-)Experten zu Anhörungen und Hearings eingeladen werden.

Für die Kernenergiegegner hat das "Risiko" den großen Vorteil, daß sich dieses Thema wegen der möglichen Emotionalisierung sehr gut zur Popularisierung eignet und sich damit eine breite Öffentlichkeit für die Kontroverse erschließen läßt. Darüber hinaus ist "Risikominimierung" im Rahmen der staatlichen Gefahrenvorsorge eine politisch umstrittene Aufgabe, deren Nicht-Erfüllung gegebenenfalls auch gerichtlich eingeklagt werden kann. Der Streitgegenstand "Risiko" ermöglicht damit, die Kernenergi kontroverse - welche Motive auch dahinter stehen mögen - dem politisch-administrativen und juristischen System und damit auch indirekt der Energiewirtschaft aufzuzwingen.

Da das politisch-administrative System seit den Anfängen der kerntechnischen Entwicklung in der Bundesrepublik gemeinsam mit der Industrie die Förderung und Entwicklung der Kernenergie betrieb<sup>27</sup>, bestand der einzige erfolgversprechende Weg der Kernenergieopposition in der Alarmierung und Aktivierung der Öffentlichkeit. Das Risiko der Kernenergie - eine Frage von "Leben" und "Tod" jedes Einzelnen - war dazu besser geeignet als jeder andere Aspekt; insbesondere besser als die Forderung nach einer ökologischen Wirtschafts- und Gesellschaftsverfassung, für die sich gegenwärtig wohl keine Mehrheit in der Bevölkerung finden lassen würde.

Die nur mäßigen Korrelationen, die man bei Umfragedaten zwischen der Einstellung zur Kernenergie und soziodemografischen Variablen beobachtet (vgl. z.B. PETERS u.a. 1987, 771), deuten darauf hin, daß die Kernenergiegegner in ihrem Versuch, Zweifel an der Sicherheit der Kernenergie selbst in bürgerlich-konservative Kreise zu tragen, ausgesprochen erfolgreich waren.

---

27 Noch heute sind eine Reihe staatlicher Stellen wie beispielsweise das Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT), verschiedene Landesministerien sowie die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), die wichtige Funktionen beim Aufbau eines Entsorgungssystems für radioaktive Abfälle besitzt, Mitglieder des Deutschen Atomforum e.V., dessen Ziel u.a. die Förderung der "Akzeptanz der Öffentlichkeit für die Kernenergie" ist (DEUTSCHES ATOMFORUM 1988, 11).

Daß dies gelang, hängt u.a. mit Mechanismen der Rezeption von (massenmedial vermittelten) Informationen zusammen: Man rezipiert offenkundig schlechte Nachrichten eher als gute (vgl. NOELLE-NEUMANN und DONSBACH 1987).<sup>28</sup> Die bevorzugte Rezeption negativer Informationen über eine Technologie durch die Rezipienten (selbst wenn in der Berichterstattung positive und negative Informationen "ausgewogen" repräsentiert sind) trifft auf die Alltagsheuristik "Vorsicht". Bei Unsicherheit aufgrund divergierende Beurteilungen der Sicherheit einer Technologie durch unterschiedliche Informationsquellen wird man dazu tendieren, sich entsprechend der pessimistischen Einschätzung zu verhalten - u.U. selbst dann, wenn man die optimistischere Einschätzung für wahrscheinlicher hält. "If doubt is raised about the safety of the technology, many in the public prefer to err on the side of safety, as if saying, 'When in doubt, reject the technology - better safe than sorry' (SAPOLSKY 1968)" (MAZUR 1984, 111). Um in der Bevölkerung eine kritische Stimmung gegen eine Technologie zu erzeugen, reicht es daher aus, Zweifel an der Sicherheit zu säen. Es ist unnötig, diese schlüssig zu begründen. Die Zweifel auszuräumen, ist dagegen mit vergleichsweise hohem Aufwand verbunden bzw. so gut wie ausgeschlossen.

Obwohl in der Kernenergiekontroverse sowohl Probleme mangelnder Information, "strategischer" Argumentation und gegenseitiges Mißverständen aufgrund differierender "Paradigmen" als "Kommunikationsstörungen" eine Rolle spielen und die Debatte komplizierter dürften, erschöpft sie sich aber nicht darin. Selbst bei subjektiv ehrlich argumentierenden und gut informierten Kommunikationspartnern würden Meinungsverschiedenheiten über die Verantwortbarkeit der Kernenergie bestehen bleiben. Deren Gründe dürfen in unterschiedlichen Auffassungen über anzulegende Perspektiven, unterschiedlicher Einschätzung verbliebener Unsicherheiten in den vorhandenen Informationen sowie unterschiedlichen Vorstellungen über wünschbare Zukünfte liegen.

#### 4.8 Besonderheiten der Kernenergiekontroverse in der BRD

Risiko-Kommunikation findet auf verschiedenen Gebieten statt: als innerwissenschaftlicher Diskurs z.B. zwischen Reaktorbauern und Sicherheitsexperten, als Diskurs zwischen potentiellen Betreibern als Antragsteller und Genehmigungsbe-

<sup>28</sup> Ob das für alle Themen und Situationen gilt, ist freilich sehr unwahrscheinlich. Vermutlich ist weniger die "Negativität" der Information als vielmehr ihr "Informationswert" für den Rezipienten das ausschlaggebende Kriterium. Ein Verdurstender dürfte besonders aufmerksam gegenüber Informationen sein, die das Vorhandensein von Wasser betreffen, statt die besonders zu rezipieren, die den Mangel an Wasser zum Thema haben. In einer belagerten Stadt ist die Nachricht, daß ein Konvoi mit Versorgungsgütern durchgekommen ist, die relevanten Informationen und nicht, daß es wieder einmal ein Konvoi nicht geschafft hat. In unserer geordneten Welt sind es normalerweise jedoch die negativen Informationen, die eine Abweichung von der gewohnten Routine ausdrücken und insofern einen Informationswert besitzen. Wer viel zu verlieren hat, für den haben Negativinformationen den größten Wert. Wer nur zu gewinnen hat, der kann nur mit Chancen andeutenden Informationen etwas anfangen. (Zur Diskussion des Informationswertes vgl. MERTEN 1973, 218f.)

hörden, zwischen Einwendern und Genehmigungsbehörden vor Verwaltungsgerichten, in den Parlamenten und zwischen verschiedenen Staaten beispielsweise im Rahmen der Internationalen Atomenergiebehörde. Obwohl die Diskussionen um Reaktorsicherheit, Proliferationsprobleme usw. weitgehend internationalisiert sind (wobei die USA als Vorreiter und Trendsetter gelten können), bestimmen die spezifischen Randbedingungen in den einzelnen Ländern wie Ablauf der Genehmigungsverfahren, Klagerechte, aber auch die jeweilige Reaktortechnologie, ob Kernwaffenstaat oder Nicht-Kernwaffenstaat, Inhalt und Form der Diskussion auf den verschiedenen Gebieten mit. Es würde bei weitem den Rahmen dieser Darstellung sprengen, wollte man die nationalen Besonderheiten auch nur der wichtigsten Länder, in denen Kernenergie eingesetzt wird, auf diesen Gebieten darstellen.

Nationale Besonderheiten der BRD im Vergleich zu anderen Ländern (insbesondere USA und Frankreich) sollen dagegen im Bereich der gesellschaftlichen Kernenergiekontroverse kurz diskutiert werden. Auch hier gilt, daß es so etwas wie eine Internationale "Tagesordnung" für die Kernenergiekontroverse gibt. Nicht nur Kernforschung, Kernenergiewirtschaft und Kernenergiepolitik haben jeweils eine deutliche internationale Orientierung, sondern auch die Kernenergiekritiker und Umweltschutzbewegungen in den einzelnen Staaten sind international vernetzt. Auch hier nimmt die USA eine gewisse Vorreiterrolle für die Themen der Auseinandersetzung ein, die dann von anderen Ländern übernommen und ggf. modifiziert und ausgebaut werden.

Eine Kernenergiekontroverse gibt es in nahezu allen westlichen Industriestaaten, in denen Kernenergie genutzt wird bzw. ihre Nutzung geplant ist. Intensität und Struktur dieser Kontroverse nehmen jedoch national jeweils spezifische Ausprägungen an. Zur Charakterisierung nationaler Unterschiede in der Kernenergiekontroverse reicht es nicht aus, lediglich Prozentzahlen von Kernenergiefürwortern und -gegnern zu vergleichen, denn Träger der Kontroverse sind die Aktivisten auf beiden Seiten, die zahlenmäßig nur kleine Minderheiten darstellen und durch repräsentative Bevölkerungsumfragen nicht zu erfassen sind. Andererseits liegt ein über demoskopische Untersuchungen hinaus gehender systematischer Vergleich nur jeweils für wenige Länder und/oder bezüglich weniger Vergleichsgrößen vor. Wegen der Trendsetter-Rolle der amerikanischen Kernenergiediskussion soll diese im folgenden etwas ausführlicher dargestellt werden, während die Situation in anderen Ländern nur kurisorisch gestreift wird.

In den USA, wo die Entwicklung auch der zivilen Nutzung der Kerntechnik ihren Anfang nahm, wurde auch die erste Kritik an der Sicherheit der Kernreaktoren geübt. Ähnlich wie in der Bundesrepublik (vgl. Kapitel 4.6) zeigte sich auch in den USA ab 1975 ein Anstieg sowohl der Thematisierung der Kernenergie in den Massenmedien als auch ein Anstieg der Zahl von Kernenergiegegnern in Meinungsumfragen (MAZUR 1984, 106). Die Thematisierung und die Kernenergieskepsis der Bevölkerung erreichten ein Maximum im Jahr 1979, dem Jahr des Reaktorunfalls in Harrisburg, um anschließend wieder zu sinken.

William A. GAMSON und Andre MODIGLIANI (1989) versuchen anhand einer Inhaltsanalyse ausgewählter Teile der Kernenergieberichterstattung in den Medien eine thematische Rekonstruktion der nuklearen Kontroverse in den USA. Sie unterschei-

den verschiedene "packages", die man in erster Annäherung an diesen Begriff als "Motive" oder "Paradigmen" bezeichnen könnte, und die als Interpretationsraster dienen.

Am Beginn der Nutzung der Kernenergie stand nach den genannten Autoren das Fortschrittsmotiv ("progress package"). Kernenergie wurde als Garant einer besseren Zukunft betrachtet und u.a. auch als mögliches Instrument zur Überwindung der Unterentwicklung der Dritten Welt angesehen. Probleme der Kernenergienutzung wurden zwar eingeräumt, aber durchweg als lösbar betrachtet. Opposition gegen Kernenergie erschien als irrationale Angst vor Fortschritt und Wandel. Ausdruck dieses Fortschrittsmotivs war 1953 die sog. "atoms for peace"-Rede von President Eisenhower, in der er der Welt eine bessere Zukunft mit Hilfe der Kernenergie versprach. Das Fortschrittsmotiv hatte eine enge Beziehung zur militärischen Nutzung der Kernenergie und insbesondere zu den beiden Atombombenabwürfen in Hiroshima und Nagasaki. Die zivile Nutzung der Kernenergie und die damit in Aussicht gestellte bessere Zukunft läßt sich als Beschwichtigung des schlechten Gewissens und als "Kompensation" dieser Atombombenabwürfe verstehen.

Das arabische Ölembargo von 1973 ließ zusätzlich das pro-nukleare Paradigma der "Energieautarkie" entstehen. Kernenergie wurde als ein wesentliches Instrument zur Reduzierung der energiepolitischen Verwundbarkeit durch die Abhängigkeit von Ölimporten aufgefaßt. Parallel und konkurrenzend dazu entwickelte die Umweltschutzbewegung ("Friends of the Earth") das anti-nukleare Paradigma der "sanften Energie", das die Möglichkeit des Verzichts auf Kernenergie thematisiert. Ein weiteres Paradigma "öffentliche Verantwortlichkeit" ("public accountability") thematisiert die Interessenverflechtung von Staat und Industrie und fehlende Allgemeinwohl-Orientierung der Atomindustrie. Die Anti-Kernenergie-Bewegung, vertreten beispielsweise durch die "Union of Concerned Scientists", erarbeiteten das Paradigma "fehlender Netto-Nutzen" ("not cost effective"), nach dem bei einer Bilanz von Vorteilen und Nachteilen die Kernenergie gegenüber ihren Alternativen schlecht abschneidet.

Etwa gleichzeitig entwickeln sich nach Gamson und Modigliani eine Reihe von "packages", die verschiedene Sicherheitsaspekte zum Gegenstand haben und von verschiedenen Gruppen unterstützt wurden. Das Motiv "fehlender Kontrollierbarkeit" ("runaway") umfaßt eine fatalistische anti-nukleare Position, nach man die Kernenergie nicht mehr unter Kontrolle hat, aber kaum etwas dagegen machen kann. Das Paradigma "Teufelspakt" räumt zwar klare Vorteile der Kernenergie ein, doch glaubt man, daß man irgendwann einmal einen hohen Preis dafür zu zahlen haben wird.

Die meisten der von Gamson und Modigliani in der amerikanischen Kernenergiediskussion identifizierten Interpretationsmuster lassen sich ohne Mühe auch in der Bundesrepublik nachweisen. Das Fortschrittsmotiv spielt auch in der Bundesrepublik eine bedeutende Rolle. "Steinzeit - nein Danke", dieser Spruch auf Pro-Kernenergie-Aufklebern spricht gerade dieses Fortschrittsmotiv an. Weiter war die Verringerung der Ölabhängigkeit ("Energieautarkie") zeitweilig ein sehr populäres Argument für die Kernenergie. Auch das Paradigma von der "sanften Energie" findet in der Diskussion um die "Energiewende" (KRAUSE, BOSSEL und MÜLLER-REISSMANN 1980) seine Entsprechung. Das Motiv der "öffentlichen Verantwortlichkeit" läßt sich mit dem Vorwurf des "Atomfilzes" oder der "Atommafia" vergleichen. Und den "Teufelspakt"

identifizierte beispielsweise NOVY (1987) in seiner psychologischen "Untersuchung über die Formen der Bewältigung des Problems der Radioaktivität" als "Prometheus-Mythos": die Tschernobyl-Katastrophe sei teilweise als "Strafe" für die "Hybris" der Kernenergienutzung verstanden worden.

Interessant ist, daß die doch recht breite Diskussion des "Atomstaats", die ja letztlich auch auf Überlegungen des Amerikaners Alvin WEINBERG (1972b) zurückgehen, in der Bundesrepublik eine wesentlich größere Bedeutung als in den USA erhalten hat. Auch für die Sozialverträglichkeitsdiskussion in der Bundesrepublik gibt es keine so populäre Entsprechung in den USA. Eines der Kennzeichen der Bundesrepublik im Vergleich zu den USA scheint daher die stärkere Verwurzelung der Kernenergieopposition in grundsätzlichen industrialismuskritischen und lebensstilorientierten Motiven zu sein. Kernenergieopposition in den USA scheint daher stärker pragmatisch und weniger fundamentalistisch motiviert zu sein als in der Bundesrepublik, was die Spielräume bei der Suche nach einem Konsens oder Kompromiß einengen dürfte.

Auch in den übrigen westeuropäischen Ländern, in denen Kernenergie eingesetzt wird, orientiert sich die Kernenergiekontroverse am amerikanischen Beispiel.<sup>29</sup> Die Unterschiede der nationalen Kernenergiedebatten sind - bei im wesentlichen gleicher Konfliktkonstellation (ökologische Bewegung und Teile der Bevölkerung auf der einen - Staat, Industrie, Stromversorger und Kernforschung auf der anderen Seite) - auf eine ganze Reihe von Ursachen zurückzuführen.<sup>30</sup> Ob es zu einer harten Kontroverse zwischen Befürwortern und Gegnern der Kernenergie kommt, welche Formen diese Kontroverse annimmt und wie letztendlich die Politik gegenüber der Kernenergie aussieht, hängt vermutlich wesentlich von folgenden drei Faktoren ab:

1. Bedeutung der Kernenergie für die nationale Energieversorgung und Volkswirtschaft (Preis des Verzichts auf Kernenergie aus der Sicht des Staates und der Industrie),
2. Verfügbarkeit von Angriffspunkten für die Ant-Kernenergie-Bewegung im Bereich der politisch-administrativen Entscheidungsprozesse (Erfogsaussichten der Anti-Kernenergie-Bewegung) sowie

---

<sup>29</sup> Relativ wenig ist bekannt über Konflikte über Kernenergie in sozialistischen Ländern und Dritte-Welt-Ländern. In den sozialistischen Staaten entwickelt sich jedoch ebenfalls so etwas wie eine ökologische Bewegung, die bis heute zwar noch nicht die Chance hat, sich im politischen Prozeß wirksam zur Geltung zu bringen, dies im Verlauf der "Glasnost"-Entwicklung jedoch möglicherweise in absehbarer Zeit tun kann. Zunehmend äußern sich kritische Stimmen zur Kernenergie auch in der UdSSR (vgl. ZEIT, Nr. 16, vom 14.4. 1989, S. 51) und vor allem in der DDR nach dem Fall der "Mauer" im November 1989. Angesichts der wirtschaftlichen Situation der meisten Entwicklungsländer dürften die Voraussetzungen einer Kernenergiekontroverse im Stil der westlichen Industriestaaten z.Z. nicht gegeben sein. Hier dürften Konflikte eher über den mit der Kernenergienutzung in diesen Ländern verbundenen "technologischen Imperialismus" und die Belastung der Devisensituation durch den Import der Kerntechnologie entstehen.

<sup>30</sup> Die folgende Darstellung orientiert sich an CONRAD und KREBSBACH-GNATH (1980, 92ff.) sowie NELKIN und POLLAK (1981, 185ff.).

3. von allgemeineren Randbedingungen wie der jeweiligen politischen Kultur, der Verteilung von Wertemustern in der Bevölkerung und ihrer sozioökonomischen Lage.

Insbesondere in den Staaten, die stark von Energieimporten abhängig sind, versprach man sich eine reduzierte energiewirtschaftliche Verwundbarkeit, eine Verbilligung der Energie sowie eine Überwindung des Problems knapper Energieressourcen. Überdies wurde die Chance gesehen, mit dem Export von Kerntechnologie Gewinne zu erzielen. In den meisten Ländern wurde - sowohl wegen des Gefahrenpotentials als auch wegen der wahrgenommenen nationalen Bedeutung eines Einstiegs in die friedliche Nutzung der Kernenergie und des Umfangs der erforderlichen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten - die Entwicklung der Kerntechnik nicht allein der Industrie und dem "Markt" überlassen, sondern staatlich gefördert und reglementiert. Das Engagement der jeweiligen Regierungen reichte dabei von der Gründung von Kernforschungszentren bis hin zur Beteiligung an den Erstellungskosten von Prototypen oder gar der Übernahme einzelner Aufgaben (in der Bundesrepublik etwa der Endlagerung des nuklearen Abfalls).

Die im wesentlichen zwischen 1970 und 1975 sich formierenden nationalen ökologischen Bewegungen sahen sich - und zwar in verschiedenen Ländern unterschiedlich stark - mit einer "Atomlobby" konfrontiert, die aus der Exekutive, der Kernenergieindustrie, den Stromversorgern und der Kern(energie)forschung bestand. Beim Beginn der Opposition gegen Kernenergie waren in vielen Ländern bereits hohe Investitionen getätigt und Strukturen (im industriellen und wissenschaftlichen Bereich) geschaffen worden, mit denen die Politik des Ausbaus der Kernenergie quasi zementiert worden war. Die Bundesrepublik, Frankreich, Großbritannien und die USA repräsentieren Staaten, in denen es zum Aufbau einer eigenen Kernenergieindustrie kam. Während diese Industrie in Frankreich, Großbritannien und den USA auch an der militärischen Nutzung beteiligt ist, war die deutsche Kernenergieindustrie von Anfang an rein zivil orientiert. Damit würde ihr - anders als den Industrien in den Kernwaffenstaaten - durch einen Stopp des zivilen Kernenergieprogramms völlig die Existenzgrundlage entzogen.

Gegenüber etwa Großbritannien und den USA, die über eigene bedeutende Ölreserven verfügen, sind die Bundesrepublik und Frankreich weitgehend von Energieimporten abhängig, die - seit der Ölkrise von 1973 - zunehmend als Achillesferse der nationalen Volkswirtschaft betrachtet werden. Die Bundesrepublik Deutschland und Frankreich haben daher gemeinsam, daß sich in diesen Ländern (vor Beginn der Anti-Kernenergie-Bewegungen) eine bedeutende kerntechnische Industrie entwickelt hatte und bedeutende preiswerte nationale Energieressourcen, die als Alternativen zur Kernenergie in Frage gekommen wären, nicht vorhanden sind. Gegenüber Frankreich ist darüberhinaus die kerntechnische Industrie der Bundesrepublik allein von der zivilen Nutzung der Kernenergie abhängig.

Der Preis eines Ausstiegs aus der Kernenergie dürfte daher von den Regierungen, den Industrien und den einschlägigen Forschungseinrichtungen dieser beiden Staaten als besonders hoch betrachtet werden. Daraus resultiert vermutlich eine geringe Bereitschaft, Forderungen der ökologischen Bewegung nachzugeben.

Die zweite wesentliche Variable, die Chance, außerparlamentarischen Einfluß auf die energiepolitischen Entscheidungen zu nehmen, variiert ebenfalls von Land zu Land. Vermutlich läßt sich eine Bewegung nur dann auf Dauer erhalten und institutionalisieren, wenn sie Anknüpfungspunkte für potentiell erfolgreiche Aktionen findet. (Das Anrennen gegen starre Mauern ohne Anzeichen von Erfolg läßt vermutlich die Motivation rasch erlahmen.) Anknüpfungspunkte für außerparlamentarischen Einfluß auf energiepolitische Entscheidungen gibt es im zentralistisch regierten Frankreich weit weniger als etwa in den USA, Großbritannien und der Bundesrepublik.

Gerade in der Bundesrepublik bieten die dezentrale Entscheidungsstruktur bei der Genehmigung kerntechnischer Anlagen (auf Länderebene), das Atomgesetz mit seiner Forderung nach der Berücksichtigung des (Interpretationsbedürftigen) Standes von Wissenschaft und Technik bei der Vorsorge gegen Schäden sowie des Nachweises einer gesicherten Entsorgung der nuklearen Abfälle, und die Möglichkeit zu Einwendungen bei den Genehmigungsverfahren mit den darauf basierenden öffentlichkeitswirksamen Anhörungen und gerichtlichen Auseinandersetzungen eine Vielzahl von Möglichkeiten, die Errichtung von kerntechnischen Anlagen legal zu behindern. NELKIN und POLLAK (1981, 195f.) halten dies für einen wesentlichen Unterschied zwischen der Bundesrepublik Deutschland und Frankreich: "The greater impact of the protest in Germany than in France followed less from the characteristics of the movement itself... than on these points of access within the political system and on the ability of activists to exploit them."

Die von LUHMANN (1970) beschriebene Doppelstrategie bei der Institutionalisierung eines Themas - zunächst Sensibilisierung des politischen Systems durch spektakuläre und möglicherweise sogar illegale Aktionen wie Demonstrationen, Bauplatzbesetzungen usw., gefolgt vom Versuch der Durchsetzung der Ziele mit systemkonformen legalen Methoden - konnte in der Bundesrepublik von der ökologischen Bewegung idealtypisch vorgeführt werden. Es bestehen genügend gesetzliche Möglichkeiten, Sand ins Getriebe der administrativen Verfahren zu streuen und Reaktionen der Behörden und Betreiber von kerntechnischen Anlagen auf die Angriffe der Kernenergiegegner zu erzwingen. So gibt es beispielsweise die Möglichkeit, gegen

- den Planfeststellungsbeschuß,
- die einzelnen Tellerrichtungsgenehmigungen sowie
- die Betriebsgenehmigung

einer kerntechnischen Anlage Klage zu erheben. Die einzige wirksame Barriere gegen eine noch stärkere Nutzung der Klagemöglichkeiten gegen Genehmigungsbescheide seitens der Anti-Kernenergie-Bewegung besteht im Prozeßkostenrisiko, das u.U. mehrere Millionen DM betragen kann.

Soweit beurteilbar haben sich die bundesdeutschen Verwaltungsgerichte im Hinblick auf die Kernenergieliktorse im wesentlichen neutral verhalten, also keine schnellen "politischen" Urteile gefällt, um einen "reibungslosen Ablauf" der Genehmigungsverfahren zu gewährleisten. Damit bilden in der Bundesrepublik gerichtliche Auseinandersetzungen im Gegensatz etwa zu Frankreich ein effizientes Mittel zur

Verzögerung von Genehmigungsverfahren, worauf beispielsweise NELKIN und POLLAK (1981, 195) hinweisen. Ihrer Auffassung nach bildet das Deutsche Atomgesetz - entgegen seiner Intention - eine wichtige "Ressource" der ökologischen Bewegung: "As governments sought to manage dissent by administrative reforms, they further increased the channels through which tension could be expressed."

Die hohe Intensität und lange Dauer der Kernenergiekontroverse in der Bundesrepublik im internationalen Vergleich ist also wesentlich bestimmt durch

1. die geringe Bereitschaft des den Kernenergieausbau forcierenden "Interessenblocks" aus Staat, Wirtschaft und Kernforschung, den Forderungen der Anti-Kernenergie-Bewegung nachzugeben, und
2. durch die faktischen Möglichkeiten der ökologischen Bewegung, auch ohne parlamentarische Mehrheit das Kernenergieprogramm zu behindern und damit energiepolitische Entscheidungen zu beeinflussen.

Über diese beiden Faktoren hinaus spielen gesellschaftliche Randbedingungen eine Rolle und beeinflussen die Form und den Ausgang der nationalen Kernenergielobbyisten. Zu diesen Randbedingungen gehören beispielweise die Verteilung von Wertemustern in der Bevölkerung, die wiederum von sozioökonomischen Bedingungen abhängig ist. Ist die Bedeutung der sog. postmaterialistischen Werte in einem Land hoch, so steigt damit die Wahrscheinlichkeit, daß eine ökologische Bewegung Resonanz und Rückhalt bei der "schweigenden Mehrheit" der Bevölkerung findet. Insbesondere bei direkten Referenden über die Nutzung der Kernenergie, wie sie in Österreich, der Schweiz und in Schweden stattgefunden haben, kann dieser Faktor den Ausgang der Kernenergiekontroverse entscheidend bestimmen. Für die Bundesrepublik ist möglicherweise auch die im Vergleich zu den USA stärkere technokratische Orientierung der Ministerialbürokratie wichtig, die zu einer Verhärtung der Fronten bei der Auseinandersetzung führt und Kompromisse erschwert.

## **5. Ansätze zur Thematisierung von Risiko-Kommunikation im Bereich der Kernenergie**

Kommunikationsprozesse im Bereich der Kernenergie haben sowohl wissenschaftliches als auch praktisches Interesse seitens der beteiligten Akteure gefunden. Einer der Gründe dafür dürfte darin zu suchen sein, daß als Ursache der Kernenergiekontroverse häufig "pathologische" Kommunikationsprozesse angenommen werden. Obwohl die Klassifikation der einzelnen Thematisierungsansätze nicht immer ganz eindeutig ist, lassen sich doch folgende fünf Schwerpunkte der Diskussion von Kommunikationsprozessen ausmachen:

1. Verhältnis von Experten und Gegenexperten,
2. Interaktion von Experten und Politikern,
3. Beziehung von Experten zur Öffentlichkeit,
4. Rolle der Massenmedien in der Kernenergiekontroverse und
5. Versuche zur Konfliktlösung durch Kommunikation.

Die vorhandenen Studien und praktischen Ansätze beziehen sich nur zum kleinen Teil ausschließlich auf Kernenergie und ausschließlich auf den Aspekt der Kommunikation. Im folgenden wird daher (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) versucht, eine Reihe von Studien unter dem Gesichtspunkt zu betrachten, was sie zur Beschreibung und Erklärung von Kommunikationsprozessen im Bereich der Kernenergie leisten. Ferner werden einige praktische Versuche zur "Verbesserung" der Kommunikation in diesem Bereich skizziert.

## 5.1 Verhältnis von Experten und Gegenexperten

Eines der Kennzeichen von technologischen Kontroversen ist, daß die politische Auseinandersetzung über die jeweilige Technologie eine Parallele findet auf der Ebene der Wissenschaftler und Experten. Dabei ist die Frage müßig, ob wissenschaftliche Kontroversen in die Öffentlichkeit getragen werden oder ob politische Kontroversen über die Politisierung der Experten Eingang in den wissenschaftlichen Bereich finden. Die Verwissenschaftlichung der Politik und die Politisierung der Wissenschaft (WEINGART 1983) sind jedenfalls nicht nur parallele, sondern sich gegenseitig bedingende und bewirkende Entwicklungen. Dieter RUCHT (1988) hat gezeigt, daß die Entwicklung von Gegenöffentlichkeit und Gegenexperten auf allen möglichen Gebieten stattgefunden hat, vor allem jedoch im Bereich der technologiepolitischen Diskussion, wo Expertise traditionell eine große Rolle spielte: "Solange die technische Entwicklung als Motor des gesellschaftlichen Fortschritts schlechthin begriffen wurde, gebührte dem Techniker oder dem Wissenschaftler eine Schlüsselrolle." (RUCHT 1988, 290) Ein Kennzeichen des Auftauchens von "Gegenexperten" ist nach Rucht die "Entgrenzung von Expertendiskursen". Gegenexperten begnügten sich oft nicht mit dem innerfachlichen Einwand, sondern verknüpften den fachlichen Diskurs mit alltagsweltlichen und machtpolitischen Fragen.

Mit dem Verhältnis von Experten und Gegenexperten im Bereich der Kernenergie befassen sich eine Reihe von Autoren. Allan MAZUR (1973) weist darauf hin, daß sich Kontroversen zwischen Experten und Gegenexperten vor allem da herausbilden, wo es sich um "trans-wissenschaftliche" Fragen (WEINBERG 1972) handelt, wo also eine Entscheidung darüber, welche Seite recht hat, durch Rekurs auf wissenschaftliche Theorien und Methoden nicht eindeutig gelingt. Als Beispiel für einen solchen Streit führt er u.a. die von John Gofman und Arthur Tamplin Ende der 60er Jahre begonnene Kontroverse über die Wirkungen ionisierender Strahlung im Niedrigdosisbereich an. Mazur argumentiert, daß bei komplexen technischen Problemen nicht-explizites Wissen und nicht-explizite Entscheidungen im wissenschaftlichen Prozeß eine Rolle spielen und subjektive Interpretationsspielräume eröffnen. Diese Interpretationsspielräume können dann (bewußt oder unbewußt) im Hinblick auf maximale Konsistenz mit dem politischen Standpunkt ausgenutzt werden, was zur Polarisierung wissenschaftlicher Standpunkte parallel zur Dimension politischer Standpunkte führe.

Steven L. DEL SESTO (1983) analysierte die Argumentation von Experten unterschiedlicher Gruppenzugehörigkeit bei einer Reihe von Anhörungen des "Congressional Joint Committee on Atomic Energy" zur Sicherheit der Kernenergie in den Jahren 1973-74. 39 Gutachter der staatlichen "US Atomic Energy Commission"

(AEC), der Kernenergielindustrie, der "nuclear community" und verschiedener Umweltverbände nahmen Stellung zu Fragen der Kernenergie. Mit einer Inhaltsanalyse untersuchte Del Sesto, wie sich die Argumentation der verschiedenen Expertengruppen in den schriftlichen Gutachten unterschied. Er unterschied sechs Typen von Argumenten in den beiden Oberklassen "kognitive" und "evalutive" Statements. Er fand heraus, daß die Gutachten der Experten der AEC und der "Nuclear Community" entsprechend ihrer (zumindestens theoretisch) neutralen Rolle nahezu ausschließlich kognitive Statements enthielten, während die Experten der Interessenparteien (Industrie und Umweltverbände) auch evaluative Argumente anführten. Dabei griffen die Experten der Umweltverbände in höherem Maße als die Gutachter der Industrie auf solche bewertenden Statements zurück (39 Prozent vs. 16 Prozent der Gesamtzahl der Statements).

In einer eingehenden Analyse der österreichischen "Informationskampagne Kernenergie" von 1976/77 befaßt sich Helga NOWOTNY (1980) auch mit dem Selbstverständnis und der Interaktion von Pro- und Kontra-Experten, die bei der Erstellung von Informationsmaterialien und der Durchführung von Diskussionsveranstaltungen miteinander kooperiert haben. Während die Beratungen der Experten in der Vorbereitungsphase (ohne Publikum) "in der ruhigen Atomosphäre kollegialer Versammlungen" stattfanden, vertraten "in der angeheizten Atmosphäre der öffentlichen Diskussionen" die "Experten beider Seiten Ihre Standpunkte weit vehementer und betonten ihre Divergenzen stärker als ihre Übereinstimmungen" (NOWOTNY 1980, 448-449). Die Vorbereitungsphase diente den Experten dazu, "Ihre eigene Glaubwürdigkeit als Wissenschaftler und Techniker (einige wenige auch als 'Praktiker') aufzubauen, damit Ihre Argumente das erforderliche 'wissenschaftliche' Gewicht bekämen" (NOWOTNY 1980, 449). Obwohl die Experten in der Vorbereitungsphase zwar kontrovers aber kooperativ über inhaltliche Fragen diskutiert hätten, habe die nachfolgende öffentliche Diskussion die Experten dazu veranlaßt zu argumentieren, "daß Ihre Schlußfolgerungen auf unabewisbaren Fakten und auf der Sicherheit Ihres Fachwissens beruhten" (NOWOTNY 1980, 449). Keiner der Experten habe von den Argumenten seiner Kollegen oder von neu erhaltenen Informationen überzeugt werden können. Gegenargumente der anderen Seite hinsichtlich des Risikos oder der wirtschaftlichen Notwendigkeit seien jeweils routinemäßig aufgegriffen und unterschiedslos als falsch abgelehnt worden. Dies habe zu einem "sehr ritualisierten und sterilen Austausch von Argumenten" geführt (NOWOTNY 1980, 450-451).

Neben der inhaltlichen Auseinandersetzung sahen sich die Experten auch in Konflikte um das wissenschaftstheoretische Modell, die Rolle von Experten in politischen Streitfragen und über die Frage, wer legitimerweise als Experte zu betrachten sei, verwickelt. Die "Gegenexperten" bekannten sich offener als die Pro-Experten zu einer Anwaltschaft mit politischen Positionen, was seitens der Befürworter kritisiert wurde (NOWOTNY 1980, 452-453).

Für die Risiko-Kommunikation zwischen Experten in technologischen Kontroversen bedeuten die skizzierten Studien, daß sich der Konflikt nicht allein auf inhaltliche Fragen bezieht, sondern ebenso auf Fragen des Selbstverständnisses von Experten und der Legitimierung als Experte. Ersichtlich ist aber auch, daß die Auseinandersetzung eine andere Qualität gewinnt, sobald sie vor nicht-wissenschaftlichem Pu-

blikum ausgetragen wird, was u.a. zur Polarisierung von Positionen führt. Eine der kommunikativen Strategien zwischen den beiden Experten-Lagern besteht regelmäßig darin, nicht inhaltlich zu argumentieren, sondern die Reputation der Gegenseite in Frage zu stellen (bis hin zur Bestreitung, daß es sich bei der Gegenseite um Experten handelt) und ideologiekritisch zu argumentieren, d.h. die Motive und Ziele und nicht die inhaltlichen Argumente der Gegenseite anzugreifen.

## 5.2 Interaktion von Experten und Politikern

Die Interaktion von Experten und Politikern im Bereich der Kernenergiepolitik hat bei weitem nicht die Aufmerksamkeit gefunden wie etwa die Beziehung von Experten und Öffentlichkeit. Dies mag teilweise an der schwierigen Zugänglichkeit relevanter Daten liegen. Zwei Fallstudien haben allerdings die Beziehungen zwischen Experten und Politikern in einem umfassenderen Kontext thematisiert. Die erste dieser Studien ist die Analyse der technologiepolitischen Entscheidungsprozesse, die zum Bau des Schnellen Brüters geführt haben, durch Otto KECK (1984a und 1984b); die zweite Studie hat die Rolle der Enquete-Kommissionen zur Kernenergiepolitik bei der Technikgestaltung analysiert (VOWE 1986), fragt dabei aber eher nach der Interaktion zwischen Kernenergiebefürwortern und Kernenergiegegnern und weniger nach der Kommunikation zwischen Politikern und Wissenschaftlern, obwohl das Instrument der Enquete-Kommissionen gerade den Dialog zwischen diesen beiden Sphären fördern soll. Beide Studien sind eher politikwissenschaftlich orientiert und analysieren Kommunikationsprozesse im engeren Sinn nur am Rande.

Gerhard Vowe sieht in der "Dominanz des Politischen" bei der Begegnung von Politik und Wissenschaft den Normalfall. Wissenschaftliches Wissen verbleibe in instrumentellen Funktionen; nur unter "bestimmten Bedingungen" bleibe die politische Rationalität Raum für eine substantielle Rationalität (VOWE 1986, 565). Für ihn stellt die erste Enquete-Kommission zur Kernenergiepolitik (1979-1980) die zu erklärende Ausnahme von der Regel dar. Die Ursachen für den "Erfolg" dieser Enquete-Kommission sieht er u.a. in den Persönlichkeiten der dominierenden "Antipoden" in der Enquete-Kommission, Wolf Häfele als Vertreter einer "Brüter-Community" und Klaus M. Meyer-Abich als Repräsentant einer "Sonne-Spar-Community", die bei aller Gegensätzlichkeit der Standpunkte in der Kernenergiefrage durchaus gemeinsame Interessen hätten (VOWE 1986, 559-560). Nun sind Häfele und Meyer-Abich nicht unbedingt "Experten" in einem prototypischen Sinn. Beide vertreten nicht nur wissenschaftliche Faktenbehauptungen, sondern gesellschaftspolitische Leitbilder. Die wissenschaftliche und politische "Welt" begegnen sich quasi innerhalb der Persönlichkeiten der Hauptakteure der ersten Enquete-Kommission. Die *interpersonale Kommunikation* zwischen politisch orientierten und wissenschaftlich orientierten Akteuren, die durch die unterschiedlichen Codes von Wissenschaft und Politik (LUHMANN 1986b) behindert wird, wird zumindest teilweise ersetzt durch eine *innerpersonale Integration* der beiden "Welten".

Otto Keck hat in seiner Fallstudie zum Schnellen Brüter Motive und Handeln von Ministerien, kerntechnischer Industrie, Energieversorgungsunternehmen und Kernforschungszentren analysiert. Er kommt zu dem Schluß, daß als Hauptquellen des Sachverstands (für wirtschaftliche und technische Informationen) "jene Organisa-

tionen, die selbst Erfahrungen mit dem kommerziellen Bau und Betrieb von Kernkraftwerken haben, d.h. die Reaktorhersteller und die Elektrizitätsgesellschaften" anzusehen seien (KECK 1984a, 306). Die staatlichen Akteure seien von den Informationen dieser Experten abhängig. Keck untersucht die Motivation der Industrie in der Kommunikation gegenüber den staatlichen Entscheidungsträgern und kommt zu dem Schluß, daß sich die Industrie "solange nur Gelder des Staates auf dem Spiel stehen" am "Prinzip der Konfliktvermeidung" orientiere (KECK 1984a, 307), d.h. den als falsch eingeschätzten Informationen Dritter (in diesem Fall der Brüter-Spezialisten des Kernforschungszentrums Karlsruhe) nicht widerspreche.

Für die Kommunikation zwischen Politikern und Experten bedeutet das, daß sich Politiker häufig von Experten beraten lassen müssen, deren kommunikatives Verhalten außer von ihrer Expertise auch von eigenen Interessen gesprägt werde. Unabhängige "Beratung" durch die jeweiligen kompetentesten Experten steht nach den Ergebnissen der Keck'schen Analyse offenbar den Politikern nicht immer zur Verfügung; das Verhältnis von Experten und Politikern ist häufig als Tauschgeschäft organisiert: Information der politischen Entscheidungsträger gegen die Möglichkeit der Interessenvertretung.<sup>31</sup> Wenngleich sich die Fallstudie von Keck nicht explizit auf die Risiken von kerntechnischen Anlagen, sondern auf die Ökonomie und den zu erwartenden Markterfolg des Schnellen Brüters bezieht, so ist hinsichtlich der vorhandenen Kernenergierisiken doch vermutlich keine prinzipiell andere Konstellation zu erwarten. Informationen über technische Risiken stammen häufig von Experten, die eine Nähe zur "nuclear community" besitzen und in deren Interesse es liegt, daß der Staat die Nutzung der Kernenergie weiterhin zuläßt und fördert. Natürlich wissen Politiker und Ministerialbeamte dies und berücksichtigen es bei ihrer Meinungsbildung. Möglicherweise bewirkt das Problem der interessenabhängigen Information auch die Bereitschaft, Gegenexperten als Informationsquellen zuzulassen. Ein plausibles Kalkül auf Seiten der Politik ist, daß, wenn man schon keine interessenfreie Information haben kann, die einzelnen Informationsquellen doch zumindest unterschiedlichen (und wenn möglich antagonistischen) Interessen verpflichtet sein sollten.

### 5.3 Beziehungen von Experten zur Öffentlichkeit

Die Kommunikation von Experten mit der (Laien)Öffentlichkeit bildet einen Schwerpunkt im Risiko-Kommunikations-Ansatz. Als Ziele dieser "Risiko-Kommunikation" werden von prominenten Vertretern dieses Ansatzes beispielsweise genannt, daß die Öffentlichkeit besser über Risiken, Risikoanalysen und Risikomanagement aufgeklärt ("educated") werden soll, daß die Öffentlichkeit besser über spezifische Risiken und

---

<sup>31</sup> KECK (1984a, 313) zitiert eine in diesem Zusammenhang aufschlußreiche Aktennotiz eines Ministerialbeamten über ein Telefongespräch mit einem Industrievertreter. Der Gesprächspartner aus der Industrie drohte (aus Gründen die hier keine Rolle spielen) an, einen Arbeitskreis zu verlassen, der als Informationsquelle für das Ministerium von offenbar großer Bedeutung war. Der Ministerialbeamte hielt ihm entgegen, daß sich damit "die Firmen auf diesem Wege selber die Möglichkeit zerstören würden. Ihre Probleme der öffentlichen Verwaltung in einem regelmäßigen Gedankenaustausch nahe zu bringen".

Maßnahmen zu ihrer Reduzierung informiert werden soll und daß individuelle Maßnahmen zur Minimierung von Risiken unterstützt werden sollen. Weiter werden als Ziele der Risiko-Kommunikation genannt, daß öffentliche Werte und Besorgnisse seltens der Risikoexperten und -manager besser verstanden werden sollten, daß Vertrauen und Glaubwürdigkeit erhöht werden sollte und daß Konflikte und Kontroversen gelöst werden sollten (KEENEY und VON WINTERFELDT 1986, 421). Als Kommunikationspartner der Öffentlichkeit wird dabei der "risk regulator" betrachtet, der als Experte für die "Faktenseite" des jeweiligen Risikoproblems aufgefaßt wird (KEENEY und VON WINTERFELDT 1986, 423).

Obwohl in den genannten Zielen der Risiko-Kommunikation teilweise eine symmetrische Zielsetzung genannt wird (Laien sollen von Experten lernen und umgekehrt, gegenseitiges Vertrauen soll gefördert werden) liegt der Schwerpunkt der Betrachtung doch ganz eindeutig auf der Information der Laien durch Experten.<sup>32</sup> Risiko-Kommunikation wird im wesentlichen als "Risikoerziehung" (DUNWOODY und NEUWIRTH 1988, 2) der Öffentlichkeit verstanden. Entsprechend beziehen sich die Empfehlungen für die Praxis der Risiko-Kommunikation auf didaktische und vertrauensbildende Maßnahmen, die erstens das Verständnis und zweitens die Glaubwürdigkeit der von den Risikoexperten verbreiteten Risikoinformation erhöhen sollen. Die explizite oder implizite Perspektive, die solchen Bemühungen um die Verbesserung der Risiko-Kommunikation zugrunde gelegt und deren Annahme durch die Öffentlichkeit teilweise sogar als Ziel der Risiko-Kommunikation definiert wird (vgl. SLOVIC, FISCHHOFF und LICHTENSTEIN 1981, 590), ist die Risiko-Nutzen-Perspektive, deren Wahl jedoch eine (selten thematisierte) Wertentscheidung darstellt (vgl. MAZUR 1985; LUHMANN 1986a, 19; PETERS 1990). Als eines der Hauptprobleme bei der Information der Laien über Risiken aus radioaktiver Strahlung wird betrachtet, wie man das Strahlungsrisiko in die rechte "Perspektive" rücken kann (SLOVIC, FISCHHOFF und LICHTENSTEIN 1981, 593-595).

Empirische und analytische Arbeiten zum Verhältnis von Experten und Laien befassen sich mit der Wahrnehmung und dem kognitiven Umgang mit Risiken bei Laien (z.B. KAHNEMAN und TVERSKY 1979; LICHTENSTEIN u.a. 1978; RENN 1984), den unterschiedlichen "Kalkülen" von Experten und Laien bei der Generierung von Urteilen über Risiken (SANDMAN 1988) sowie mit der grafischen Veranschaulichung von Risikoinformationen für Laien und der Angemessenheit verschiedener Risikovergleiche (z.B. WEINSTEIN, SANDMAN und ROBERTS 1989; COVELLO, SANDMAN und SLOVIC 1988). Alle diese Untersuchungen sind jedoch nicht speziell für die Kernenergie-Risiken durchgeführt worden und sollen daher an dieser Stelle nicht weiter beschrieben werden.

Die Fähigkeit von Laien, mit wissenschaftlich-technischen Informationen adäquat umgehen zu können, wird seit einer Reihe von Jahren im angelsächsischen Raum unter dem Begriff "scientific literacy", "technical literacy" oder "public understanding

---

<sup>32</sup> Vgl. z.B. die Auflistung möglicher Probleme der Risiko-Kommunikation in COVELLO, VON WINTERFELDT und SLOVIC (1986, 111, Tabelle 1), wo sämtliche Beispiele für Kommunikationsprobleme von Experten als Quellen und Laien als Rezipienten ausgehen. Siehe auch die kritische Betrachtung von Alonso PLOUGH und Sheldon KRIMSKY (1987, 6).

of science" diskutiert (vgl. z.B. AAAS 1989, WYNNE 1988). Nach diesen Ansätzen ist der Versuch, die Öffentlichkeit in konkreten Fällen mit wissenschaftlichen Erkenntnissen zu informieren, solange zum Scheitern verurteilt, solange die Öffentlichkeit nicht über ein naturwissenschaftlich-technisches Grundverständnis verfügt. Dieses Grundverständnis müßte inhaltliche, aber auch wissenschaftstheoretische und methodische Aspekte umfassen, wenn die Ergebnisse von z.B. wissenschaftlichen Risikostudien so verstanden werden sollen, wie sie von den durchführenden Wissenschaftlern gemeint sind. Robin MILLAR und Brian WYNNE (1988) haben am Beispiel der Tschernobyl-Katastrophe untersucht, wie der Bedarf der Öffentlichkeit nach klaren Aussagen (Gefahr - ja oder nein) mit der Fähigkeit der Wissenschaft kollidierte, lediglich differenzierte Informationen produzieren zu können (Grad der Gefahr). MILLAR und WYNNE (1988, 395) kommen zu dem Schluß, daß ein verbessertes "public understanding of science" im wesentlichen nur durch eine verbesserte wissenschaftliche Bildung zu erreichen sei, bei der besonderes Augenmerk auf die Prozesse gelegt werden müßte, durch die wissenschaftliches Wissen produziert werde.

#### **5.4 Rolle der Massenmedien in der Kernenergiekontroverse**

Massenmedien werden häufig für die "verzerre" Risikowahrnehmung von Laien verantwortlich gemacht. Am deutlichsten hat dies Bernard L. COHEN (1983) ausgedrückt. Er argumentiert, daß sämtliche vergleichenden Risikostudien zu dem Schluß gekommen seien, daß Kernenergie mit einem geringeren Risiko als die Stromgewinnung aus Kohlekraftwerken verbunden sei, daß aber die Öffentlichkeit das umgekehrte annehme. Da die Öffentlichkeit ihre Informationen überwiegend aus den Massenmedien beziehe, müßten diese für die Fehlinformation der Öffentlichkeit verantwortlich gemacht werden. Da sich in einer Demokratie die Entscheidungsträger an der Meinung der Bevölkerung orientierten, führe die Auffassung, Kernenergie sei mit größeren Risiken als die Nutzung der Kohle verbunden, zu einer Behinderung des Ausbaus der Kernenergie und damit zu tausenden von unnötigen Todesfällen aufgrund der Kohlenutzung.

Eine Reihe von Autoren verglichen den Umfang der Berichterstattung über verschiedene Risikoquellen mit der numerischen Höhe dieser Risiken (COMBS und SLOVIC 1979; SINGER und ENDRENY 1987) oder die Entwicklung verschiedener Umweltrisiken über die Zeit mit dem Umfang der Berichterstattung darüber (KEPPLINGER 1988; 1989) und fanden keinen statistischen Zusammenhang. Dieser fehlende Zusammenhang wird von den genannten Autoren mehr oder minder offen kritisiert und als "blas" bezeichnet (COMBS und SLOVIC 1979, 843) oder den Massenmedien wird vorgeworfen, den Rezipienten "künstliche Horizonte" vorzuspiegeln (KEPPLINGER 1989). Befürchtet wird, daß die umfangreiche Thematisierung eines Risikos in der Medienberichterstattung bei den Rezipienten in einer übertrieben hohen Risikoschätzung resultiert. Die "Inadäquate" Risikowahrnehmung der Laien wird so auf die "Inadäquate" Medienberichterstattung zurückgeführt. Es wird angenommen, daß sich Laien bei ihrer Einschätzung eines Risikos am Umfang der Berichterstattung über dieses Risiko orientieren, was u.a. mit der sog. "Verfügbarkeitsheuristik" (TVERSKY und KAHNEMAN 1973) begründet wird, nach der die Schätzung der Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Ereignisses psychologisch stark von der mentalen "Verfügbarkeit" des Ereignisses abhängt.

Eine andere Perspektive gegenüber der Kernenergie-Berichterstattung nimmt Allan MAZUR (z.B. 1984, 1990) ein. Auch er geht davon aus, daß in erster Linie der Umfang und weniger der Inhalt der Berichterstattung über eine Risikoquelle die Risikourteile der Rezipienten beeinflußt. Im Gegensatz etwa zu Kepplinger sieht er - entsprechend den neueren kommunikationswissenschaftlichen Erkenntnissen zur Rolle der Public Relations (BAERNS 1985; VANSLYKE TURK 1986) - die Erklärung für den vorgefundenen Medieninhalt nicht in den Normen des Journalismus (Focussierung auf negativ bewertete Sachverhalte oder Aspekte) oder den technikkritischen Einstellungen der Journalisten, sondern im politischen Geschehen und im Informationsangebot der Primärquellen. Konsequenterweise vergleicht er den Umfang der Berichterstattung über Risikoquellen nicht mit "objektiven" Risikomaßen oder der physikalischen Realität, sondern mit Aspekten der sozialen Realität. Im Falle der Kernenergie vergleicht er etwa den Umfang der Kernenergieberichterstattung in einem Jahr mit dem Ausmaß der Demonstrationen gegen Kernenergie in dem betreffenden Jahr und findet einen klaren Zusammenhang (MAZUR 1990, 37).

Eine weitere Klasse von Studien befaßt sich mit der Medienberichterstattung nach Unfällen in kerntechnischen Anlagen. Vor allem sind die amerikanische Medienberichterstattung nach Harrisburg sowie die Berichterstattung in verschiedenen Ländern nach Tschernobyl analysiert worden (z.B. RUBIN 1987; MÜLLER 1989; FRIEDMAN, GORNEY und EGOLF 1987; TEICHERT 1987; RAGER 1987; MERTEN, PETERS und KLOSSE 1990). Eine der Fragestellungen, die dabei besondere Beachtung fand, war die Frage nach der Ausgewogenheit der Berichterstattung bzw. nach der Vermittlung beruhigender oder alarmierender Wertungen. Das Hauptergebnis dieser Studien, das in der hier erforderlichen Allgemeinheit recht trivial erscheint, war, daß sich die Medien nicht unisono einen besonders pessimistischen Standpunkt zu eigen machen, sondern daß sich die Widersprüche in den Meinungen und Bewertungen der verschiedensten politischen Akteure auch im Medieninhalt widerspiegeln.

## **5.5 Versuche zur Konfliktlösung durch Kommunikation**

Entsprechend dem verbreiteten Vorurteil, daß die Akzeptanzprobleme der Kernenergie in der breiten Öffentlichkeit im Kern auf dem zu geringen Wissensstand der Laien beruhen, sind eine ganze Reihe von Versuchen in verschiedenen Ländern unternommen worden, um die Kernenergiekontroverse durch Information und Diskussion sowie direkte Partizipation (in Form von Referenden) zu entschärfen. Roger KASPERSON u.a. (1982, 43) zählen eine ganze Reihe derartiger Versuche auf und ziehen das Resümé, daß diese Versuche "all failed to win consensus and increased the politicization of the nuclear issue". Einige dieser Ansätze sollen im folgenden kurz skizziert werden, ohne daß an dieser Stelle jedoch eine umfassende Evaluation möglich wäre.

### **Bürgerdialog Kernenergie**

1975 wurde unter der damaligen Regierungskoalition von SPD und FDP von Forschungsminister Matthöfer der sog. "Bürgerdialog Kernenergie" ins Leben gerufen. Diese Informationskampagne bildete die Reaktion auf die heftigen Auseinanderset-

zungen auf dem Bauplatz des geplanten Kernkraftwerks in Wyhl. Über Veröffentlichungen zur Kernenergie und auf einer Vielzahl von öffentlichen Veranstaltungen hatten Interessierte Bürger Gelegenheit, sich über Fragen der Kernenergie und das energiepolitische Konzept der Bundesregierung zu informieren. Von der für dieses Programm erstellten Broschüre "Kernenergie - eine Bürgerinformation" sind bis 1981 rund 600.000 Exemplare verteilt worden. Über Zeitungsanzeigen wurden die Leser aufgefordert, ihr Interesse an Diskussionsveranstaltungen und Seminaren zu bekunden. Rund 4.000 Personen haben dann auch an solchen Veranstaltungen teilgenommen. (SCHMIDT-KÜSTER und POPP 1977, 24)

Die Aufgabe des Bürgerdialogs wurde vom BMFT (offiziell) nicht darin gesehen, die Kernenergialeakzeptanz zu erhöhen; vielmehr sollte der Dialog eine Basis für die "eigenständige Beurteilung über eine Abwägung zwischen Nutzen und Risiko" schaffen (SCHMIDT-KÜSTER und POPP 1977, 24). Allerdings wurde mit diesem Dialog die Hoffnung verbunden, daß als Ergebnis der Bürger "die Bedeutung der Kernenergie richtig einschätzt und ihr deshalb positiv gegenübersteht" (SCHMIDT-KÜSTER und POPP 1977, 24).

Der Bürgerdialog Kernenergie ist trotz guter Absichten letztlich gescheitert. Die implizit unterstellte Diagnose, die Kernenergiekontroverse sei ein Problem fehlender oder falscher Information, ist im Kern unzutreffend (vgl. PETERS 1990). Eine "Therapie" durch Informations- oder (schlimmer) Aufklärungskampagnen mußte daher fehlgeschlagen. Ein zweiter Grund des Scheiterns des Bürgerdialogs ist in den politischen Rahmenbedingungen zu sehen, die eine Partizipation an Entscheidungen nicht vorsahen (und im Rahmen des bestehenden politischen Systems auch nicht vorsehen konnten). Der "Dialog" wurde daher im Rahmen der Informationskampagne als didaktisches Mittel eingesetzt, als Instrument, der Bevölkerung etwas zu vermitteln, nicht aber als Möglichkeit, die Bevölkerung an energiepolitischen Entscheidungen direkt partizipieren zu lassen.

#### **"Informationskampagne Kernenergie" in Österreich**

Stärker systematisiert und strukturiert als der "Bürgerdialog Kernenergie" in der Bundesrepublik, aber mit durchaus ähnlicher Zielsetzung, wurde in Österreich zur Vorbereitung einer Volksabstimmung über die Inbetriebnahme des einzigen österreichischen Kernkraftwerks Zwentendorf eine "Informationskampagne Kernenergie" organisiert. Die Volksabstimmung im November 1978 resultierte in einer knappen Ablehnung der Inbetriebnahme durch die österreichische Bevölkerung. Helga NOWOTNY (1980) hat die Informationskampagne analysiert; die Beschreibung folgt ihrer Darstellung.

Die Informationskampagne wurde von der österreichischen Ministerialbürokratie organisiert. Es wurde versucht, das gesamte Feld der Diskussion in zehn Themenkomplexe zu unterteilen, die möglichst unabhängig voneinander abgearbeitet werden sollten. Experten unterschiedlichster Einstellung zur Kernenergie hatten in einer ersten Phase die Aufgabe, "informierte Antworten auf den Fragenkatalog vorzubereiten, dessen Themen von technischen, sozialen und biomedizinischen Aspekten mit Atomenergie vermeintlich oder tatsächlich verbundenen Gefahren bis hin zum Vergleich der wirtschaftlichen Kosten und den besonderen Sicherheitsvorkeh-

rungen des österreichischen Reaktors reichten" (NOWOTNY 1980, 448). Trotz formaler Kooperation in den Experten-Arbeitsgruppen kam es kaum zur Konsensbildung; bestehende Meinungsverschiedenheiten blieben bestehen. In der zweiten Phase der Kampagne sollten die Experten dann in zentralen Diskussionsveranstaltungen in verschiedenen Städten Ihre Ansichten dem Publikum vermitteln und diskutieren.

Nowotny zeigt, wie unterschiedliche Vorstellungen über den Kommunikationsprozeß zum Scheitern der österreichischen "Informationskampagne Kernenergie" geführt haben. Während die staatlichen Organisatoren dieser Kampagne diese nach dem Muster eines wissenschaftlichen Disputes führen wollten, betrieben die Gegner der Kernenergie von Anfang an die Politisierung der Diskussionen. Das Ergebnis beschreibt NOWOTNY (1980, 445) so: "Offener Konflikt; die Veranstalter mußten Kompromisse schließen; wachsender Polizeischutz; die letzte öffentliche Diskussion wurde aus Furcht vor einem Gewaltausbruch abgesetzt."

#### **"Breite Soziale Debatte über Energiepolitik" in den Niederlanden**

Das vielleicht ambitionierteste Projekt einer Beteiligung der Öffentlichkeit an der energiepolitischen Entscheidungsfindung hat in den Jahren 1981-1984 in den Niederlanden stattgefunden. Die vorliegende Darstellung orientiert sich weitgehend an der Evaluation des Projekts durch Jan BIJLSMA, José VAN EIJDHOVEN und Wim TURKENBURG (1988). Die "Brede Maatschappelijke Discussie" (BMD) verfolgte das Ziel, die energiepolitische Debatte (sowohl was die Zahl der involvierten Gruppen und Personen als auch was die in der Diskussion berücksichtigten Aspekte betrifft) zu verbreitern, den Informationsstand der Bevölkerung und der gesellschaftlichen Gruppen über Energieprobleme zu verbessern und informierte Meinungen und Präferenzentscheidungen als Grundlage für Empfehlungen an die politischen Entscheidungsträger zu erfassen. Dazu wurde ein eigenes methodischen Instrument, der "Choice Questionnaire" (NEIJENS 1987) entwickelt. Im Unterschied zum "Bürgerdialog Kernenergie" in der BRD und der "Informationskampagne Kernenergie" in Österreich wurde die BMD von einem aus Vertretern unterschiedlicher sozialer Gruppen bestehenden Lenkungsausschuß organisiert und durchgeführt, verfügte über eine ausreichende finanzielle Ausstattung und Unabhängigkeit von staatlichen Stellen. Es gelang dem Lenkungsausschuß, einen Teil der Anti-Kernenergie-Bewegung in die BMD einzubinden. Wie in Österreich, aber anders als in der Bundesrepublik, wirkten also auch Kernenergielobbyisten in dem Projekt mit.

Der politische Kontext, in dem die Idee zur BMD entstand, war die bevorstehende Entscheidung der niederländischen Regierung über einen Zubau von drei neuen Kernkraftwerken zu den vorhandenen beiden KKW. Der Lenkungsausschuß der BMD veröffentlichte im Januar 1984 einen Endbericht, in dem zwar einerseits von einer Ausweitung der Nutzung der Kernenergie abgeraten, aber andererseits eine Schließung der beiden vorhandenen KKW nicht empfohlen wurde. Die BMD hatte jedoch keine Lösung der Kernenergiokontroverse zur Folge. Gegner und Befürworter der Kernenergie fanden ihre jeweiligen Standpunkte teilweise im Ergebnis der BMD repräsentiert. Eher gering war auch die politische Akzeptanz der Empfehlungen der BMD. Die Politiker versuchten, die Bedeutung der Ergebnisse für die Entscheidungsfindung herunterzuspielen und die niederländische Regierung blieb zunächst bei ihrer Absicht, drei neue KKW bauen zu lassen. (Die Reaktorkatastrophe

von Tschernobyl ließ sie dann aber von diesem Plan abrücken.) BIJLSMA, EIJDHOVEN und TURKENBURG (1988, 402) sehen als die entscheidende Schwäche dieses Verfahrens als Partizipationsinstrument an, daß es zu wenig im politischen Entscheidungsprozeß verankert ist.

### Gorleben-Hearing

1974 veröffentlichte der damalige Bundeskanzler Helmut Schmidt Pläne, in Niedersachsen ein Nukleares Entsorgungszentrum zu errichten, in dem Anlagen zur Zwischensicherung, Wiederaufarbeitung, Konditionierung und Endlagerung zusammengefaßt werden sollten. Nach Verhandlungen mit dem damaligen niedersächsischen Ministerpräsidenten Ernst Albrecht wurde Gorleben als möglicher Standort für dieses Entsorgungszentrum benannt. Die Pläne führten zu massiven Protesten am geplanten Standort in Gorleben. Dies veranlaßte die niedersächsische Landesregierung dazu, eine Reihe von kernenergiekritischen Experten (dem sog. "Gorleben International Review") mit einer sicherheitstechnischen Überprüfung der Pläne für das geplante Nukleare Entsorgungszentrum zu beauftragen. Die kritischen Gutachten dieser Gruppe wurden dann im Gorleben-Hearing (März/April 1979) unter der Leitung von Prof. Carl Friedrich von Weizäcker von mehr als 60 internationale Experten diskutiert (vgl. HATZFELDT, HIRSCH und KOLLERT 1979; DWK 1979).

Die Absichten, die mit diesem aufwendigen Verfahren verfolgt wurden, lassen sich vermutlich in den folgenden drei Punkten zusammenfassen:

1. Zunächst einmal diente das Hearing dazu, ein Forum für die Auseinandersetzung zwischen "Kritikern" und "Gegenkritikern" zu schaffen. Wohl zum ersten Mal in der Bundesrepublik kam es dabei zur formalen Einbeziehung von "kritischen Experten" in einen Meinungsbildungsprozeß staatlicher Stellen. Die Existenz einer wissenschaftlichen Kernenergiekontroverse wurde damit quasi staatlicherseits anerkannt.
2. Das Hearing stellte für die verantwortlichen Politiker (insbesondere des Landes Niedersachsen) eine gute Möglichkeit dar, sich selbst ein Urteil über die mit einem Nuklearen Entsorgungszentrum verbundenen Risiken zu bilden. Das Hearing läßt sich damit als ein Instrument der Politikberatung bei Vorliegen einer technologischen Kontroverse auffassen. Die direkte Konfrontation der Kritiker und Gegenkritiker im Verfahren der "Rede" und "Gegenrede" läßt den außenstehenden Nicht-Fachmann leichter die umstrittenen Punkte und die Gründe für die unterschiedlichen Einschätzungen erkennen. Die Relevanz der Veranstaltung für die Information der Politiker wird auch dadurch deutlich, daß Ministerpräsident Ernst Albrecht sowie weitere Kabinettsmitglieder an fast allen Sitzungen des Hearings teilnahmen (DWK 1979, 7).
3. Schließlich war das Hearing vermutlich auch zur Erhöhung der Legitimation (gegenüber der Öffentlichkeit, aber auch gegenüber der sozial-liberalen Bundesregierung?) einer künftigen Entscheidung über das geplante Entsorgungszentrum gedacht. Angesichts des erwartbaren offenen Ausgangs des Hearings (die beteiligten Experten fanden keinen Konsens, sondern blieben bei ihren jeweiligen befürwortenden oder ablehnenden Ansichten) konnten sich die

niedersächsischen Landespolitiker bei allen denkbaren Entscheidungen zumindest darauf berufen, sich die Entscheidung nicht einfach gemacht, sondern sorgsam Vor- und Nachteile abgewogen zu haben.

In seiner Regierungserklärung vom 16. Mai 1979 machte Albrecht unter ausdrücklicher Bezugnahme auf das Gorleben-Hearing deutlich, daß er das Nukleare Entsorgungszentrum in seiner geplanten Form nach einigen technischen Modifikationen zwar für sicherheitstechnisch realisierbar, jedoch nicht für politisch durchsetzbar hielt. Er erklärte seine Bereitschaft, die Einrichtung von Endlagern für radioaktive Abfälle in niedersächsischen Salzstöcken zu unterstützen, sprach sich jedoch gegen die Wiederaufarbeitungsanlage zum jetzigen Zeitpunkt aus. Inwieweit das Gorleben-Hearing diese Entscheidung tatsächlich beeinflußt hat bzw. lediglich zur Legitimation herangezogen wurde, ist nicht eindeutig auszumachen.

#### **Enquete-Kommission "Zukünftige (Kern-)Energiepolitik"**

Die bereits im Kontext der Erörterung des Experten-Politiker-Verhältnisses erwähnte Enquete-Kommission "Zukünftige Kernenergiepolitik" war ein vielschichtiges Unternehmen. Als Kommission des Parlaments diente sie in erster Linie der Vorbereitung der parlamentarischen Entscheidungsfindung. Der energiepolitische Konsens innerhalb des Parlaments war brüchig geworden; die Gegnerschaft zur Kernenergie innerhalb der SPD-Fraktion gewachsen. Eine starke ökologische Bewegung hatte sich formiert und behinderte den Kernenergieausbau wo immer sich eine Gelegenheit bot: auf der Straße, in den Gerichtssälen, bei Anhörungen und bei öffentlichen Diskussionen.

Neben ihren anderen Funktionen läßt sich die Enquete-Kommission "Zukünftige Kernenergiepolitik" auch als Versuch begreifen, ein lagerübergreifendes Kommunikationsparadigma zu entwickeln. Dies gelang in der ersten Enquete-Kommission überraschend erfolgreich. Man einigte sich auf Themen der Diskussion, entwickelte ein gemeinsames Kriterienraster für die Bewertung von Optionen und akzeptierte schließlich vier unterschiedliche energiepolitische Szenarien als Grundlage des Vergleichs. In einer Analyse dieser Enquete-Kommission kommt Gerhard VOWE (1986, 559) zu dem Urteil, daß dies im damaligen energiepolitischen Klima eine überraschende Leistung gewesen sei.

Obwohl die Enquete-Kommission keine direkten politischen Auswirkungen hatte (1982 gab es den Wechsel von der sozial-liberalen Koalitionsregierung zur unionsgeführten Regierung), hat sie dazu beigetragen, die Qualität der energiepolitischen Diskussion in der Bundesrepublik deutlich anzuheben. Die Arbeit der Kommission führte jedoch nicht zu einer Entschärfung des Kernenergiekonflikts, da

1. gegenseitiges Verstehen und aufeinander bezogenes Argumentieren nicht die Meinungsverschiedenheiten aus der Welt schaffte, sondern diese erst in ihrer vollen Bedeutung deutlich machte und
2. der durch die Enquete-Kommission geschaffene Kommunikationsrahmen nicht alle an der Kernenergiekontroverse beteiligte Gruppen umfaßte und nach einiger Zeit auch wieder teilweise zerfiel.

## **6. Forschungsbedarf und -möglichkeiten**

### **6.1 Mögliche Forschungsthemen**

Die Kontroverse um die Kernenergie ist zum Paradebeispiel für die Auseinandersetzung über Technologien überhaupt geworden. Daher - und aufgrund der Hilflosigkeit der Politiker gegenüber dieser Kontroverse, die ja außerhalb des Parlaments begann und lange Zeit im Parlament nicht repräsentiert war - sind eine große Zahl von sozialwissenschaftlichen Studien über den Kernenergiekonflikt entstanden. Dabei wurden die verschiedenartigsten Aspekte aus psychologischer, soziologischer, politikwissenschaftlicher und sogar philosophischer Perspektive analysiert wie beispielweise

- Einstellungen der Bevölkerung
- Risikowahrnehmung der Kernenergie
- Werte und Gesellschaftsbilder in der Kernenergiekontroverse
- Sozialverträglichkeit der Kernenergie
- die in der Kernenergiekontroverse involvierten Institutionen und Organisationen (Politik, Industrie, Forschung, Bürgerinitiativen)
- die Rolle von Experten in der Kernenergiekontroverse und
- die Berichterstattung der Medien über Kernenergie.

Die Kernenergiekontroverse ist sicher die am stärksten untersuchte technologische Debatte, die es je gegeben hat. Trotzdem gibt es eine Reihe von systematischen Lücken bei der Erforschung der Kernenergiekontroverse und - hier besonders relevant - der in ihrem Rahmen stattfindenden Kommunikationsvorgänge. Zu den Defiziten im analytischen Bereich gehören beispielsweise

- ein systematischer internationale Vergleich der Kernenergiekontroverse in den verschiedenen Ländern,
- der Zusammenhang von Einstellungen mit Interesse an Informationen, Informationssuchverhalten und Wissen über Kernenergie,
- die Bewertung von Informationsquellen zur Kernenergie (sowohl Primär- als auch Sekundärquellen wie Massenmedien) z.B. im Hinblick auf Kompetenz, Interessenabhängigkeit und Glaubwürdigkeit sowie
- die Analyse von Kommunikationsparadigmen der verschiedenen an der Kontroverse beteiligten Akteure (Ziele der Kommunikation, Strategien, assoziierte Kontexte, "Modelle" von den Kommunikationspartnern, "ideologische" Bezugsrahmen; Regeln für das Akzeptieren von Aussagen usw.).

Wenngleich sich - wie gezeigt - die Kernenergiekontroverse nicht primär als Kommunikationsproblem auffassen lässt, so gibt es andererseits doch Gelegenheiten, bei denen sich Kommunikationsprobleme zeigen. Die sozialwissenschaftliche Forschung könnte hier über einen "analytischen" Beitrag hinaus versuchen, Vorschläge für eine "Verbesserung" der Kommunikationsprozesse zu entwickeln.

Es ist allerdings nicht so ohne weiteres klar, wie das Ziel der "Verbesserungsmaßnahmen" aussehen soll. Streit und Konflikt an sich muß im Rahmen des bestehenden politischen Systems als etwas Normales aufgefaßt werden. Kommunikationsprozesse "reibungsloser" zu gestalten, kann daher nicht das Ziel sein. Konsens wird man vermutlich jedoch erzielen können über Ziele wie

- Vermeiden von Mißverständnissen,
- Vergrößerung des Informiertheitgrades der Kommunikationspartner,
- Strukturierung des Kommunikationsprozesses,
- Erweiterung des Gesichtswinkels, unter dem das Problem wahrgenommen und diskutiert wird, und
- Generierung neuer bzw. Verbesserung bestehender Optionen.

Ob bei einer "Verbesserung" der Kommunikationsprozesse in diesem Sinn die Entscheidungsfindung, die Erzielung eines Konsens oder auch nur die Akzeptanz einer Mehrheitsentscheidung erhöht würde, ist eine offene empirische Frage. Gerade bei Kontroversen mit starren Fronten, ideologischen Bezügen und ethischer Relevanz, wie der Kernenergiedebatte, kann man genauso gut vermuten, daß die mit gezielten "Therapiemaßnahmen" verbundene erhöhte Thematisierung sowie die - im Erfolgsfall - vergrößerte Transparenz der Differenzen in den Auffassungen die Entscheidungsfindung erschwert bzw. die Legitimitätsprobleme der Entscheidung erhöht.

Ein Beispiel dafür, wo ein Versuch einer Verbesserung von Kommunikationsprozessen sinnvoll erscheint, stellt das Problem der Information über Störfälle in Kernkraftwerken dar. Die gesetzlichen Vorschriften sehen nur vor, daß der Betreiber von kerntechnischen Anlagen die Aufsichtsbehörde über eingetretene Störfälle zu unterrichten hat. Er ist dagegen nicht verpflichtet, die Öffentlichkeit darüber zu informieren.<sup>33</sup>

Die kritische Öffentlichkeit zeigt jedoch ein erhebliches Interesse daran, über alle Ereignisse in kerntechnischen Anlagen, die ihre Sicherheit betreffen könnten, informiert zu werden. (Dabei legen Medien und kritische Öffentlichkeit - entsprechend ihrer Sensibilität für Kernenergierisiken - sehr weite Kriterien an, was als sicherheitsrelevantes Ereignis angesehen wird.) Versäumte Information der Öffentlichkeit durch den Betreiber kerntechnischer Anlagen bei eingetretenen Störfällen stößt daher regelmäßig - wenn die Information nachträglich doch noch bekannt wird - auf große Kritik und bewirkt öffentliche Empörung. Ein prominentes Beispiel für diesen

---

<sup>33</sup> Ein KKW-Betreiber, das Rheinisch Westfälisches Elektrizitätswerk (RWE), sieht sich sogar nicht nur nicht verpflichtet, sondern aufgrund der Gesetzeslage auch nicht berechtigt, ohne Rücksprache mit der Aufsichtsbehörde eigenständig die Öffentlichkeit über eingetretene Störfälle zu unterrichten. In einer Pressemitteilung des RWE über den Störfall im Dezember 1987 im Kernkraftwerk Biblis A heißt es: "Die vertrauliche Behandlung besonderer Vorkommnisse in Kernkraftwerken erfolgt nicht auf Veranlassung des RWE. Eine Veröffentlichung in Form von detaillierten Vorkommnisanalysen sowie zusammenfassenden Quartals-/Jahresberichten fällt in die Zuständigkeit des BMU." (Pressemitteilung vom 13. Dezember 1988)

Vorgang ist der Skandal um einen Störfall im Kernkraftwerk Biblis A, der sich am 16./17. Dezember 1987 ereignete, über internationale Umwege jedoch in der Bundesrepublik Deutschland erst im Dezember 1988 öffentlich bekannt wurde.

Aus der Sicht der Betreiber ist die Versuchung groß, möglichst wenig Störfälle an die Öffentlichkeit dringen zu lassen. Mit dem Argument, nur wenige Störfälle seien überhaupt sicherheitsrelevant, aber jedesmal würden Medien und kritische Öffentlichkeit überreaktieren und diese meist unbedeutenden Störfälle aufbauschen, beschränkt man sich auf seine gesetzliche Verpflichtung, die Aufsichtsbehörde zu informieren. Bei der Information der Öffentlichkeit legt man also die eigenen Kriterien an, was für die Öffentlichkeit relevant ist, statt die Kriterien der Öffentlichkeit zu antizipieren und anzuwenden. Eine solche Politik belastet natürlich das Verhältnis von Betreiber und Öffentlichkeit, insbesondere im lokalen Bereich. Die Betreiber sehen sich daher bei einer Gratwanderung: Sie wollen einerseits die Öffentlichkeit nicht mehr als unbedingt erforderlich alarmieren, müssen auf der anderen Seite aber den Verdacht der "Vertuschung" vermeiden, um glaubwürdig zu bleiben.

Ein mögliches Forschungsthema wäre nun, Kommunikationsregeln für Störfälle zu entwickeln, die sowohl für die Betreiber auf der einen als auch für die Massenmedien und die kritische Öffentlichkeit auf der anderen Seite akzeptabel sind. Ein solches Konzept könnte beispielsweise folgende Elemente enthalten:

- Vereinbarung "vertrauensbildender Maßnahmen" zwischen Betreibern und Öffentlichkeit (repräsentiert beispielsweise durch Medien und Stadträte, aber u.U. auch durch Bürgerinitiativen)
- Vermittlung von Hintergrundwissen über die jeweilige Anlage und kerntechnische Risiken und Sicherheitsprinzipien bei Journalisten, (kommunalen) Abgeordneten, interessierten Bürgern mit dem Ziel, eine differenzierte Beurteilung der jeweiligen Ereignisse zu erlauben, und schließlich
- Erhöhung der Transparenz der Anlage, d.h. Bereitschaft, alle gewünschten Informationen über die Anlage und ihren Betrieb, radioaktive Emissionen, Störfälle, Betriebsunfälle usw. zu liefern.

## 6.2 Zielgruppenspezifischer Beratungsbedarf

Kommunikation gilt sowohl den Kernenergiekritikern als auch den Kernenergiebefürwortern als zentrales Instrument zur Durchsetzung ihrer Ziele. Potentiell besteht daher bei den Akteuren der Kontroverse ein großer Beratungsbedarf, wie die Kommunikation in der Kernenergiedebatte zu "verbessern" sei. Problematisch (für eine sich als unparteiisch verstehende Wissenschaft) ist jedoch, daß die Akteure der Kontroverse die Qualität der Kommunikation letztlich daran messen, ob der Kommunikationsprozeß zum gewünschten Ergebnis führt, und das ist für die eine Seite die Erhöhung der Kernenergieakzeptanz und für die andere Seite der Ausstieg aus der Kernenergienutzung. Vermutlich sind die impliziten Bewertungskriterien für eine "gute" Kommunikation bei den direkten Akteuren ergebnis- und nicht prozeßorientiert. Eine direkte Folge davon ist, daß die Kriterien für die Gestaltung der Kommunikationsprozesse nicht konsensfähig sein dürfen. Jeder möchte die Kommunikationsprozesse so gestalten, daß die Wahrscheinlichkeit steigt, daß "seine" Position

sich durchsetzt. Man muß also davon ausgehen, daß direkt betroffene Kontrahenten in der Kernenergiekontroverse aufgrund ihrer Interessenlage letztlich nicht an einer Verbesserung der Kommunikationsprozesse interessiert sind, sondern an einem "Sieg" ihrer Meinungsposition.

Um ihren jeweiligen Zielen näher zu kommen, sehen sich die Akteure durchaus ähnlichen Problemen gegenüber, wie z.B.

- wie stellt man sich selbst als kompetent und glaubwürdig dar,
- wie alarmiert, sensibilisiert und mobilisiert man die Öffentlichkeit im Hinblick auf die Risiken der Kernenergie bzw. eines Ausstiegs aus der Kernenergie,
- wie informiert man die Öffentlichkeit (wirkungsvolle Argumentationsstrategien, didaktische Umsetzung von komplexen Fakten usw.)<sup>34</sup> und
- wie gewinnt man Verbündete im Meinungskampf (angesehene Persönlichkeiten, Massenmedien).

Bei der Verfolgung dieser Ziele ist wissenschaftliche Beratung gefragt und dieser Bedarf stößt auch auf eine entsprechende Infrastruktur von wissenschaftlichen Meinungs- und Marktforschungs- sowie Beratungsunternehmen. Dabei gibt es noch deutliche Unterschiede in der Nutzung dieser Angebote durch die beiden Seiten der Kernenergiekontroverse, die durch unterschiedliche Professionalität, unterschiedliche "Kulturen" und unterschiedliche finanzielle Ressourcen begründet sind. Bislang nutzen - soweit bekannt - lediglich die Befürworter der Kernenergie die Angebote kommerzieller Institute und Public Relations Agenturen. Ein der ökologischen Bewegung nahestehendes - den ökologischen Forschungseinrichtungen entsprechendes - sozialwissenschaftliches Forschungsinstitut gibt es bislang nicht. Interessant ist aber, daß - trotz einiger Skepsis - von Seiten der ökologischen Bewegung vereinzelt durchaus Bedarf für sozialwissenschaftliche Beratung formuliert wird.<sup>35</sup> Erstaunlich wäre es daher keineswegs, wenn es demnächst zur Gründung einer alternativen PR-Agentur käme. Damit würde nur konsequent der Trend zu einer Professionalisierung der ökologischen Bewegung fortgesetzt, die im naturwissenschaftlich-technischen Bereich schon sehr weit fortgeschritten ist.

Für eine sozialwissenschaftliche Beratung, die sich nicht parteiisch für Public Relations Ziele einspannen lassen will, ist der "Markt" sehr viel enger. Als potentielle Interessenten (und Auftraggeber) für eine Forschung, die inhaltlich nicht parteiisch ist, sind lediglich solche Institutionen auszumachen, die einerseits als Akteure in der

---

<sup>34</sup> Beide Seiten gehen wie selbstverständlich davon aus, daß eine "wirklich" informierte Öffentlichkeit ihren Standpunkt teilen würde.

<sup>35</sup> Vgl. z.B. das ehemalige Greenpeace-Vorstandsmitglied Monika GRIEFAHN (1988, 37-47). Aber auch hier ist lediglich anwaltschaftliche Sozialforschung gefragt: "Das heißt, die Bürgerinitiativen wollen in der Regel keine langen sozialwissenschaftlichen Erklärungen, sondern sie wollen eigentlich - das ist ihr erklärtes Ziel - eine Handlungsänderung bei verantwortlichen Personen und Institutionen erreichen." (GRIEFAHN 1988, 38)

Kernenergiekontroverse beteiligt sind, im Hinblick auf das gewünschte Ergebnis dieser Kontroverse jedoch nicht festgelegt sind.

Zu denken wäre dabei beispielweise an Kommunen, auf deren Gebiet die Errichtung einer kerntechnischen Anlage geplant ist, und die ein erhebliches Interesse daran haben dürften, daß die zu erwartende Kontroverse von beiden Seiten fair ausgetragen wird. Auch für einzelne Teilspektre der Kernenergiekontroverse ist nicht auszuschließen, daß sich die Kontrahenten auf einen Kommunikationsrahmen einigen, wie es ja auch die Enquête-Kommission erfolgreich vorgeführt hat, und bei der Planung und Durchführung des Kommunikationsprozesses wissenschaftliche Hilfe in Anspruch nehmen wollen.

## Literatur

American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1989): *Science for all Americans: A project report on literacy goals in science, mathematics, and technology.* Washington, D.C.

BAERNS, B. (1985): *Öffentlichkeitsarbeit oder Journalismus? Zum Einfluß im Mediensystem.* Köln.

BECK, U. (1986): *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne.* Frankfurt, M.

BIJLSMA, J., van EIJDHOVEN, J. und TURKENBURG, W. (1988): *Experiences with public participation in decision-making concerning energy policy in the Netherlands.* In: *Bulletin of Science, Technology & Society*, 8, 4, 397-404.

BIRKHOFER, A. (1986): *Was leisten Risikostudien?* In: *Atomwirtschaft*, August/September, 440-445.

BIRKHOFER, A. (1989): *Nationale und internationale Sicherheitsforschung.* In: *Atomwirtschaft*, August/September, 430-435.

BOCHMANN, H.-P., (1983): *Gefahrenabwehr und Schadensvorsorge bei der Auslegung von Kernkraftwerken. Zur staatlichen Praxis der Sicherheitsbeurteilung.* In: *Atomwirtschaft*, Juli/August, 366-372.

BORSCH, P. (1989): *Gibt es radioaktive Strahlung?* In: *Atomwirtschaft*, April, 168.

BORSCH, P., MÜNCH, E. und PASCHKE, M. (1988): *Kerntechnik und Gesundheit. Eine Analyse vorgebrachter Behauptungen zur Wirkung ionisierender Strahlung aus kerntechnischen Anlagen auf Beschäftigte und Anwohner.* Essen.

CARBONELL, P. (1984): *Spätschäden durch Fallout- und Aktivierungsstrahlung der Atombomben auf Hiroshima und Nagasaki.* Bremen.

COHEN, B. (1983): *Nuclear Journalism: Lies, Damned Lies, and News Reports.* In: *Policy Review*, 26, 70-74.

COMBS B. und SLOVIC, P. (1979): *Newspaper coverage of causes of death.* In: *Journalism Quarterly*, 56, 4, 837-843, 849.

- CONRAD, J. und KREBSBACH-GNATH, C. (1980): Technologische Risiken und gesellschaftliche Konflikte. Politische Risikostrategien im Bereich der Kernenergie. Bericht für das Bundesministerium des Inneren, Battelle-Institut e.V., Frankfurt, Dezember 1980.
- CONRAD, J. (1987): Risiko und Ritual. Diskussionspapier des Forschungsschwerpunkts Umweltpolitik (IIUG) des Wissenschaftszentrums Berlin (WZB), IIUG dp 87-14.
- CONRAD, J. (1988): Riskante Technik oder riskante Politik: Restriktionen präventiver Umweltpolitik. In: Udo Ernst Simonis (Hrsg.): Lernen von der Umwelt - Lernen für die Umwelt. Theoretische Herausforderungen und praktische Probleme einer qualitativen Umweltpolitik. Berlin, 37-46.
- COVELLO, V.T., SANDMAN, P.M. und SLOVIC, P. (1988): Risk Communication, Risk Statistics, and Risk Comparisons: A Manual for plant managers. Chemical Manufacturers Association, Washington, D.C.
- COVELLO, V.T., VON WINTERFELDT, D. und SLOVIC, P. (1986): Communicating Scientific Information about Health and Environmental Risks: Problems and opportunities from a social and behavioral perspective. In: J.C. Davies, V.T. Covello und F.W. Allen (eds.); Risk Communication. Proceedings of the National Conference on Risk Communication, held in Washington, D.C., January 29-31, 1986, 109-134.
- DEL SESTO, DTEVEN L. (1983): Uses of knowledge and values in technical controversies: The case of nuclear reactor safety in the US. In: Social Studies of Science, 13, 3, 395-416.
- DEUTSCHES ATOMFORUM (1988): Jahresbericht 1987. Bonn 1988.
- DIERKES, M., PETERMANN, T. und VON THIENEN, V. (Hrsg.) (1984): Technik und Parlament. Technikfolgen-Abschätzung: Konzepte, Erfahrungen, Chancen. Berlin.
- DOUGLAS, M. und WILDAVSKY, A. (1982): Risk and Culture. Berkeley, CA.
- DOWNS, A. (1972): Up and down with ecology - the "issue-attention cycle". In: The Public Interest, 28, 38-50.
- DUBE, N. (1988): Die öffentliche Meinung zur Kernenergie in der Bundesrepublik 1955 - 1986. Eine Dokumentation. WZB paper, FS II 88-303, Veröffentlichungsreihe der Abteilung Normbildung und Umwelt des Forschungsschwerpunkts Technik-Arbeit-Umwelt des Wissenschaftszentrums Berlin für Sozialforschung.
- DUNWOODY, S. und NEUWIRTH, K. (1988): Coming to terms with the impact of communication on scientific and technological risk judgments. Paper prepared for the 1988 Symposium on Science Communication: Environmental and Health Research, 15-17 December 1988, Annenberg School of Communications, University of Southern California, Los Angeles.
- Deutsche Gesellschaft für die Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen (DWK) (1979): Rede - Gegenrede. Stellungnahmen der DWK zu Thesen der Kritiker. Hannover, Juni 1979.
- EVERS, A. und NOWOTNY, H. (1987): Über den Umgang mit Unsicherheit. Die Entdeckung der Gestaltbarkeit von Gesellschaft. Frankfurt, M.
- FISHLOCK, D. (1988): The rights and rights of nuclear energy. In: Atom, 385, November, 8-9.
- FREDERICHSS, G. und LOEBEN, M. (1978): Untersuchungen zur nuklearen Kontroverse. In: Atomwirtschaft, Juni, 294-297.

FRIEDMAN, S.M., GORNEY, C.M. und EGOLF, B.P. (1987): Reporting on Radiation: A Content Analysis of Chernobyl Coverage. In: *Journal of Communication*, 37, 3, 58-68.

GAMSON, W.A. und MODIGLIANI, A. (1989): Media discourse and public opinion on Nuclear Power: A constructionist approach. In: *American Journal of Sociology*, 95, 1, 1-37.

GRIEFAHN, M. (1988): Was erwartet die Gesellschaft von den Sozialwissenschaften? - Beispiel Bürgerinitiativen. In: Burckhard Wiebe (Hrsg.): *Zwischen Marktplatz und Elfenbeinturm - Gesellschaft und Sozialwissenschaften*. Berlin, 37-47.

Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) (1979): Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke. Eine Untersuchung zu dem durch Störfälle in Kernkraftwerke verursachten Risiko. Köln.

Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) (1989): Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke Phase B. Eine zusammenfassende Darstellung.

GESSENHARTER, W. und FRÖCHLING, H. (Hrsg.) (1989): Atomwirtschaft und Innere Sicherheit. Baden-Baden.

HÄCKEL, E. (1982): Sanktionen und Anreize eines Nichtverbreitungsregimes. In: Karl Kaiser und Franz J. Klein (Hrsg.): *Kernenergie ohne Atomwaffen. Energieversorgung und Friedenssicherung*. Bonn, 128-140.

HÄFELE, W. (1975): Hypotheziert und die neuen Herausforderungen - Kernenergie als Wegbereiter. In: *Zeitschrift für die gesamte Versicherungswissenschaft*, 4, 541-564.

HÄFELE, W. (1980): Stellungnahme zur Bewertung der energiepolitischen Handlungsmöglichkeiten und Empfehlungen zur Energiepolitik. In: *Zukünftige Kernenergie-Politik. Kriterien - Möglichkeiten - Empfehlungen. Bericht der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages, Teil I*. Bonn, 151-157.

HÄFELE, W. (1989a): Sicherheitstechnische Maßnahmen und Regeln im Bereich der Kerntechnik. Begriffliche Grundlagen und Ausgangspunkte. In: *Atomwirtschaft*, November, 518-526.

HÄFELE, W. (1989b): Nukleare und Nicht-Nukleare Stoffströme. In: *Atomwirtschaft*, Juli, 330-335.

HARTEL, W. (1988): Inertisierung und Druckentlastung des Sicherheitsbehälters. Maßnahmen zur Verbesserung des Notfallschutzes bei Siedewasserreaktoren. In: *Atomwirtschaft*, Juni, 288-292.

Graf HATZFELDT, H., HIRSCH, H. und KOLLERT, R. (Hrsg.) (1979): *Der Gorleben-Report. Un gewissheit und Gefahren der nuklearen Entsorgung*. Frankfurt, M.

HAUPTMANNS, U., HERTTRICH, M. und WERNER, W. (1987): *Technische Risiken: Ermittlung und Beurteilung*. Berlin.

HELD, M. (Hrsg.) (1986): *Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf. Befürworter und Kritiker im Gespräch. Beiträge und Ergebnisse eines wissenschaftlichen Kolloquiums vom 12. bis 14. Mai 1986, Evangelische Akademie Tutzing, München*.

HENNEN, L. und PETERS, H.P. (1990): "Tschernobyl" in der öffentlichen Meinung der Bundesrepublik Deutschland. Risikowahrnehmung, politische Einstellungen und Informationsbewertung. Forschungszentrum Jülich (JüL-Spez-551), Januar 1990.

- HENSSSEN, H. (1988): Der mögliche Beitrag der Kernenergie zur Entschärfung des CO<sub>2</sub> Problems. In: Jahrestagung Kerntechnik '88, Tagungsbericht, Bonn, 735-738.
- HEUSER, F.W. (1987): Risikountersuchungen zu Unfällen in Kernkraftwerken. In: Atomwirtschaft, Februar, 79-85.
- HICKEN, E. (1986): Reaktorsicherheit. In: Hans Michaelis (Hrsg.): Handbuch der Kernenergie, Band 2. Düsseldorf und Wien, 841-855.
- JUNGERMANN, H. (1976): Rationale Entscheidungen. Bern, Stuttgart und Wien
- JUNGK, R. (1977): Der Atomstaat. Vom Fortschritt in die Unmenschlichkeit. München.
- KAHNEMAN, D. und TVERSKY, A. (1979): Prospect theory: An analysis of decision under risk. In: Econometrica, 47, 263-291.
- KAISER, K. (1982): Grundprinzipien und Instrumente der Nichtverbreitungspolitik: Wie soll es weitergehen? In: Karl Kaiser und Franz J. Klein (Hrsg.): Kernenergie ohne Atomwaffen. Energieversorgung und Friedenssicherung. Bonn, 317-327.
- KARWAT, H. (1983): Das Wasserstoffproblem. In: Atomwirtschaft, April, 186-188
- KASPERSON, R., HOHENEMSER, C., KASPERSON, J.X. und KATES, R.W. (1982): Institutional Responses to Different Perceptions of Risk. In: Sills, David L.; Wolf, C.P.; Shelanski, Vivien B. (eds.): Accident at Three Mile Island: The Human Dimensions, Boulder, Colorado, 39-46.
- KECK, O. (1984a): Der schnelle Brüter. Ein Lehrstück für die Technologiepolitik. In: Politische Vierteljahresschrift, 25. Jg., 3, 296-315.
- KECK, O. (1984b): Der schnelle Brüter. Eine Fallstudie über Entscheidungsprozesse in der Großtechnik. Frankfurt und New York.
- KEENEY, R.L., RENN, O., VON WINTERFELDT, D. und KOTTE, U. (1984): Die Wertbaumanalyse. Entscheidungshilfe für die Politik. High Tech Verlag, München.
- KEENEY, R.L. und VON WINTERFELDT, D. (1986): Improving risk communication. In: Risk Analysis, 6, 4, 417-424.
- KEPPLINGER, H.M. (1988): Die Kernenergie in der Presse. Eine Analyse zum Einfluß subjektiver Faktoren auf die Konstruktion von Realität. In: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, 40. Jg., 4, 640-658.
- KEPPLINGER, H.M. (1989): Künstliche Horizonte. Folge, Darstellung und Akzeptanz von Technik in der Bundesrepublik. Frankfurt und New York.
- KÖBERLEIN, K. (1986): Risikoanalysen. In: Hans Michaelis (Hrsg.): Handbuch der Kernenergie, Band 2. Düsseldorf und Wien, 889-907.
- KÖBERLEIN, K. (o.J. (1987)): Sicherheitsanalysen im Lichte von TMI und Tschernobyl. In: Kernkraftwerke - Risikountersuchungen, Sicherheitsanalysen. Reaktorunfälle. Nr. 23 der Reihe atw-Broschüren "Kernenergie und Umwelt", 22-40.
- KÖCHER R. (1988): Die Herrschaft der Ideologie. Manuskrift eines Vortrags auf der Jahrestagung Kerntechnik '88 in Travemünde.
- KOLLERT, R. (1991): 0,01 Strahlentote pro Jahr. Zum Risikobegriff der nuklearen Risikostudien. In: G. Bechmann (Hg.), Risiko und Gesellschaft, Opladen, Westdeutscher Verlag.

- KRAUSE, F., BOSSEL, H. und MÜLLER-REISSMANN, K.F. (1980): Energiewende - Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran. Frankfurt.
- KREUSCH, J. und HIRSCH, H. (1984): Sicherheitsprobleme der Endlagerung radioaktiver Abfälle im Salz. Beschreibung der Konzepte, Mängel und Grenzen von Sicherheitsanalysen. Diskussion von Schutzz Zielen und Kriterien. Hannover.
- KRÜGER, W. (1988): "Risiko" oder "Risiken"? Zum sicherheitswissenschaftlichen Risiko-Begriff. Proceedings des IX. Internationalen Sommer-Symposion der Gesellschaft für Sicherheitswissenschaft, 26.-28. September 1988 in Mainz, 175-188.
- KUCZERA, B. und WILHELM, J. (1989): Druckentlastungseinrichtungen für LWR-Sicherheitsbehälter. In: Atomwirtschaft, März, 129-133.
- LICHTENSTEIN, S., SLOVIC, P., FISCHHOFF, B., LAYMAN, M. und COMBS, B. (1978): Judged frequency of lethal events. In: Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 4, 6, 551-578.
- LUHMANN, N. (1970): Öffentliche Meinung. In: Politische Vierteljahrsschrift, 11. Jg., 2-28.
- LUHMANN, N. (1986a): Die Welt als Wille ohne Vorstellung. In: Die politische Meinung, 229, 18-21.
- LUHMANN, N. (1986b): Ökologische Kommunikation. Kann die moderne Gesellschaft sich auf ökologische Gefährdungen einstellen? Opladen.
- MARTH, W. (1985): Die zweite nukleare Ära. Gedanken zu einer "Neuen Welle in den USA". In: Atomwirtschaft, März, 135-136.
- MAYINGER, F. und BIRKHOFER, A. (1988): Neuere Entwicklungen in der Sicherheitsforschung und Sicherheitstechnik. In: Atomwirtschaft, August/September, 426-434.
- MAZUR, A. (1973): Disputes between experts. In: Minerva, 11, 243-262.
- MAZUR, A. (1984): Media influences on public attitudes toward nuclear power. In: Freudenburg, William R.; Rosa, Eugene A. (eds.): Public Reactions to Nuclear Power: Are There Critical Masses?, Boulder, Col., 97-114.
- MAZUR, A. (1985): Bias in Risk-Benefit Analysis. In: Technology in Society, 7, 1, 25-30.
- MAZUR, A. (1990): Nuclear Power, Chemical Hazards, and the Quantity-of-Coverage Theory of Media Effects. Manuscript (erscheint in Minerva).
- MEMMERT, G. (1982): Möglichkeiten und Grenzen der Risikoanalyse. In: Erwin Münch, Ordwin Renn, Thomas Roser (Hrsg.): Technik auf dem Prüfstand, Essen, 22-30.
- MERTEN, K. (1973): Aktualität und Publizität. Zur Kritik der Publizistikwissenschaft. In: Publizistik, 18. Jg., 216-235.
- MERTEN, K., PETERS, H.P. und KLOSSE, K. (1990): Risk Information on the Chernobyl disaster in West German mass media. Paper presented at the 12th World Congress of Sociology, Madrid, July 9-13, 1990.
- MEYER-ABICH, K.M. (1979): Soziale Verträglichkeit - ein Kriterium zur Beurteilung alternativer Energieversorgungssysteme. In: Evangelische Theologie, 39. Jg., 1, 38ff.

- MEYER-ABICH, K.M. (1984): Zum Begriff einer Praktischen Philosophie der Natur. In: Klaus M. Meyer-Abich (Hrsg.): Frieden mit der Natur. Freiburg, Basel und Wien, 237-261.
- MEYER-ABICH, K.M. (1986): Technische und soziale Sicherheit: Lehren aus den Risiken der Atomenerglenutzung. In: Aus Politik und Zeitgeschichte. Beilage zur Wochenzeitung Das Parlament, B 32/86, 9. August 1986, 19-33.
- MEYER-ABICH, K.M. und SCHEFOLD, B. (1981): Wie möchten wir in Zukunft leben? Der "harte" und der "sanfte" Weg. München.
- MEYER-ABICH, K.M. und SCHEFOLD, B. (1986): Die Grenzen der Atomwirtschaft. Die Zukunft von Energie, Wirtschaft und Gesellschaft. München.
- MILLAR, R. und WYNNE, B. (1988): Public understanding of science: From contents to processes. In: International Journal of Science Education, 10, 4, 388-398.
- MÜNCH, E. (Hrsg.) (1983): Tatsachen über Kernenergie. Essen.
- MÜNCH, E. und BORSCH, P. (1977): Gibt es eine wissenschaftliche Kernenergie-Kontroverse? In: Atomwirtschaft, Januar, 27-32.
- MÜLLER, C. (1989): Nuclear Energy Coverage: The influence of the Chernobyl accident in the West German and French press. Paper presented at the 39th Annual Conference of the International Communication Association, May 25-29, 1989 at San Francisco.
- NASCHOLD, F. (1987): Technologiefolgenabschätzung und -bewertung: Entwicklungen, Kontroversen, Perspektiven. WZB-discussion papers, IIVG/dp87-230, Berlin, Dezember 1987.
- NEIJENS, P. (1987): The Choice Questionnaire. Design and evaluation of an instrument for collecting informed opinions of a population. Amsterdam.
- NELKIN, D. und POLLAK, M. (1981): A pregnant pause: The european response to the Three Mile Island accident. In: Annals New York Academy of Sciences, 365, 186-195.
- NOELLE-NEUMANN, E. und DONSBACH, W. (1987): Selective exposure to newspaper Content. Paper presented in the Non-Divisional Session "German Studies on the Effects of Mass Communication" at the 37th Annual Conference of the International Communication Association, May 21-25, 1987, Montreal, Canada.
- NOVY, M. (1987): Untersuchungen über Formen der Bewältigung des Problems der Radioaktivität. Unveröffentlichte Diplomarbeit für das Fach Psychologie an der Universität zu Köln, Juli 1987.
- NOWOTNY, H. (1980): Experten in einem Partizipationsversuch. Die Österreichische Kernenergiedebatte. In: Soziale Welt, 31. Jg., 4, 442-458.
- U.S. Nuclear Regulatory Commission (NUREG) (1975): Reactor safety study: An assessment of accident risks in U.S. commercial nuclear power plants. Washington, D.C.
- ÖKO-INSTITUT (1983): Risikountersuchungen zu Leichtwasserreaktoren. Öko-Bericht 24, Freiburg.
- ÖKO-INSTITUT (1986): Qualitative und soweit möglich quantitative Abschätzung der kurz- und langfristigen Wirkungen eines Aussfalls aus der Kernenergie. Gutachten im Auftrage des Bundesministeriums für Wirtschaft, August 1986.

PASCHEN, H., GRESSER, K. und CONRAD, F. (1978): Technology Assessment - Technologiefolgenabschätzung. Frankfurt und New York.

PERROW, C. (1984): Normal accidents. Living with high-risk technologies. New York.

PETERS, H.P. (1990): Durch Risiko-Kommunikation zur Technikakzeptanz? Die Konstruktion von Risiko"wirklichkeiten" durch Experten, Gegenexperten und Öffentlichkeit. Beitrag zum Symposium "Technikakzeptanz und Medien. Über Risiko-Kommunikation und Kommunikationsrisiken" am 28.-29. Mai 1990 im Wissenschaftszentrum Berlin (Tagungsbericht in Vorbereitung).

PETERS, H.P., ALBRECHT, G., HENNEN L. und STEGELMANN, H.U. (1987): Die Reaktionen der Bevölkerung auf die Ereignisse in Tschernobyl. Ergebnisse einer Befragung. In: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, 39. Jg., 4, 764-782.

PETROLL, M. (1986): Innenweltverschmutzung oder Kernenergie und Waldsterben. Anatomie einer Kampagne. Deutsches Atomforum, Bonn.

PETROLL, M. (1989): Statistisch bewiesen... Die Rolle von Statistiken in der Kernenergielobby. In: Siemens-Zeitschrift, 4, 42-45.

PLOUGH, A. und KRIMSKY, S. (1987): The emergence of risk communication studies: Social and political context. In: Science, Technology & Human Values, 12, 3-4, 4-10.

PORTER, A. u.a. (1980): A Guidebook for Technology Assessment and Impact Analysis. New York, Amsterdam und Oxford.

RADKAU, J. (1989): Sicherheitsphilosophien in der Geschichte der bundesdeutschen Atomwirtschaft. In: Wolfgang Gessenharter und Helmut Fröhling (Hrsg.): Atomwirtschaft und Innere Sicherheit. Baden-Baden, 91-106.

RAGER, G. (1987): Kommentar ohne Meinung. In: Journalist, 10, 36-38.

RANDL, R.-P. (1989): Safeguards-Ziele, Ergebnisse und Grenzen der internationalen Überwachung. In: Atomwirtschaft, Januar, 33-37.

RENN, O. (1980): Die sanfte Revolution. Zukunft ohne Zwang? Essen

RENN, O. (1982): Technikfolgen und Sozialverträglichkeit. Ein Vorschlag zur Quantifizierung von mehrdimensionalen Risiken. In: Zeitschrift für Energiewirtschaft, 3, 174-186.

RENN, O. (1984): Risikowahrnehmung der Kernenergie. Frankfurt und New York.

RENN, O., ALBRECHT, G., KOTTE, U., PETERS H.P. und STEGELMANN, H.U. (1985): Sozialverträgliche Energiepolitik. Ein Gutachten für die Bundesregierung. High Tech Verlag, München.

RÖTHLEIN, B. (1978): Kernenergie, ein Thema der öffentlichen Meinung. Beschreibung und Analyse eines Kommunikationsprozesses. Dissertation an der Philosophischen Fakultät der Universität München.

ROSSNAGEL, A. (1983): Bedroht die Kernenergie unsere Freiheit. München.

ROSSNAGEL, A. (Hrsg.) (1984): Recht und Technik im Spannungsfeld der Kernenergiekontroverse. Opladen.

- RUBIN, D.M. (1987): How the news media reported on Three Mile Island and Chernobyl. In: *Journal of Communication*, 37, 3, 42-57.
- RUCHT, D. (1988): Gegenöffentlichkeit und Gegenexperten: Zur Institutionalisierung des Widerspruchs in Politik und Recht. In: *Zeitschrift für Rechtssoziologie*, 9. Jg., 2, 44-49.
- SANDMAN, P.M. (1988): Hazard versus outrage: A conceptual frame for describing public perception of risk. In: Helmut Jungermann, Roger E. Kasperson und Peter M. Wiedemann (Hg.): *Risk Communication*. Kernforschungsanlage Jülich GmbH, 163-168.
- SAPOLSKY, H. (1968): Science, voters, and the fluoridation controversy. In: *Science*, 162, 427.
- SCHEER, J., HIRSCH, H., PAUL, R., WEIDMANN, B., PELSTER, M. und WALLENSCHUS, M. (1986): Atomkraft am Ende? Göttingen.
- SCHEUCH, E.K. (1980): Umweltschutz als Vehikel für Kulturkritik. Der Kampf gegen Kernkraft als Stellvertreter-Konfliktstoff. In: H. Michaelis (Hg.): *Existenzfrage: Energie. Die Antwort: Kernenergie*, Düsseldorf und Wien, 270-296.
- SCHMIDT-KÜSTER, W.-J. und POPP, M. (1977): Kernenergie-Diskussion im Wandel. Die nukleare Kontroverse hat sich verlagert. Kernenergie und Öffentlichkeit, Nr. 9 der Reihe atw-Broschüren "Kernenergie und Umwelt".
- SHORTREED, J.H. und STEWART, A. (1988): Risk assessment and legislation. In: *Journal of Hazardous Materials*, 20, 315-334.
- SIEKER, E. (Hrsg.) (1986): Tschernobyl und die Folgen. Fakten - Analysen - Ratschläge. Bornheim-Merten.
- SINGER, E. und ENDRENY, P. (1987): Reporting hazards: Their benefits and costs. In: *Journal of Communication*, 37, 3, 10-26.
- SLOVIC, P., FISCHHOFF, B. und LICHTENSTEIN, S. (1985): Rating the Risks: The Structure of Expert and Lay Perceptions. In: Vincent T. Covello, Jeryl L. Mumpower, Pieter J.M. Stallen und V.R.R. Uppuluri (eds.): *Environmental impact assessment, technology assessment, and risk analysis. Contributions from the Psychological and Decision Sciences*. Berlin und Heidelberg, 131-156.
- SLOVIC, P., FISCHHOFF, B. und LICHTENSTEIN, S. (1986): Informing the public about the risks from ionizing radiation. In: *Health Physics*, 41, 4, 589-598.
- STERNGlass, E.J. (1980): Infant mortality changes following the Three Mile Island accident. Paper presented at the 5th World Congress of Engineers and Architects, Tel Aviv, Januar 1980.
- TEICHERT, W. (1987): Tschernobyl in den Medien. Ergebnisse und Hypothesen zur Tschernobyl-Berichterstattung. In: *Rundfunk und Fernsehen*, 35. Jg., 2, 185-204.
- TVERSKY, A. und KAHNEMAN, D. (1973): Availability: A heuristic for judging frequency and probability. In: *Cognitive Psychology*, 4, 207-232.
- VANSLYKE TURK, J. (1986): Public relations' influence on the news. In: *Newspaper Research Journal*, 7, 4, 15-27.
- VESELY, W.E. und RASMUSON, D.M. (1984): Uncertainties in nuclear probabilistic risk analyses. In: *Risk Analysis*, 4, 4, 313-322.

- VOSS, A. (Hrsg.) (1987): Perspektiven der Energieversorgung. Möglichkeiten der Umstrukturierung der Energieversorgung Baden-Württembergs unter besonderer Berücksichtigung der Stromversorgung . Gutachten im Auftrag der Landesregierung von Baden-Württemberg, Stuttgart, November 1987.
- VOWE, G. (1986): Wissen, Interesse und Macht. Zur Technikgestaltung durch Enquete-Kommissionen. In: Zeitschrift für Parlamentsfragen, 17. Jg., 4, 557-568.
- WEINBERG, A.M. (1972a): Science and trans-science. In: Minerva, 10, 2, 209-222.
- WEINBERG, A.M. (1972b): Social institutions and nuclear energy. In: Science, 177, 27-34..
- WEINGART, P. (1983): Verwissenschaftlichung der Gesellschaft - Politisierung der Wissenschaft. In: Zeitschrift für Soziologie, 12. Jg., 3, 225-241.
- WEINSTEIN, N.D., SANDMAN, P.M. und ROBERTS, Nancy E. (1989): Communicating effectively about risk magnitudes. EPA Risk Communication Series (EPA 230/08-89-064), August 1989.
- WYNNE, B. (1988): Unruly technology: Practical rules, impractical discourses and public understanding. In: Social Studies of Science, 18, 147-167.

# Risiko-Kommunikation: Chemie

Hans Joachim Uth (Umweltbundesamt Berlin)

---

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>150</b>
1.1	Risikobegriffe in der Chemie	150
1.2	Umgang mit Risiken	152
2.	Chemiegefahren	153
2.1	Immissionsrelevante Industrieanlagen	154
2.2	Gefährliche Produkte	161
2.3	Gefahren durch den Transport von Gefahrstoffen	163
2.4	Gefahren durch Reststoffe	164
2.5	Indirekte Gefahren durch Chemie	166
3.	<b>Risikoschwerpunkte</b>	<b>170</b>
3.1	Risiken bei Chemieanlagen und Lägern	170
3.2	Risiken bei der Reststoffentsorgung	173
3.3	Risiken beim Gefahrguttransport	174
3.4	Risiken durch chemische Produkte	175
3.5	Risiken durch globale Verschmutzung	175
4.	<b>Risikokommunikation</b>	<b>176</b>
4.1	An der Risikokommunikation beteiligte Gruppen und Ihre Standpunkte	176
4.1.1	Genehmigungsverfahren und Öffentlichkeitsbeteiligung	176
4.1.2	Gefahrguttransport	179
4.1.3	Verbraucherschutz und Verbraucheraufklärung	179
4.1.4	Globale Umweltwirkungen	182
4.2	Ursachen der Kontroverse und Lösungsansätze	182
4.2.1	Informationsdefizite	183
4.2.2	Kommunikationsbedingungen	185
4.2.3	Wertvorstellungen, Chemiepolitik	185
4.2.4	Lösungsansätze	186
5.	<b>Risikokommunikation in der Europäischen Gemeinschaft und den USA</b>	<b>188</b>
6.	<b>Zusammenfassende Empfehlung</b>	<b>190</b>
	Tabellen und Bilder	194
	Literatur	203

---

## **1. Einleitung**

Chemische Produkte sind in einer entwickelten Industriegesellschaft ubiquitär. Rund 70.000 chemische Stoffe werden in der Bundesrepublik Deutschland in den verschiedensten Branchen der Volkswirtschaft angewendet. 1987 wurden rund 30 Mio t Chemikalien produziert und verbraucht. Chemische Stoffe erscheinen als Baustoffe, Verpackungsmaterialien, Düngemittel, Arzneimittel, Kosmetika, Nahrungsmittelzusätze, Energieträger und nicht zuletzt als Verunreinigungen der Umweltmedien Luft, Wasser und Boden, die die Lebensgrundlage der Menschen darstellen. Chemische Stoffe sind nicht immer harmlos. Von rund 10 % der im Umlauf befindlichen Stoffe vermutet man ein Gefahrenpotential für Mensch und / oder Umwelt. Von diesen Stoffen gehen Risiken aus. Um mit Risiken umzugehen, muß man sich ihrer bewußt sein. Dazu muß über Risiken informiert werden. Art und Weise der Information, sowie die Bedingungen, unter denen sie erfolgt, sind entscheidend für die Bildung des Risikobewußtseins. Diese Vorgänge sind Untersuchungsgegenstand der Risiko-Kommunikation /1/.<sup>36</sup> Selbst die vollständige Kenntnis aller Risiken der Chemie reduziert diese nicht. So lange chemische Stoffe mit Gefahrenpotential vorhanden sind, bestehen diese fort. Das Wissen über die Risiken kann die Gefahren durch chemische Stoffe nicht beseitigen, aber einen Beitrag leisten, verantwortungsbewußt und realistisch mit ihnen umzugehen. Die Auseinandersetzung mit Risiko und Nutzen der Chemie ist Gegenstand eines gesellschaftlichen Wertungsprozesses. Dieser findet vor dem Hintergrund handfester Interessengegensätze der beteiligten Gruppen statt. Die Optimierung der Risiko-Kommunikation wird diese Gegensätze nicht aus der Welt schaffen, aber zur Verdeutlichung der Standpunkte und Problemlagen beitragen können. Dies erscheint vor dem Hintergrund der recht komplexen Vernetzung der Chemie in nahezu allen Bereichen der Volkswirtschaft eine hilfreiche und notwendige Aufgabe zu sein.

### **1.1 Risikobegriffe in der Chemie**

Das Risiko in der Chemie wird uneinheitlich definiert. Grob können zwei Bereiche unterschieden werden:

1. Risiken für die Gesundheit von Menschen oder der Umwelt durch die Einwirkung chemischer Stoffe (biologisches Risiko),
2. Risiko für Immissionen aus dem Betrieb chemischer Anlagen oder aus der Verwendung chemischer Produkte (technisches Risiko).

Risiko allgemein setzt sich aus den Elementen "Schaden" und "Eintrittshäufigkeit" zusammen. Beim *biologischen Risiko* werden diese Elemente wie folgt gefaßt: Das Element "Schaden" wird einer definierten Wirkung gleichgesetzt, z.B. Auslösung eines Krebsgeschehens durch einen chemischen Stoff. Das Element "Eintrittshäufigkeit" wird gefaßt als Wahrscheinlichkeit, mit der die Wirkung in einer exponierten

---

<sup>36</sup> In diesem Beitrag wird wegen der spezifischen Art der einschlägigen Literatur auf die jeweiligen Quellen mit Ziffern verwiesen.

biologischen Population auftritt. Das Risiko z.B. durch Exposition mit einem chemischen Stoff an Krebs zu erkranken, ist in einer biologischen Population statistisch verteilt. Dabei ist zu beachten (Beispiel Mensch):

- der gesundheitliche Grundstatus des Kollektivs,
- Risikogruppen (z.B. Alte, Säuglinge, Schwangere),
- Wirkungskombinationen von mehreren Schadstoffen (Synergismen, Antagonismen).

Beim *technischen Risiko* werden die Elemente "Schaden" und "Eintrittshäufigkeit" wie folgt gefaßt:

Unter "Schaden" wird der Tod oder Gesundheitsbeträchtigungen von Menschen, Tieren oder eine nachhaltige Störung des Naturhaushaltes verstanden. Für die Umreißung des Schadensbegriffs ist notwendig abzugrenzen /2/:

- Art des Schadens,
- Ausmaß des Schadens,
- Kreis der möglicherweise Betroffenen, Festlegung des Einwirkungsbereichs,
- Zeitraum der Gefährdung.

Schäden sind in der Regel nicht leicht zu quantifizieren, da insbesondere bei Umweltschäden oder Gesundheitsschäden unterhalb der Schwelle "Tod" oder "Verletzung" klare Abgrenzungskriterien fehlen. Die Feststellung, ab wann Wirkungen verursacht durch Schadstoffe auch Schäden darstellen, ist eine Frage der gesellschaftlichen Wertung /3b/.

Die "Eintrittshäufigkeit" bezieht sich auf die Wahrscheinlichkeit, mit der die schadensverursachende Noxe auf das Schutzobjekt einwirkt. Im Fall von Schäden durch die Einwirkung von Chemikalien, ist es die Wahrscheinlichkeit einer Immision (Konzentration und zeitlicher Verlauf) der Schadstoffe am Wirkort.

Der Schadensbegriff des technischen Risikos schließt das "biologische Risiko" ein, da bei der Beurteilung des Risikos z.B. einer Chemieanlage, in der gefährliche Stoffe gehandhabt werden, die Wirkungen der Stoffe bei einer zufallsbedingten Freisetzung auf die zu betrachtende Population mit beachtet werden müssen. Insgesamt ist bei einer derartigen Risikobetrachtung der gesamte Einwirkungspfad der chemischen Stoffe in einem Risikoszenarium zugrunde zu legen. Betrachtet werden muß hierbei insbesondere:

- Eintrittswahrscheinlichkeit für die Emission,
- Art und Ausmaß der Emissionen,
- Bedingungen der Ausbreitung der Stoffe (Transmission),
- Art und Ausmaß der Immission,
- Wirkung auf das Schutzobjekt (biologisches Risiko).

Emissionen von chemischen Stoffen können an allen Stationen des Stoffkreislaufs, z.B. Rohstoffgewinnung, Chemische Industrie, Transport gefährlicher Güter, Produkte der Chemischen Industrie oder Entsorgung von Chemikalien vorkommen. Art und Ausmaß dieser Emissionen sind im Einzelfall zu untersuchen und ihre Konse-

quenzen auf Mensch und Umwelt zu analysieren. Für diese Vorgehensweise sind eine Reihe von Methoden entwickelt worden. Übersicht in /5/.

Die Ausbreitung von Schadstoffen erfolgt im wesentlichen über die Umweltmedien Luft und Wasser. Über diese Medien können sie direkt an die Schutzobjekte (Mensch, Tier, Pflanze, Ökosystem) gelangen.

Ein indirekter Ausbreitungspfad von Schadstoffen stellen auch Produkte, die Schadstoffe als Verunreinigungen enthalten, dar. Wege der Aufnahme von Schadstoffen in den menschlichen Organismus können über die Kleidung (Hautkontakt), die Nahrungskette (Schadstoffe in Nahrungsmitteln, Trinkwasser) oder Bedarfsgegenstände und Kosmetika darstellen. Über die spezifischen Bedingungen der Ausbreitung definieren sich bei gegebenen Emissionen die Immissionsbelastungen. Die Konzentration und deren zeitlicher Verlauf sind entscheidende Einflußgrößen für die Wirkungen auf die Schutzobjekte. Die Wirkung selbst ist der biologischen Varianz der Population unterworfen (biologisches Risiko).

## 1.2 Umgang mit Risiken

Die Tatsache, daß der gesellschaftliche Produktions- und Reproduktionsprozeß mit Risiken behaftet ist, hat eine umfangreiche Literatur zum Themenkomplex des Umgangs mit diesen Risiken hervorgebracht. Dabei kann festgestellt werden, daß die "Risikolandschaft" sich mit fortschreitendem wissenschaftlich-technischem Fortschritt ständig verändert /9/. Daraus ergibt sich die Konsequenz, daß Risiken in unterschiedlichster Form auf das Individuum, auf bestimmte Gruppen oder die gesamte Gesellschaft wirken. Aus dieser Erkenntnis haben sich verschiedene Ansätze der Risikosteuerung (risk management) entwickelt /8, 11/. Voraussetzung für eine Risikosteuerung sind:

- die Kenntnis der Risiken,
- der Konsensus über zumutbare Risiken,
- die Perzeption der Risiken durch die Betroffenen.

Die Risiko-Kommunikation hat in allen drei Bereichen eine wichtige Funktion.

- die Risikoanalyse (Was kann passieren?) liefert die Kenntnis der Risiken /10/ ,
- die Risikobewertung (Was darf passieren?) orientiert sich an dem Konsensus, was zugemutet werden darf /4/ ,
- die Risikoperzeption gibt Auskünfte über die individuelle Bewertung des Risikos.

Letztere Größe ist stark abhängig von der Wechselwirkung der Gefahr mit dem Individuum. Folgende Faktoren spielen dabei eine entscheidende Rolle:

- Freiwilligkeit
- Kontrollierbarkeit
- Vertrautheit

Risiken werden am ehesten akzeptiert, wenn das Individuum sich dem Risiko freiwillig aussetzt, die Gefahr vertraut ist und die Situation kontrollierbar erscheint.

Durch die individuell unterschiedliche Perzeption von Risiken ergibt sich eine Differenz zwischen dem von Experten abgeschätzten Risiko und dem vom potentiell Betroffenen empfundenen Risiko. Diese Differenz wird als Risikoaversjon bezeichnet /7/. Die Größe dieser Differenz ist von den o. g. Faktoren abhängig. Risikosteuerung muß, da sie den gesellschaftlichen Konsensus über Risiken berücksichtigt, zu einem gewissen Grad das empfundene Risiko zur Richtspur des Handelns machen. Um nun zu einem (volkswirtschaftlich) vertretbaren Aufwand bei der Reduzierung der Risiken zu kommen, sollte von den Möglichkeiten einer optimalen Risiko-Kommunikation Gebrauch gemacht werden. Risiko-Kommunikation könnte dazu beitragen, zu einer Minimierung des Aversionsfaktors zu kommen. Risiken der Chemie sind hinsichtlich ihrer Freiwilligkeit, Kontrollierbarkeit und Vertrautheit sehr vielfältig zusammengesetzt. Eine globale Luftverschmutzung ist weder freiwillig, noch kann sie durch das Individuum kontrolliert werden, ein gefährlicher Arbeitsstoff dagegen kann vertraut sein und in seiner Anwendung kontrolliert werden.

Um die Chancen der Risiko-Kommunikation im Bereich der Chemie voll auszunutzen ist es notwendig, neben der Charakterisierung der spezifischen Risiken der Chemie auch Art und Ausmaß der Konfrontation des Menschen mit chemischen Wirkungen direkter und indirekter Art zu beschreiben. Der Rahmen der Studie läßt hier nur Pointierungen zu. Im folgenden werden die Quellen der chemischen Noxen und ihre Wirkungen auf die Schutzobjekte Mensch und Umwelt skizziert. Der Studie liegt ein anthropozentrischer Ansatz zu Grunde, der Mensch ist Mittelpunkt, Wirkungen auf seine Umwelt werden als indirekte Einflüsse dargestellt und bewertet.

## 2. Chemiegefahren

Chemische Stoffe werden in nahezu allen Bereichen der gesellschaftlichen Warenproduktion und Verteilung eingesetzt. Somit kommt ein Großteil der Bevölkerung an den verschiedensten Stellen mit Chemikalien in Berührung.

Hauptlieferant der Chemikalien ist die Chemische Industrie. Mit einem Umsatz von rund 171 Mrd DM (11 % des in der Bundesrepublik Deutschland 1987 erzielten Gesamtumsatzes der Industrie) und einer Beschäftigung von rd. 600.000 Arbeitnehmern, ist die Chemische Industrie ein bedeutender Wirtschaftsfaktor. 1987 wurden insgesamt rd. 30 Mio t chemischer Produkte erzeugt und verbraucht /22, 72/.

Die Hauptanwendungsbereiche, in die chemische Produkte gehen, zeigt die Übersicht in Tabelle 1 ("Gefährliche Stoffe").

Chemische Stoffe können für Mensch und Umwelt gefährlich sein. Dabei wird das Gefahrenpotential bestimmt durch die spezifischen Eigenschaften der Stoffe sowie den Bedingungen unter denen sie auf Menschen oder Umwelt einwirken. Bezogen auf den Menschen können zwei Hauptgenschaftsgruppen für Gesundheitsgefahren angegeben werden:

- Gefahren durch Brand/Explosionen,
- Toxische Gefahren.

Die Wirkung auf die Gesundheit der Menschen durch das Brand- oder Explosionspotential kann durch Wärmestrahlung, Explosionsdruckwirkung oder Trümmerwurf erfolgen. Die toxische Wirkung ist vom Einwirkungspfad, der Konzentration und der Dauer der Einwirkung, vom gesundheitlichen Zustand des Menschen und den spezifischen Eigenschaften des Stoffes abhängig. Toxische- und Brand- bzw. Explosionswirkungen können in einem Ereignis synergistisch zusammenwirken (z.B. Wärmestrahlung und toxische Brandgase).

Von den ca. 4 - 5 Mio bekannten chemischen Verbindungen werden ca. 70.000 in der Bundesrepublik Deutschland in Gewerbe und Industrie verwendet. Von größerer industrieller Bedeutung sind etwa 10.000 Stoffe. Nach Schätzungen der OECD sind ca. 5 - 10 % dieser Stoffe mit einem toxischen Gefahrenpotential für Mensch und Umwelt versehen /13/. Für nur einen Bruchteil dieser Stoffe liegen ausreichende Informationen zu Beurteilung ihrer Wirkungen auf den Menschen und insbesondere die Umwelt vor /14/. Über den Anteil von brand- und explosionsgefährlichen Stoffen liegen keine genauen Angaben vor. Fest steht jedoch, daß brand- und explosionsgefährliche Stoffe mengenmäßig den Hauptanteil aller produzierten Chemikalien mit einem Gefahrenpotential ausmachen. Explosionsgefährlich können auch andere brennbare Stoffe, die nicht zu dem Bereich der Chemikalien gerechnet werden, sein. Beispiele hierfür sind brennbare Stäube wie Mehl und Zucker.

## 2.1 Immissionsrelevante Industrieanlagen

In der Bundesrepublik Deutschland werden rd. 50.000 Anlagen betrieben, die geeignet sind nachteilige Umwelteinwirkungen hervorzurufen. In ca. der Hälfte der Anlagen wird angenommen, daß mit chemischen Stoffen in größerem Umfang umgegangen wird (im Bereich der Chemischen Industrie wurden 1987 1163 Betriebe registriert, in denen aber in der Regel mehrere Anlagen nebeneinander betrieben werden). Von diesen Anlagen gehen Emissionen aus. Abb. 1 zeigt die Emittentenstruktur für das Umweltmedium Luft, Abb. 2 die Emittentenstruktur für Wasser. Den Abbildungen sind auch die Zuordnung der Hauptschadstoffe zu den Quellbereichen zu entnehmen (Bewertung siehe unten).

Gefährliche Industrieanlagen unterliegen in der Bundesrepublik der Störfallverordnung (12. BlmSchV) /20/. 1988 wurde die Störfallverordnung novelliert und ihr Geltungsbereich ausgedehnt. Es wird mit ca. 4000 - 5000 Anlagen gerechnet, die der Verordnung unterliegen, (nähere statistische Angaben vgl. /24/). Die Auswertung der Daten (Stand 1987) zeigt etwa folgendes Bild:

Für 90 % der Anlagen mußten detaillierte Sicherheitsanalysen angefertigt werden, 10 % wurden auf Grund geringer Mengen an gefährlichen Stoffen von der Erstellung der Sicherheitsanalyse befreit. 1 % aller gemeldeten Anlagen unterliegen der Verordnung, weil gefährliche Stoffe erst im Störfall entstehen können ("Seveso-Fall"), die überwiegende Anzahl der Anlagen enthalten die gefährlichen Stoffe bereits im bestimmungsgemäßen Betrieb. 95 % aller gemeldeten Anlagen beziehen sich auf die chemische und mineralölverarbeitende Industrie sowie auf Großlager für brennbare Gase und entzündliche Flüssigkeiten (Abb. 3).

Rund ein Drittel aller Anlagen unterliegen der Verordnung aufgrund ihres Inventars an entzündlichen Flüssigkeiten oder brennbaren Gasen. Von diesen Anlagen können vorwiegend Brand und Explosionsgefahren ausgehen. Insbesondere durch die Kombination von brandgefährlichen mit toxischen Stoffen in Anlagen der Chemischen Industrie und der Mineralölindustrie, können gefahrenerhöhende Momente auftreten /26/. In störfallrelevanten Anlagen der Chemischen Industrie sind die häufigsten Stoffe:

- Chlor (14 %),
- Schwefelwasserstoff (11 %),
- Brom (8 %),
- Alkalizyanide (7 %).

Ein Maß für das Gefahrenpotential sind die verwendeten Mengen. Sie lassen sich in bezug auf das toxische Potential auf rund 30.000 t, für das brand- und explosionsgefährliche Potential auf ca. 30 Mio t abschätzen. Zur Beurteilung der Höhe des Gefahrenpotentials ist die Analyse der in den Anlagen tatsächlich gehandhabten Mengen von entscheidender Bedeutung. Als Maßstab kann dabei auf die im Regelwerk der Störfallverordnung festgelegten Mengenschwellen /27/ zurückgegriffen werden. Eine Gefahr für die Nachbarschaft ist immer dann nicht auszuschließen, wenn die sogenannte Mengenschwelle B überschritten wird /28/. Die statistische Auswertung in bezug auf die durchschnittlichen Inventare in den Anlagen zeigt, daß die Mengenschwelle B bei einigen Stoffen bis um das 500-fache überschritten wird /24/. Dies stellt definitionsgemäß ein erhebliches Gefahrenpotential dar, das bei der Risikobeurteilung berücksichtigt werden muß.

Die Analyse der räumlichen Verteilung zeigt, daß Anlagen nach der Störfallverordnung derzeit in über 180 Ortschaften, vor allem in den klassischen Industriezentren in Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Hessen und Bayern existieren. Differenziert man die Standorte nach Betreibern, so zählt man rd. 280 Industriebetriebe mit gefährlichen Anlagen. Dabei sind bis zu 46 Anlagen in einem Werkskomplex zusammengefaßt. In ca. 180 Fällen handelt es sich um Einzelstandorte (Tabelle 2). In über 80 Standorten ist bei der Risikobeurteilung zu berücksichtigen, daß mehrere Anlagen unter Umständen mit sehr unterschiedlichem Inventar auf engem Raum zusammen sein können. Die großen Mineralölläger sind, sofern sie nicht im Zusammenhang mit Raffinerien betrieben werden, vorwiegend in den Nordländern (Küsten) angesiedelt. Viele Einzelanlagen außerhalb der Industriezentren sind Verteilläger für Flüssiggas /29/. Die räumliche Verteilung der Anlagen nach der Störfallverordnung in der Bundesrepublik Deutschland zeigt Abb. 4 /83/.

### Gefahren im Normalbetrieb

Verfahrenstechnische Anlagen besitzen systembedingt immer gewisse Emissionen. Diese können durch Emissionsminderungstechniken vermindert, jedoch nie vollständig vermieden werden. Die durch den Betrieb der Anlagen emittierten Stoffe belasten kontinuierlich die Umweltmedien Luft und Wasser und als Folgewirkung auch den Boden: (Eine umfassende Darstellung von Umweltwirkungen durch Immissionen liefert /3, 21/.)

Luftverunreinigungen durch Immissionen wirken nur selten in Form von akuten Gesundheitsschädigungen (z.B. in Smog-Perioden), vielmehr ist der Hauptwirkungsbereich in der chronischen Belastung zu sehen. Es wird unterschieden zwischen Wirkungen auf:

- die menschliche Gesundheit,
- die Vegetation, Tiere, Bodenorganismen, Gewässer
- Materialien.

Dabei können Schadstoffe als partikelförmige Luftverunreinigungen (z.B. Stäube) oder als Gase auf die Schutzobjekte unterschiedliche Wirkungen entfalten.

Über partikelförmige Luftverunreinigungen kann der Mensch durch Krebs (Asbest, polzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) oder durch Organschäden (toxische Spurenelemente, Blei, Cadmium, Thallium, Quecksilber, Arsen) geschädigt werden. Gasförmige Luftverunreinigungen wie Schwefeldioxid oder Stickstoffoxide sind Reizgase. Sie wirken oft gemeinsam auf die Atemwege des Menschen. Empfindliche Personen (z.B. Alte, Asthmatischer) können schon bei geringen Konzentrationen erhebliche gesundheitliche Beeinträchtigungen davontragen (z.B. Pseudo-Krupp bei Kindern /23/). Stickoxide können Zellen schädigen. Kohlenmonoxid verschlechtert durch eine Blockade der roten Blutkörperchen die Sauerstoffversorgung des Organismus. Organische Luftschadstoffe (Kohlenwasserstoffe, Halogenkohlenwasserstoffe, Alkohole, Glykole, Ketone, Ester, etc) besitzen ein breites Wirkungsspektrum. Schädigungen des zentralen und peripheren Nervensystems, aber auch der Leber, Niere und der blutbildenden Organe durch den Stoff selbst oder seine Metaboliten sind beschrieben worden. Benzol kann Blutkrebs (Leukämie) auslösen.

Durch partikelförmige Luftverunreinigungen können Schadstoffe, z. B. Schwermetalle, in Böden und von dort über Pflanzen und Tiere in die Nahrungskette gelangen.

Organische persistente Stoffe können sich im Boden anreichern und von Pflanzen aufgenommen werden. Die Aufnahme erfolgt über Blätter (Spaltöffnungen) oder Wurzeln. Das Aufnahmeverhalten und die Verteilung der Schadstoffe sind von den spezifischen Eigenarten der Stoffe abhängig. Ein wesentlicher Eintrag von Schwermetallen auf den Boden erfolgt durch die Klärschlammdüngung. Exzessiver Pestizideinsatz führt bei schwer abbaubaren Stoffen zu einer Bodenbelastung z.B. durch Veränderung des Abbauprozesses (Wirkung auf Bodenorganismen). Die gasförmigen Luftverunreinigungen Schwefeldioxid und Stickstoffoxide sind für Pflanzen toxischer als für Mensch und Tier. Schwefeldioxid schädigt die Organe der Photosynthese. In der Kombination mit Ozon potenzieren sich die Schadwirkungen auf die Pflanzen. Fluorwasserstoff ist ein starkes pflanzenschädigendes Gift. Er verätzst die Blätter (Nekrosen). Schwefeldioxid, Stickoxide, Chlorwasserstoff, sind Bestandteile des sogenannten sauren Regens, der neben anderen Faktoren als Hauptverursacher des Waldsterbens angesehen werden muß. Die komplexen Wirkungszusammenhänge des Waldsterbens können hier nicht detailliert aufgeführt werden. Nähere Angaben siehe /3d/.

Luftverunreinigungen können zumeist durch Beschleunigung von Verwitterungs- und Alterungsprozessen an Materialien erhebliche Schäden verursachen. Dies kann zu

einem unwiderbringlichen Verlust von Kulturdenkmälern führen, aber z.B. auch durch Korrosion erhebliche volkswirtschaftliche Schäden verursachen. Schwefeldioxid und Stickoxide bilden in Verbindung mit Staub "saure Krüste", die zu einem vermehrten Korrosionsangriff an Gesteinen und Metallen führen können. Ozon schädigt Kunststoffe vor allem Elastomere, Gummi; Fluorwasserstoff kann Gläser und keramische Werkstoffe angreifen.

Oberflächengewässer und Grundwasser werden durch eine Reihe von Verschmutzungsquellen belastet; z.B.

- industrielle Abwässer,
- Landwirtschaft,
- Deponieablauf und Sickerwässer,
- häusliche Abwässer,
- ablaufendes Regenwasser aus der Kanalisation,
- diffuse Einleitungen,
- Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen.

Folgende Stoffe sind dabei besonders problematisch /3e/:

- Säuren, Basen und Schwermetalle,
- chlorierte Kohlenwasserstoffe und Pestizide,
- Salze und Phenole,
- Mineralöllderivate,
- radioaktive Substanzen.

Besondere Gefahren bergen darunter die schwer abbaubaren Stoffe, die sich auch nach einer biologischen Reinigung im Kläranlagenablauf befinden und damit in den Wasserkreislauf geraten. Auf Einzelstoff- bzw. Stoffgruppen bezogen haben sich folgende Problembereiche herausgebildet:

- Nitratbelastung (exzessive Düngung in der Landwirtschaft),
- Halogenkohlenwasserstoffe (Lösemittel durch undichte Leitungen, Unfälle, unerlaubte Einleitungen),
- Pestizide (z.B. Anthrazin, 1,3-Dichlorpropen aus landwirtschaftlicher Anwendung),
- Schwermetalle im Sediment der Flüsse/Seen (aus Industrieleitungen),
- Salzbelastung (aus Industrieleitungen).

Schwer abbaubare Stoffe, wie z.B. halogenierte Kohlenwasserstoffe, aromatische und polzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, können ein stark toxisches, mutagenes oder karzinogenes Potential besitzen. Oft sind sie bioakkumulierbar, d.h. sie reichern sich in Organismen an. Der Kenntnisstand über die Wirkungen geringer Mengen dieser Schadstoffe auf Mensch und Umwelt ist noch sehr dürftig, so daß zur Zeit keine sichere Gefahrenabschätzung möglich ist /3f/. Schwermetalle wie Cadmium, Chrom, Kupfer, Blei, Quecksilber, Nickel, Zink, Kobalt, Arsen, Mangan, Silber sind in geringen Konzentrationen im Trinkwasser vorhanden. Schwermetalle werden zum größten Teil in den Kläranlagen abgeschieden. (Es erfolgt ein Wechsel vom Medium Wasser in den Klärschlamm).

Zur toxikologischen Bewertung der Wirkung von Schwermetallen auf den Menschen sind die Ausführungen im Luftteil zu betrachten.

Eutrophierende Stoffe wie Stickstoff und Phosphor führen bei Überangebot zu vermehrtem Algenwachstum und dadurch zur Verarmung der Artenvielfalt zugunsten der schnell wachsenden Arten mit hohem Nährstoffbedarf. Bei Überangebot kann es zum Zusammenbruch der Sauerstoffversorgung in dem Gewässer kommen. Daraus folgt der Übergang vom aeroben zum anaeroben Abbau organischer Stoffe (Faulung). Die Wasserqualität nimmt dadurch in entscheidendem Ausmaß ab. Überhöhte Nitratbelastung führt zu gesundheitsschädlichen Wirkungen, (weiteres siehe Abschnitt 2.2.)

Die Bodenbelastung hängt mit der Luft- und Wasserbelastung zusammen. Luftschadstoffe können durch Niederschläge ausgewaschen werden und den Boden belasten. Schadstoffe auf dem Boden können durch Auswaschung in den Wasserkreislauf gelangen. Wasser, Boden, Luft und Lebewesen verbindet ein sehr komplexes Wirkungsgefüge. Die Pfade, wie Schadstoffe aus dem Boden zum Menschen gelangen können, (Nahrungskette, Trinkwasser) sind schon weiter oben beschrieben worden.

### Globale Gefahren

Die breite Verwendung von Chemikalien in der Volkswirtschaft hat weltweit zu einer kontinuierlichen Vermehrung der Umweltchemikalien geführt. Man rechnet mit einer Größenordnung von bis zu 100.000 verschiedenen Stoffen, zu denen pro Jahr Hunderte neu hinzukommen. Die Beurteilung der langfristigen Wirkung dieser Stoffe sind z. T. heftig umstritten, da sie in einem komplexen Wirkungsgefüge stehen, welches oft nicht in allen Einzelheiten bekannt ist. So existieren toxikologische Bewertungen nur für einen Bruchteil der Stoffe, eine Situation die sich nach Meinung von Experten angesichts des rapiden Wachstums an Stoffen nicht verbessert, sondern sich eher verschlechtert /51/. Diese Situation hat dazu geführt, grundsätzlich Erwägungen zur Begrenzung der Chemikallienflut anzustellen. So ist man sich weitgehend einig, den Eintrag an Chemikalien in die Umwelt so weit wie möglich zu reduzieren /3k, 52/. Jedoch bestehen noch Unterschiede in der Auffassung, wie so etwas geschehen soll. Diese Diskussion ist mit dem Schlagwort "Chemiepolitik" in die politische Diskussion der Bundesrepublik eingeflossen (vgl. Kap. 4.1.3). Globale Chemierisiken zeichnen sich dadurch aus, daß sie unterschiedslos alle Länder der Erde gleich betreffen. Die Reaktion auf diese Risiken können ihrem Charakter nach deshalb auch nur globale sein.

Das Medium Luft ist im besonderem Maße geeignet, Schadstoffe über den ganzen Globus zu verteilen. Im Laufe der letzten Jahrzehnte haben sich eine Fülle von Schadstoffen an dieser weltweiten Verteilung beteiligt. Voraussetzung für die globale Verteilung von Stoffen ist deren hohe Persistenz, d.h. daß sie nur langsam abgebaut werden. Weiterhin ist wichtig, daß sie flüchtig, wenig wasserlöslich und in großen Mengen emittiert werden. Eine weitere Quelle der globalen Verteilung von Schadstoffen muß in der menschlichen Wirtschafts- und Handelstätigkeit selbst gesehen werden. Die Verflechtungen der Weltwirtschaft tragen zur globalen Verteilung von chemischen Produkten, z.B. Pestiziden, Düngemittel bei, die unter Umständen

z.B. durch die Nahrungskette (Pestizidrückstände in Futtermitteln) wieder zum Ausgangspunkt zurückkehren. Globale Auswirkungen von Schadstoffen sind nur in Einzelfällen untersucht worden. Als herausragendes Beispiel muß die Beeinflussung der atmosphärischen Ozonkonzentration durch Luftschaadstoffe gesehen werden. Die Ozonschicht, der für den Strahlungshaushalt der Erde und das Klima eine entscheidende Bedeutung beigemessen wird, wird u. a. durch Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), Stickoxide und Methan beeinflußt. Die komplexen Wirkungen dieser Schadstoffe in Verbindung mit dem Kohlendioxid auf das Klima (Klimarisiken) sind erschöpfend in /55/ dargestellt worden, so daß eine weitere vertiefte Betrachtung hier entbehrlich erscheint.

Werden Wirkungen von grenzüberschreitenden chemischen Noxen, die im strengerem Sinne keine Schadstoffe mit globalem Charakter darstellen, mitbetrachtet, so ergeben sich noch folgende Gefahrenquellen:

- Luftverunreinigung durch Schwefeldioxid, Stickoxide, die zum sauren Regen führen,
- weiträumige Verteilung von PCDD/PCDF,
- Wasserverschmutzung durch Überdüngung z.B. Verschmutzung der Binnensee, wie die Nordsee,
- Wasserverschmutzung durch Müllverbringung in Binnenmeere, z.B. Hohe-See-Verbrennung, Verklappung,
- Verteilung chemischer Stoffe durch Wirtschaftstätigkeit z.B. Müllexport, Haushaltschemikalien.

Die Schutzmöglichkeiten des einzelnen Menschen gegen globale Risiken sind auf individuelle Schutzmittel und Verhaltensweisen beschränkt. Gleichwohl von globalen Gefahren alle unterschiedslos betroffen sind, können bestimmte Gruppen, z.B. Säuglinge, Alte, Astmatiker mit speziellen Empfindlichkeiten oder Gewohnheiten, z.B. Eßgewohnheiten oder Freizeitverhalten, besonders gefährdet sein.

### Gefahren durch Störfälle

Während Immissionen aus dem Normalbetrieb die Umwelt kontinuierlich belasten und für die weiträumige Hintergrundbelastung verantwortlich sind, können Umweltschäden durch Störfälle zu akuten Schäden führen, die oft auf die unmittelbare Umgebung beschränkt sind. Es geht dabei wesentlich um das Unfallgeschehen, an dem chemische Stoffe beteiligt sind. Die Unterscheidung zwischen Unfällen und Störfällen ist nicht immer eindeutig. Im folgenden sollen unter Unfällen diejenigen Ereignisse gefaßt werden, die einen klaren Arbeitsplatzbezug haben und in ihrer Auswirkung einzelne Arbeitnehmer bedrohen. Störfälle wirken dagegen über den Arbeitsplatzbereich hinaus und ziehen die Nachbarschaft (unbeteiligte Dritte) und/oder die Umwelt in Mitleidenschaft. Folgende Einwirkungsmöglichkeiten bestehen bei Unfällen bzw. Störfällen:

- Gefahren durch die Freisetzung toxischer Stoffe in Luft (akute Gesundheitsbedrohung im Ausbreitungsbereich der Stoffe),
- Gefahren durch Freisetzung toxischer Stoffe in aquatische Systeme (Verseuchung von Oberflächengewässern, Grundwasser),

- Kontamination von Böden,
- Gefahren durch Brände (Wärmestrahlung, unter Umständen toxische Brandgase),
- Gefahren durch Explosionen (Druckwelle, Trümmerwurf).

Das Ausmaß der Wirkungen ist von den Umständen des Einzelfalls abhängig. Von besonderer Bedeutung sind:

- die Eigenschaften der Stoffe (toxisch, ökotoxisch, brand- oder explosionsgefährlich),
- die freigesetzte Menge des Stoffes,
- das Ausbreitungsverhalten des Stoffes (Ausbreitungsbedingungen),
- die Bedingungen in der Umgebung (Besiedlungsdichte, Orographie, Zustand des Ökosystems).

Für die tatsächliche Wirkung ist überdies mitentscheidend:

- Art und Ausmaß der Schutzmaßnahmen (Gefahrenabwehr, Katastrophenschutz),
- Medizinische Versorgungsstruktur (z.B. Bewältigung von einer Masse von Vergifteten, oder Verletzten).

Über Unfallereignisse und ihre Ursachen im Zusammenhang mit gefährlichen Arbeitsstoffen liegen vergleichsweise genaue Informationen vor, die hier nicht detailliert beschrieben werden sollen /30- 34/. Als grobe Schätzung über die zahlenmäßigen Verhältnisse von arbeitsstoffbedingten Schadens- und Unfallereignissen insgesamt, kann die im Arbeitsschutz bekannte "Unfallpyramide" zugrundegelegt werden (Abb. 5) /31/. Berufserkrankungen und arbeitsbedingte Erkrankungen durch Gefahrstoffe insgesamt machen zahlenmäßig ein Vielfaches der tödlichen und nicht-tödlichen "Arbeitsstoffunfälle" aus. 1985 wurden den gewerblichen Berufsgenossenschaften rund 20.000 Berufskrankheiten im Zusammenhang mit der Einwirkung von Gefahrstoffen angezeigt /33/. Für die Dunkelziffer sei nur auf die Schätzungen eines bis zu 30 % arbeitsbedingten, d.h. in erster Linie arbeitsstoffbedingten Anteils an den jährlich rund 160.000 Krebstodesfällen in der Bundesrepublik verwiesen /34/.

Eine der Arbeitsunfallstatistik vergleichbare Erfassung von Schäden an Mensch und Umwelt in der Nachbarschaft gefährlicher Anlagen existiert nicht. Eine kurze Auswertung von Ereignissen, die mit der Freisetzung von Chemikalien verbunden waren zeigt, daß sich im Zeitraum von 1970 bis 1980 rund 100 schwere Unfälle ereignet haben, bei denen 18 Tote und 770 Verletzte zu beklagen waren /35/. Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen sind im besonderen Maße geeignet, die Umwelt zu belasten. Ihre Zahl liegt zwischen 1500 bis 2000 Unfälle pro Jahr, wobei ca. 2/3 der Unfälle bei der Lagerung und ca. 1/3 beim Transport passieren. 1986 waren insgesamt 2054 Unfälle zu verzeichnen, bei denen 5110 m<sup>3</sup> wassergefährdende Stoffe freigesetzt wurden /22b/.

Die Zeiträume, in denen sich Schäden in Folge von Störfällen entwickeln, können von wenigen Sekunden (z.B. LPG-Explosion in Mexico-City 1986 /39/) über Stunden (z.B. MIC-Freisetzung in Bhopal /40/) bis zu Jahren (z.B. TCDD-Freisetzung in Seveso /41/) dauern. Dies ist für die Belange der Gefahrenabwehrplanung und der Risiko-Kommunikation (vgl. /42/) von Bedeutung.

## **2.2. Gefährliche Produkte**

Als Folge der Durchdringung der Volkswirtschaft mit Chemie, erscheinen chemische Stoffe in zahlreichen Produkten in reiner Form z.B. Erzeugnisse der Chemischen Industrie oder als Beimengungen oder Verunreinigungen in Produkten, bei deren Herstellung chemische Stoffe beteiligt waren. Durch diese Produkte können Risiken entstehen durch:

- Verunreinigung, Beimengungen gefährlicher Stoffe,
- den unsachgemäßen Gebrauch der Produkte.

Da nicht umfassend alle Produkte hier abgehandelt werden können, soll Gefährdungsart und -umfang anhand einiger Beispiele erläutert werden:

### **Beispiel: Nahrungsmittel**

Durch die industrielle Nahrungsmittelproduktion, Intensivlandwirtschaft und die allgemeine Belastung der Umweltmedien gelangen eine Reihe von chemischen Stoffen in die Nahrungskette. Die Fremdstoffe werden unterschieden in Zusatzstoffe, Rückstände und Verunreinigungen /84/. (Ein Schema zeigt Abb. 6.) Die jeweiligen Herkunftsbereiche der Fremdstoffe sind grob skizziert. Zusatzstoffe werden den Nahrungsmitteln gezielt beigegeben. Sie werden i. A. als unbedenklich erachtet. Es sei an dieser Stelle jedoch auf die grundsätzlichen Bedenken hinsichtlich der industriellen Nahrungsmittelproduktion und den damit verbundenen Risiken, insbesondere unter Berücksichtigung von speziellen Verzehrgewohnheiten hingewiesen /43, 44/.

Rückstände sind Restmengen von Substanzen, die im Verlauf der Produktion von Lebensmitteln pflanzlicher oder tierischer Herkunft angewendet werden, weil sie einem erwarteten Nutzen dienen sollen. In fertigen Lebensmitteln werden Rückstände zwar bis zu einer bestimmten Höchstmenge in Kauf genommen, ihre Anwesenheit ist jedoch unbeabsichtigt und unerwünscht. Verunreinigungen schließlich kommen ohne Zutun in die Lebensmittel und sind unerwünscht.

Beispiele für Rückstände in Lebensmittel sind /44/:

- Hormone in Fleisch,
- Pestizindrückstände,
- Nitrit im Fleisch-, PER in Olivenöl,
- Antibiotika in Fleisch,
- Psychopharmaka,
- Masthilfsmittel,
- Zartmacher für Fleisch,
- Nitrosamine im Bier,
- Polzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in Räucherwaren.

Die Wirkungen der Rückstände sind neben ihrer stoffspezifischen Charakteristik stark von den Verzehrgewohnheiten und den individuellen Anfälligkeitkeiten abhängig. Für eine Reihe von Noxen liegen noch keine verlässlichen toxikologischen Bewertungen vor. Beispiele für problematische Verunreinigung in Lebensmitteln gibt der Sachverständigenrat für Umweltfragen wie folgt an /3g/:

- PCDF/PCDD-Gehalt in Frauenmilch,
- Blei und Cadmium in Lebensmitteln und Trinkwasser,
- Nitrat in Gemüse und Trinkwasser.

Darüber hinaus werden in Lebensmitteln gefunden /22c/:

- Chlorierte Kohlenwasserstoffe (Lindan, HCB, Quintozon),
- Pestizidrückstände (HCH, DDT, Aldrin, Dieldrin, Endrin),
- Polychlorierte Biphenyle,
- Perchlorethylen (PER).

Die toxikologische Bewertung von Verunreinigungen ist von einer Vielfalt von Parametern abhängig und gestaltet sich als sehr schwierig (vgl. /3g/). Da die individualbezogene Wirkung sehr stark von den Gewohnheiten und der Zugehörigkeit zu Risikogruppen abhängt, gewinnt die Aufklärung über Risiken eine entscheidende Dimension. Dies ist ein klassisches Feld für die Risiko-Kommunikation.

#### Beispiel: Pharmazeutika

Eine weitere große Gruppe von Chemikalien, die auf den Menschen einwirken, sind Pharmazeutika. 1984 wurden ca. 140.000 Arzneimittel auf dem bundesrepublikanischen Markt, davon 47.000 synthetische und pharmazeutische Produkte, gezählt. 95 % aller Präparate enthalten ca. 8 700 Wirkstoffe. Pro Jahr kommen ca. 600 bis 800 neue Arzneimittel auf den Markt. Die Risikoabwägung bei Arzneimitteln ist vergleichsweise schwierig, da:

- Schäden nur schwer ermittelbar sind
- die ärztliche Indikation eine entscheidende Rolle spielt /45/.

Obwohl auch die bestimmungsgemäße Verwendung von Arzneimitteln zu Risiken führen kann (Nebenwirkungen), soll dieser Bereich nicht näher vertieft werden, da einerseits der Rahmen dieser Darstellung gesprengt würde, andererseits das Thema unter dem Blickwinkel der Risikodiskussion bereits bearbeitet wurde (z.B. /46/).

#### Beispiel: Chemische Gebrauchsgegenstände

Eine Reihe von Schadstoffen aus Produkten werden an die Luft abgegeben und wirken unmittelbar auf den Menschen ein. Sie sind in den Produkten enthalten und werden bei bestimmungsgemäßer Verwendung der Produkte an die Umgebung abgegeben. Beispiele hierfür sind:

- Asbest (z.B. Verwitterung von Asbestzement, Belastung der Innenraumluft durch Asbestmaterialien),
- Formaldehyd (z.B. Emissionen aus Presspanplatten, aus Klebstoffen, Lacken),
- Vinylchlorid aus PVC-Produkten
- Organische Lösemittel aus Lacken, Farben,
- Holzschutzmittel.

Durch Hautkontakt können alle chemischen Substanzen aufgenommen werden, die über ein ausreichendes Resorptionsvermögen verfügen und mit der Haut un-

mittelbar in Berührung kommt. Als Großgruppe von Chemikalien müssen hier alle Kosmetika genannt werden. Ähnlich wie Arzneimittel werden Kosmetika auf ihre bestimmungsgemäße Verwendung geprüft, wobei mögliche Wirkungen in vielen Fällen erst zu spät erkannt werden. Beispiele sind hierfür:

- Dioxan in Haarwaschmitteln,
- Formaldehyd als Desinfektionsmittel,
- allergische Reaktionen durch Enzyme aus Waschmitteln.

Indirekte Gefahren für Mensch und Umwelt lassen sich aus einer ganzen Reihe von Produkten herleiten. Als Beispiel sei der Einsatz von Wasch- und Reinigungsmitteln genannt, welche die Möglichkeit zur Befriedigung des Bedürfnisses "Saubерkeit" revolutioniert haben (vgl. Produktlinienanalyse zu "Waschen" in /5b/).

#### Beispiel: Unfallgefahren mit chemischen Produkten

Aus der nicht bestimmungsgemäßen Verwendung von chemischen Produkten können z. T. erhebliche Risiken entstehen. Als Beispiele können aufgeführt werden:

- Mißbrauch von Arzneimitteln und Haushaltschemikalien
- Unsachgemäßer Pestizideinsatz (nach Angaben der WHO kommt es weltweit jährlich zu ca. 1,5 Mio Vergiftungen, von denen etwa 30.000 tödlich verlaufen. Die amtliche Todesursachenstatistik in der Bundesrepublik Deutschland wies in den letzten Jahren durchschnittlich 460 tödlich verlaufende Pestizidvergiftungen aus, wobei nach Schätzungen auf Grundlage der Krankheitsartenstatistik der AOK, jährlich mit bis zu 20.000 nicht tödlich verlaufenden Vergiftungsfällen in der Bundesrepublik gerechnet werden muß /47/)
- Brände und Explosionen von feuergefährlichen Chemikalien- Bildung von toxischen Brandprodukten (Verschmelzung von Kunststoffen, PCDD/PCDF-Bildung, Flammenschutz ausgerüstete Kunststoffe: PBrDD/PBrDF-Bildung)
- Sekundärversagen von technischen Systemen durch chemische Umweltverschmutzung (z.B. Korrosion von Stahlbeton durch Schwefeldioxid-, Chlorwasserstoff-Immissionen)

### 2.3 Gefahren durch den Transport von Gefahrstoffen

Jährlich werden auf Schiene und Straße der Bundesrepublik Deutschland rund 81 Mio t Gefahrgut transportiert. Ca. 75 % sind brennbare Flüssigkeiten, 10 % verflüssigte Gase, 8 % ätzende Stoffe, 3 % giftige Stoffe. Der Rest setzt sich aus Explosivstoffen, brennbaren festen Stoffen und brandfördernden Stoffen zusammen /22d/.

Mögliche Gefahren durch den Transport von Gefahrstoffen sind eingehend in /36/ untersucht worden.

Es wird mit ca. 1500 Gefahrgutunfällen pro Jahr allein auf der Straße gerechnet. Im Jahre 1979 wurden dabei ca. 50 Menschen getötet, 300 schwer verletzt und 500 leicht verletzt. Über Umweltschäden liegen keine detaillierten Angaben vor. Bei Unfällen

mit wassergefährdenden Stoffen, die rund 1/3 Drittel aller Unfälle mit Gefahrgut ausmachen, ist stets mit einer Kontamination des Erdreiches zu rechnen.

In rund 75 % der Unfälle sind brennbare Flüssigkeiten beteiligt, wovon in ca. 5 % der Fälle Brände mit dem Unfall entstehen und es in ca. 0,2 % der Fälle zu Explosionen des Tanks kommt. In ca. 11 % der Unfälle werden giftige, in ca. 12 % der Unfälle ätzende Stoffe freigesetzt. Rund 43 % der Unfälle geschehen innerhalb geschlossener Ortschaften, wobei die Unfallschwerpunkte an Kreuzungen und Einmündungen liegen, 32 % geschehen außerhalb geschlossener Ortschaften und 24 % auf der Bundesautobahn. Unfälle mit Gefahrgut können oft katastrophale Folgen haben. Ca. 25 % der im Zeitraum von 1900 bis 1980 weltweit registrierten Großunfälle waren Transportunfälle /48/.

## 2.4 Gefahren durch Reststoffe

Bei den chemischen Produkten entstehen systembedingt neben dem gewünschten Hauptprodukt, eine mehr oder weniger große Anzahl von Nebenprodukten. Man bemüht sich, diese Nebenprodukte ihrerseits wieder in den chemischen Produktionsprozeß einzugliedern und zu marktfähigen Produkten weiter zu verarbeiten. Aus diesem Gefüge entsteht die sogenannte chemische "Koppelproduktion". Sie ist mitverantwortlich für die Fülle der chemischen Produkte, die heute die Volkswirtschaft durchdringen. Es lassen sich jedoch nicht alle Nebenprodukte zu marktgängigen Produkten entwickeln. Diese erscheinen als Reststoffe oder Sondermüll. Mit rund 60 % am Sondermüllaufkommen steht die Chemische Industrie an der Spitze des Produzierenden Gewerbes /22e/. Von diesen Sondermüllaufkommen werden 75 % über Sonderabfallbehandlungsanlagen, Kläranlagen, Versenkbohrungen, Verkippung und Hohe-See-Verbrennung sowie über Deponien entsorgt, 12 % davon in betriebseigenen Anlagen. 1985 wurden rund 1012 Mio t Sonderabfälle (25 %) ins Ausland verbracht /22f/. Zur internen Entsorgung werden in der Bundesrepublik Deutschland derzeit 12 öffentliche Sonderabfalldeponien und 26 Anlagen zur Sondermüllverbrennung mit einer Jahreskapazität von 740.000 t (8 Neuanlagen bzw. Erweiterung bestehender Anlagen sind geplant) betrieben.

### Müllverbrennung

Bei der Müllverbrennung entstehen in den Abgasen Chlor-, Fluor und Schwefelverbindungen, sowie Stickoxide, Kohlenmonoxid, organische Verbindungen und Staub. Zu den Wirkungen dieser Luftschadstoffe siehe Kapitel 2.1. Besondere Probleme bilden bei derartigen Anlagen die Emissionen der organischen Stoffe. Sie enthalten:

- polychlorierte Biphenyle (PCB),
- PCDD/PCDF,
- Chlorbenzole, Chlorphenole.

PCB sind eine Substanzklasse schwerflüchtiger und persistenter Kohlenwasserstoffe. Sie reichern sich über die Nahrungskette an. Sie können akute Vergiftungssymptome durch Hautveränderungen, Chlorakne, und Organschäden (Niere, Leber, Milz) hervorrufen und besitzen ein karzinogenes und teratogenes Potential. PCDD/PCDF ist eine Substanzgruppe mit über 210 Einzelsubstanzen (Isomeren). Der bekannteste und

toxikologisch am besten untersuchteste Vertreter ist das 2,3,7,8-Tetrachlordibenzodioxin (TCDD), das sogenannte "Seveso"-Gift. Es hat eine akute Toxizität, welche ca. 500mal höher als die von Strychnin ist und ein karzinogenes, teratogenes sowie mutagenes Potential im Tierversuch. Über die Wirkung von PCDD/PCDF-Gemischen, wie sie z.B. bei der Müllverbrennung entstehen, ist recht wenig verlässlich bekannt. Insbesondere erscheint die Bewertung dynamischer Langzeitexpositionen schwierig. (Die zusammenfassende Bewertung von PCDD/PCDF-Wirkungen siehe /23/.) Chlorbenzole, Chlorphenole sind schwer abbaubare Stoffe, die sich in der Nahrungskette anreichern. Ähnlich wie auch das PCB bewirkt Hexachlorbenzol (HCB) eine Beeinträchtigung der Stabilität der Eierschalen von Wildvögeln. Daraus ergeben sich Risiken für die Arterhaltung. Für Menschen ist HCB bei chronischer Einwirkung schädlich für Leber und Fortpflanzungsorgane. HCB steht unter Krebsverdacht /50/.

Hausmüllverbrennungsanlagen emittieren eine gewisse Menge an organischen Stoffen, mit PCDD/PCDF-Gehalten von 91 bis 361 ng/m<sup>3</sup>. Sondermüllverbrennungsanlagen haben diese Emissionen nicht, sie sind unterhalb der Nachwesgrenze /3h/.

Die Stäube aus Sondermüllverbrennungsanlagen enthalten Schwermetalle wie Blei, Cadmium und Quecksilber. (Toxikologische Beschreibung siehe Kapitel 2.1)

### Deponien

Bei nicht sachgemäßer Ablagerung können Inhaltsstoffe des Abfalls aus Deponien in die Umweltmedien gelangen. Als mögliche Pfade werden angesehen:

- Luftemissionen (Verwehung von staubförmigen Abfällen, Gasbildung (Methan, Kohlendioxid, Schwefelwasserstoff, chlor- und fluorhaltige Verbindungen durch mikrobiellen Abbau in der Deponie),
- Wasserverunreinigung (Oberflächenwasserabfluß und Sickerwässer der Deponie),
- Explosionen in der Deponie aufgrund eines Methan-Luftgemisches.

Im Vordergrund der Probleme stehen die Belastungen der Oberflächen- und insbesondere des Grundwassers bei Deponien, hier besonders die sogenannten Altlasten. Aufgrund des verantwortungslosen Umgangs mit Gefahrstoffen in der Vergangenheit sind eine Menge von "wilden Deponien" mit unbekannten Inhalt entstanden. Die Standorte dieser Ablagerungen werden seit einigen Jahren als sogenannte Verdachtsflächen registriert und systematisch untersucht. Die z. Z. noch nicht abgeschlossene Erhebung geht von ca. 42.000 Verdachtsflächen aus, die Prognose beläuft sich auf 50.000-80.000 Verdachtsflächen /22g/. Inwieweit in den Verdachtsflächen tatsächlich Gefahrstoffe vorhanden sind, kann erst nach Abschluß der detaillierten Analyse der Inhaltsstoffe der Ablagerungen gesagt werden. Die genannten Zahlen verdeutlichen aber schon jetzt die Größenordnung der anstehenden Probleme. Auf der Basis von 30.000 Verdachtsflächen schätzt der Sachverständigenrat für Umweltfragen die Anzahl der problematischen Standorte auf 1000 - 2000 /31/. Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse amerikanischer Untersuchungen des Grundwassers in der Nachbarschaft von Altdeponien. Mit der Belastung des Grundwassers ist ein nicht zu unterschätzendes Risiko verbunden.

## **2.5 Indirekte Gefahren durch Chemie**

Die Anwendung chemischer Stoffe in weiten Teilen der Industriegesellschaft hat zu weitreichendem Strukturwandel und Veränderung von Lebensgewohnheiten beigetragen. Dadurch hat sich auch die "Risikolandschaft" deutlich verändert. Die Konsequenzen dieser Veränderungen, die sich aus der Anwendung von Risikotechnologien insgesamt ergeben, sind in aller Breite bei /9/ dargestellt. Es würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen, wenn die konkreten Auswirkungen der Anwendung chemischer Produkte im Detail dargestellt würden. Dieser Themenbereich soll deshalb auf die kurze Identifikation der Bereiche beschränkt werden, die durch den Einsatz von Chemie wesentlich betroffen sind. Diese Bereiche können beschrieben werden durch:

- wirtschaftliche Auswirkungen,
- psychosoziale Auswirkungen,
- politische Auswirkungen.

### **Wirtschaftliche Auswirkungen**

Die chemische Industrie ist ein bedeutender Wirtschaftsfaktor. Die Anwendungen von Chemikalien haben weitreichende Strukturveränderung im Bereich Landwirtschaft, Nahrungsmittelindustrie, Getränkeindustrie, Bekleidungsindustrie, Bauwirtschaft, Automobilindustrie etc. mit sich gebracht. Mit dem wachsenden Einsatz der chemischen Produkte haben sich diese Arbeitsweisen in den Industrien verändert. Durch Einbeziehung dieser Industrie in den Chemikalienumlauf haben sich die potentiellen Emissionsquellen praktisch über die gesamte Bundesrepublik (und Welt) verbreitet. Der Einsatz von gefährlichen Arbeitsstoffen ist nicht mehr nur auf den Kernbereich der Chemischen Industrie beschränkt. Heute können in fast allen Industrien gefährliche Arbeitsstoffe zur Anwendung kommen. Die mit der Durchdringung von Industrie und Handwerk verbundenen Risiken chemischer Stoffe ist nur schwer flächen-deckend abzuschätzen. Gleichwohl bleibt festzustellen, daß die Risikoverteilung zugemommen hat. Risiken bei der Produktion chemischer Stoffe haben dazu beigetragen, Produktionsanlagen ins Ausland - insbesondere in Entwicklungsländer - zu verlagern. Dadurch sind wirtschaftliche und soziale Folgen in der Bundesrepublik und den Empfängerländern spürbar geworden. Die verstärkte Nutzung von Naturressourcen (nachwachsende Rohstoffe, deren Entwicklung vor dem Hintergrund der Gentechnik sehr expansiv beurteilt wird /56/) durch die Chemische Industrie, verändert das Wirtschaftsgefüge und die soziale Struktur in den betreffenden Entwicklungsländern. Die Entwicklung von Pharmaproducten hat wesentlich zur Strukturänderung im Gesundheitswesen und dem allgemeinen Umgang mit Krankheit beigetragen. Dadurch sind spezifische Risiken hervorgebracht worden. Der Haushaltsbereich ist durch den Einsatz chemischer Produkte stark beeinflußt worden (z.B. Wasch- und Reinigungsmittel).

### **Psychosoziale Auswirkungen**

Umweltbelastungen und der Einsatz chemischer Produkte haben weitreichende soziale und psychische Wirkungen. Eine 1986 abgeschlossene Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes /57/ resümiert u. a.:

"Schadstoff-, Geruchs- oder Geräuschemissionen bzw. -immissionen haben, über verzweigte und mehrgliedrige Wirkungsketten, vielfältige psychische Reaktionen und soziale Veränderungen zur Folge. Diese sozialen und psychischen Auswirkungen entstehen häufig nicht allein durch Umweltbelastungsfaktoren, wie sie mit naturwissenschaftlichen Methoden und technischen Geräten gemessen werden können, sie sind vielmehr selbst abhängig von einem ganzen Bündel von sozialen, psychischen, subjektiven und situativen Faktoren: So z.B. von

- der Einstellung der Betroffenen zu Ursachen und Verursachern,
- der tatsächlichen oder vermuteten Gefahr für die eigene Person oder Leben, Gesundheit und Existenz anderer,
- der tatsächlichen oder vorgestellten Aktions- und Kompensationsmöglichkeiten,
- den verfügbaren Verdrängungs- oder Ausweichstrategien gegenüber Belastungsfaktoren,
- Informationen, Wissen über Ursachen und Wirkungen von Umweltbelastungen und -maßnahmen, Kommunikationsstrukturen in sozialen Zusammenhängen,
- Interessenlagen und Rollenzwängen,
- allgemeinen Bedürfnishierarchien und Präferenzordnungen.

Schadstoff-, Geruchs- und Geräuschimmissionen können soziale und psychische Folgen haben, ohne daß diese Zusammenhänge den Betroffenen bewußt sind oder sich im einzelnen exakt rekonstruieren lassen. Umweltbelastungen haben auch psychische und soziale Auswirkungen, ohne daß unmittelbar persönliche oder selbst empfundene Beeinträchtigungen vorliegen. Umweltbelastungen haben oft indirekte Folgen bzw. werden oft auf indirektem Weg wahrgenommen. Soziale Rahmenbedingungen und Lebensumstände, die Beziehungen in Gruppen und Gesellschaftsschichten, haben dann ebenfalls eine große, jedoch anders geartete Bedeutung: So wurde beobachtet, wie aus Beziehungen zu anderen Menschen, zu Tieren oder Gegenständen, die sich über Umweltbelastungen äußern oder sie anzeigen, soziale und psychische Auswirkungen entstehen können. (...)"

Und weiter in Bezug auf die Bewertung von Umweltsituationen durch Betroffene:

"Betroffene sind Experten in der Beurteilung ihrer eigenen Situation, sofern Ihnen dazu Gelegenheit eingeräumt wird und geeignete Methoden und Instrumente zur Verfügung stehen. Sie können Zustandsbeschreibungen und Wirkungseinschätzungen vornehmen, die Belastungen und Folgen für Individuen, für die Gesellschaft bis hin zur "Gattung Mensch" einkalkulieren. Das Ergebnis sind Beurteilungen und Bewertungen von belastenden Umweltsituationen oder entlastenden Maßnahmen, die ein hohes Maß an Subjektivität beinhalten. Sie drücken jedoch immer aus, wie stark sich jemand betroffen fühlt. Was die Handlungskompetenzen anbelangt, ist das in der Regel gleichbedeutend damit, wie stark jemand betroffen ist. Der Indikator "subjektiv empfundene Gesundheitsbelastung" hat eine hohe Aussagekraft über die Umweltbewertung der Betroffenen. Er ist valide und entspricht den konkreten Erfahrungen der Betroffenen. Welche Dimensionen soziale und psychische Auswirkungen der Umweltbelastungen oder dagegen wirkender Maßnahmen annehmen, in welche Richtung Aktion und Reaktion von Betroffenen gehen, hängt vielfach von diesen subjektiven Zustandsbeschreibungen, Wirkungseinschätzungen, Bewertungen und Beurteilungen ab (...).

Die Bewertungen der sozialen und psychischen Auswirkungen unterliegen ständigen Veränderungen. Die Fähigkeit, Auswirkungen zu erfassen und beurteilen zu können, und die Qualifizierung von Wirkungen sind von den sich wandelnden kulturellen, ökonomischen, politischen und sozialen Umständen abhängig, in denen die Individuen und ihre Bezugsgruppen leben.

Subjektive Beurteilungen und Bewertungen von belastenden Umweltsituationen sind in der Regel nicht willkürlich und entstehen nicht unabhängig und losgelöst von den jeweiligen Emissions- und Immissionsbedingungen. Vielmehr drücken sie oft denselben Umweltzustand aus, beziehen sich auf dieselbe Gesamtsituation wie ein bestimmter Satz von Umwelt-Meßdaten; allerdings erfassen sie vielfach andere Aspekte. Oder sie erfassen dieselben Aspekte aber mit anderen Kriterien, Maßnahmen und Gewichtungen, als Meßgeräte dies zulassen. Dies geschieht z.B. in Kategorien von Gefühlen, Ängsten oder Erwartungen, also Grundbausteinen gesellschaftlichen Lebens. Werden diese Kriterien nicht berücksichtigt oder massiv verletzt, entstehen Stress, Aggression, Frustration oder Resignation, also Zustände, die "menschlichem Wohlbefinden" zuwiderlaufen. Aussagen und Bewertungen zur Umweltqualität und ihrer Folgen für soziales Verhalten und Psyche sind nicht von "spontanen Eingebungen" abhängig. Sie sind vielmehr in oft langjährigen konkreten "Alltagserfahrungen" begründet. Damit haben sie große Aussagekraft für die Festlegung von Zielkriterien in politischen und planerischen Prozessen, die bürgerlich angelegt und in der Öffentlichkeit akzeptiert werden sollen.

Die Betroffenen sind "resistant" gegen Manipulationsversuche. Ihre "Alltagserfahrungen" - in Beurteilungsindikatoren aufgeschlüsselt - verhindern, daß unzutreffende Informationen oder realitätsferne Vorstellungen, akzeptiert und übernommen werden, gleichgültig wer sie vorbringt. Diese "Resistenz" sichert Verallgemeinerbarkeit und Validität der Untersuchungsergebnisse (...)".

### Politische Auswirkungen

Chemische Risiken können nicht unerheblichen Einfluß auf das politische Geschehen haben. Insbesondere sind dabei größere Schadensereignisse (Störfälle) zu nennen, aber auch weiträumige (globale) Umweltbelastungen. Umweltschutz ist mittlerweile fester Bestandteil Internationaler oder multinationaler Abkommen geworden. Aktuelle Ereignisse wie z.B. "Schadstoff der Woche" können temporär hohe politische Brisanz entwickeln. Dies ist auf das allgemein gestiegene Umweltbewußtsein der Bevölkerung zurückzuführen. Dazu wird in einer im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführte Studie /58/ ausgeführt:

"Das über Einstellungen zur Umwelt und der Gesellschaft gemessene ökologische Problem bewußtsein der bundesdeutschen Bevölkerung kann als relativ ausgeprägt und stabil bezeichnet werden - es ist im Untersuchungszeitraum 1983-85 nur geringfügig gestiegen. Fast zwei Drittel der bundesdeutschen Bevölkerung (65%) waren 1985 der Überzeugung, daß der Schutz der Umwelt wichtiger ist als wirtschaftliches Wachstum. Das ökologische Problem bewußtsein ist von alters- und bildungsspezifischen Einflüssen in der Form abhängig, daß jüngere Altersgruppen und Personen mit höherer Schulbildung problembewußter sind. Im Untersuchungszeitraum 1983-85

Ist eine Zunahme des Umweltwissens bei den beobachteten Zielgruppen (Landwirte, kommunale Entscheidungsträger, Hausfrauen und Schüler) zu verzeichnen (Steigerung um 9 % des gemessenen Indexwertes). Das zunehmende Umweltwissen, das im Zusammenhang mit der kritischeren und informativeren Umweltberichterstattung in den Medien zu sehen ist, hängt wesentlich mit dem Bildungsstand zusammen, d.h. es steigt mit zunehmender Schulbildung. Das Umweltwissen ist in der Altergruppe der 26-40Jährigen am höchsten."

Und weiter wird hinsichtlich der Betroffenheit ausgeführt:

"Der überwiegende Teil der bundesdeutschen Bevölkerung signalisiert starke persönliche Betroffenheit hinsichtlich der Umweltprobleme und reagiert mit "unguten Gefühlen" und "Ängsten" auf die derzeitige Situation der Umwelt (...).

Es ließen sich zielgruppenspezifische Unterschiede in der persönlichen Betroffenheit nachweisen:

- Landwirte neigen eher dazu, die Probleme als übertrieben dar gestellt zu bewerten und geben sich sorgloser als die anderen Bevölkerungsgruppen.
- Kommunale Entscheidungsträger reagieren mit höchster Besorgnis und sehen die Umwelt und die zukünftige Entwicklung stark gefährdet.
- Hausfrauen zeigen sich sehr betroffen, sie sehen besonders die Gesundheit ihrer Kinder durch Luft- und Trinkwasserverunreinigungen sowie durch Chemierückstände in Nahrungsmitteln bedroht.
- Schüler erleben zwar die Umweltbedrohungen, aber blicken dennoch optimistisch in die Zukunft.

Die persönliche Betroffenheit durch Umweltprobleme verstärkt sich immer dort, wo kein Einfluß auf das Geschehen ausgeübt werden kann. Dieses Phänomen konnte anhand der Berichterstattung über Umweltkatastrophen des Auslandes ebenso beobachtet werden wie beispielsweise bei der Reaktion der Befragten zum Thema Nahrungsmittel: Landwirte, die auf die Lebensmittelversorgung Einfluß nehmen, zeigten sich wenig besorgt, dagegen reagieren Hausfrauen mit Ängsten und höchster Betroffenheit.

Die in den Medien behandelten Umweltprobleme bewirken immer dann persönliche Betroffenheit, wenn das Dargestellte ich-bezogene Assoziationen auslöst. Mütter mit kleineren Kindern assozierten beispielsweise bei der Darstellung von "smog" spontan den Krupp'schen Husten, während überzeugte Nichtraucher den "smog" mit Argumenten gegen das Rauchen verbanden. (...)"

Chemische Produkte sind auch für militärische Anwendungen unerlässlich. Sämtliche Explosivstoffe sind chemischer Natur und selbstverständlich auch die chemische Massenvernichtungswaffen. Rüstungs- und Abrüstungsdynamik sind nicht zuletzt von chemischen Innovationen abhängig. Der Handel von chemischen Stoffen, die als Ausgangsprodukte für die chemische Waffenproduktion geeignet sind, ist Gegenstand heftiger politischer Auseinandersetzungen geworden.

Die Bewertung der aus den wirtschaftlichen, psychosozialen und politischen (militärischen) Wirkungen der Chemie hervorgehenden indirekten Risiken ist außerordent-

lich schwierig zu quantifizieren, da sie in ihrem Charakter nicht gut unterscheidbar sind von Risiken, die durch andere Einflüsse entstehen. Auf sie kann im Sinne einer globalen Risikosteuerung am ehesten nur allgemein gesellschaftlich-politisch regelt werden.

### **3. Risikoschwerpunkte**

Die in Kapitel 2 retrospektiv skizzierten Chemiegefahren können hinsichtlich ihres direkten Wirkungspotentials:

- dem Individuum,
- einer Gruppe von Individuen,
- der Allgemeinheit,

zugeordnet werden. Dazu ist ausgehend von:

- den Quellen der Schadstoffe,
- dem Ausbreitungspfad,
- dem zeitlichen Charakter der Einwirkungen auf den/die Menschen,

das Schadstoffangebot zu bewerten. In Tabelle 4 wird eine Zuordnung der Personenkreise (Individuum, Personengruppe, Allgemeinheit) zu den Risikobereichen vorgenommen. Bei der Wirkung wurden die Fälle: "akute Wirkung" und "chronische Wirkung" unterschieden. Dies ist problematisch, da akute und chronische Wirkungen oft einen fließenden Übergang haben. In der Regel wirkt eine chemische Noxe über längere Zeit bei geringer Konzentration chronisch, während dieselbe Noxe bei höherer Konzentration über einen kürzeren Zeitraum angeboten, akute Wirkungen hervorrufen kann. Vielfach wird auch von dieser Regel abgewichen (z.B. krebsauslösende Stoffe).

Im folgenden wird sich die vertiefte Betrachtung der Risiko-Kommunikation auf die Quellen beschränken, die eine Gruppe oder die Allgemeinheit mit Risiken bedrohen (vgl. Tabelle 4). Diese sind insbesondere:

- Chemieanlagen (Normalbetrieb und Störfall),
- Gefahrguttransportunfälle,
- Reststoffbeseitigung,
- globale Umweltverschmutzung.

Einige Gesichtspunkte der Risiken durch chemische Produkte werden mit in die Betrachtung einbezogen. Die vertiefte Betrachtung der indirekten Folgewirkungen wird nicht vorgenommen, da diese - wie ausgeführt - weitgehend chemieunspezifischer Natur sind.

#### **3.1 Risiken bei Chemieanlagen und Lägern**

Der Risikobegriff wird bei verfahrenstechnischen Chemieanlagen uneinheitlich benutzt. Im Normalbetrieb werden die Risiken im Sinne des biologischen Risikobegriffs

(vgl. Kapitel 1) gefaßt, in bezug auf Risiken der Störfälle/Unfälle der technische Risikobegriff.

### **Immissionen aus dem Normalbetrieb**

Im Normalbetrieb werden von chemischen Produktionsanlagen Stoffe in einer gewissen Menge (Emissionen) abgegeben. Diese Emissionen sind durch Grenzwerte determiniert. Hergeleitet aus den Schutzzieilen des Immissionsschutzrechts /59/ werden diese Grenzwerte in bezug auf schädliche Einwirkungen auf Mensch und Umwelt definiert, d.h. sie dürfen am Schutzobjekt nicht überschritten werden. Immissionen (Konzentrationen am Schutzobjekt) ist mit der Emission (Stoffstrom an der Quelle) über die Transmission (Ausbreitung der Schadstoffe über Luft oder Wasser) verknüpft. Durch die Festlegung von Immissionsgrenzwerten ist in einem Standardszenario auch der Emissionswert hinreichend definiert. Bezüglich der Festlegung von Immissionsgrenzwerten gilt die Begrifflichkeit des biologischen Risikos, d.h. daß bei der gegebenen Konzentration des Schadstoffs wird eine bestimmte Wirkung auf das Schutzobjekt (z.B. menschliche Population) definiert und für zumutbar gehalten wird. In die Bestimmung der Zumutbarkeit fließen Ergebnisse der Risiko-Kommunikation ein. Grenzwerte sind gesellschaftliche Konventionen. Da dieser Prozeß oft sehr langwierig und kontrovers ist, existieren Immissionsgrenzwerte erst für relativ wenige Schadstoffe (vgl. /21a/). Die Anzahl von Stoffen, für die Emissionsgrenzwerte existieren ist bedeutend größer /60/, da der Eintrag von chemischen Stoffen aus Vorsorgegesichtspunkten auf ein Mindestmaß reduziert werden soll. Risiken durch langfristige Einwirkung von Schadstoffen auf:

- die menschliche Gesundheit (z.B. Schwefeldioxid, Stickoxide, Oxidantien, toxische Spurenelemente, polzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, faserige Stäube, organische Lösemittel),
- die Pflanzen, Tiere, Ökosysteme (z.B. toxische Spurenelemente, organische Stoffe, Pestizide, Oxidantien, Schwefeldioxid, Stickoxide, Halogenwasserstoffe, organisch flüchtige Stoffe, saure Niederschläge),
- Materialien (z.B. Stäube, Schwefeldioxid, Stickoxide, Ozon, organische Stoffe, Halogenwasserstoffe, saure Niederschläge),
- Qualität des Wassers und des Bodens (z.B. Nitrat und Phosphat, Schwermetalle, Stäube, saure Niederschläge),

werden gesehen und systematisch untersucht. Ziel der Untersuchungen ist es, verlässliche Wirkungsaussagen für die Stoffe auf die jeweiligen Schutzobjekte herzuleiten.

### **Verfahren zur Grenzwertfestsetzung**

Stoffbezogene Grenzwerte werden nach uneinhelligem Verfahren festgesetzt. Dabei können prinzipiell zwei Ebenen unterschieden werden:

1. wissenschaftliche Diskussion der Grundlagen der Bewertung für die Grenzwertfestlegung,
2. politisch-rechtliche Fixierung des Grenzwertes.

An der Diskussion auf der ersten Ebene sind u. a. Experten wie Toxikologen, Mediziner und Arbeitswissenschaftler beteiligt, wobei durchaus sehr konträre Meinungen vertreten werden. Diese Diskussionen werden stets stark durch die internationale Debatte beeinflußt (Scientific Community). In der Stufe der Datenermittlung (z.B. toxikologische Daten) können, zumindest für die Vergangenheit, als kontroverse Standpunkte der Streit über Untersuchungsmethoden identifiziert werden. Diese Streits sind heute seltener, da sich standardisierte Tests zur Ermittlung der toxischen Eigenschaften von Chemikalien durchgesetzt haben. Dies gilt für die Bestimmung der Daten zur Humantoxizität, nicht aber für die der Ökotoxizität, für die standardisierte Testmethoden heute noch weitgehend fehlen. Kontroverse Standpunkte treten zu meist über die Frage der Kombinationswirkungen (Synergismen, Antagonismen) und der ökosystemaren Wirkung auf. Je nach Auffassung wird die Bedeutung dieser, im allgemeinen unbestrittenen Zusammenhänge, unterschiedlich gewichtet.

Letzteres führt jedoch schon in den Bereich der Bewertung der toxischen Eigenschaften. Je nach Expositionsbereich für den jeweiligen Stoff existieren unterschiedliche Kommissionen, Gremien und Gesellschaften, die eine Bewertung im Sinne der Festsetzung eines Grenzwertes vornehmen. Beispiele hierfür sind:

- Senatskommission der deutschen Forschungsgemeinschaft (MAK- Werte, Biologische Toleranzwerte) für den Bereich des Arbeitsschutzes,
- VDI-Kommission zur Reinhaltung der Luft (Stand der Technik der Emissionsminderung, Emissionsgrenzwerte),
- Beirat für Lagerung und Transport wassergefährdender Stoffe (Klassifizierung von wassergefährdenden Stoffen),
- Gefahrstoffausschuß (Klassifizierung von chemischen Arbeitsstoffen).

Die Zusammensetzung der Kommissionen erfolgt uneinheitlich. In der Regel werden die Mitglieder aus der wissenschaftlichen Gemeinschaft berufen, wobei auf Ausgewogenheit hinsichtlich der gesellschaftlichen Hauptgruppen geachtet wird. Die Zusammensetzung des Gefahrstoffausschusses regelt eine Verordnung (Gefahrstoffverordnung) /12/. Der sachlichen Grenzwertfindung wird stets noch eine politisch-rechtliche Grenzwertsetzung nachgeschaltet. Auf dieser zweiten Ebene sind im Bereich des Arbeitsschutzes die zuständigen Ministerien beteiligt, beim Immissionsschutz erfolgt die Grenzwertfixierung (MIK-Werte) in Verordnungen oder Verwaltungsvorschriften (z.B. TA-Luft), die durch ein Gesetzgebungsverfahren gehen. Im Rahmen dieser Verfahren erfolgt u. U. eine erneute öffentliche Diskussion im Zusammenhang mit der Anhörung der beteiligten Kreise. Bei der Festsetzung der Wassergefährdungsklassen erfolgt die Fixierung durch amtliche Veröffentlichung durch den zuständigen Bundesumweltminister.

#### Störfälle/Unfälle

Bei der Betrachtung der Gefährdung von Mensch und Umwelt durch (seltene) Störfälle in chemischen Produktionsanlagen oder Lagerungen, ist für die Größe des Risikos die Wahrscheinlichkeit maßgebend, mit der eine gewisse Emission von Schadstoffen oder Energie erfolgt. Vergleichbar den Betrachtungen zum Risiko aus kerntechnischen Anlagen wird hier der technische Risikobegriff verwendet. Als Wirkungsgrößen (Schaden) wurden in erster Linie tödliche oder schwere Gefahren für

die Gesundheit von Menschen erfaßt, in jüngster Vergangenheit in zunehmendem Maße aber auch irreversible Schäden an der Umwelt. Für erstere ist entscheidend, daß die Wirkung schnell eintritt, die Gefahren also kurze zeitliche Dimension haben. Insbesondere bei den Umweltgefahren können die zeitlichen Dimensionen der Wirkung aber auch sehr lang sein.

Gemäß der Elemente des technischen Risikos "Eintrittswahrscheinlichkeit" und "Schadensausmaß" (vergleiche Kapitel 1), werden folgende Zusammenhänge gesehen und untersucht:

- Wirkung kurzzzeitiger Schadstoffbelastung auf Menschen,
- Wirkung kurzzzeitiger Wärmestrahlung auf den Menschen,
- Wirkung von kurzzeitigem Schadstoffeintrag in Wasser und Boden und deren langfristige Wirkung nach einmaliger Belastung,
- Anlagenbezogene technische und organisatorische Maßnahmen zur Vermeidung des Eintritts eines Störfalls,
- Maßnahmen zur Begrenzung der Stoff- /Energieemissionen.

Die letzten beiden Anstrichpunkte umfassen die gesamte Palette der Anlagensicherheitsmaßnahmen, die in einem nunmehr rund 150 Jahre alten technischen Regelwerk festgeschrieben wurden. Sie stellen gewissermaßen das gesamte kondensierte Ingenieurwissen über Sicherheit und Unfallverhütung dar. Gleichwohl das technische Regelwerk ein unverzichtbarer Fundus ist, genügt es für eine umfassende integrierte Störfallprophylaxe nicht mehr aus. (Zur Kritik des technischen Regelwerks siehe /61, 62/.) Schließlich werden noch umfangreiche Untersuchungen zum Thema "Ausbreitung von Schadstoffen im Störfall" durchgeführt /63/. Diese Untersuchungen bilden das Bindeglied zur Risikobetrachtung bei verfahrenstechnischen Anlagen, da das Risiko sich ja aus der (anlagenbezogenen) Eintrittswahrscheinlichkeit für eine bestimmte Emission, der Ausbreitung der Schadstoffe und der objektbezogenen Wirkungen, zusammensetzt.

### **3.2 Risiken bei der Reststoffentsorgung**

Betrachtet werden die Reststoffentsorgungstechniken Müllverbrennung und Deponie.

#### **Müllverbrennung**

Bezüglich der Risiken der Abfallverbrennung gelten die gleichen Überlegungen wie bei Chemieanlagen und Lägern (Kapitel 3.1). Untersucht werden insbesondere die Belastungen der Luft durch:

- PCDD/PCDF-Immissionen,
- Schwermetallhaltige Stäube und Gase.

Bei Müllverbrennungsanlagen werden die Risiken sowohl im Normalbetrieb als auch bei einem Störfall gesehen und untersucht. Müllverbrennungsanlagen fallen wegen ihrer Emissionen an Dioxinen grundsätzlich unter die sogenannte Störfallverordnung.

## **Deponien**

Bei Deponien wird der technische Risikobegriff angewendet. Risiken werden gesehen durch:

- Belastung der Umgebung durch Verwehung von Stäuben,
- Belastung der Umgebung durch Gase, die durch mikrobiellen Abbau in der Deponie entstehen,
- Belastung des Wassers durch Abfluß- und Sickerwässer aus der Deponie,
- Explosionen von Methan/Luft-Gemischen in der Deponie.

Insbesondere die schlechende Verseuchung des Grundwassers durch Deponien mit unbekannten Inhalten (Altlasten siehe Kapitel 2.4) wird als unbekanntes Risiko gesehen und untersucht.

## **3.3 Risiken beim Gefahrguttransport**

Beim Gefahrguttransport wird dem Wesen nach ein technischer Risikobegriff angewendet. Gefahren für Mensch und Umwelt treten dann auf, wenn die Gefahrgutumschließung unfallbedingt versagt und es zu einer Emission von Schadstoffen kommt. Folgerichtig werden alle Einflußgrößen, die zu Unfällen führen können (Verkehrsstatistik, Fahrzeugcharakteristik, Fahrverhalten, Straßenführung, etc.) analysiert, und die Konsequenzen aus Unfallszenarien auf die Gefahrgutumschließung untersucht und bewertet. Während bei ortsfesten Anlagen die möglichen Auswirkungen einer störfallbedingten Emission vorausberechnet werden, sind beim Gefahrguttransport wechselnde Standardszenarien bezüglich der Wirkung zu berücksichtigen. Es ist z.B. ein beträchtlicher Unterschied, ob ein Chemikalentankfahrzeug auf freier Strecke, in Wohngebleten oder neben einem Fließgewässer verunglückt. Während bei ersterem Ereignis möglicherweise nur geringe Schäden auftreten, können bei den beiden letzteren Szenarien unter Umständen erhebliche Risiken für Mensch und Umwelt entstehen. Bei Stückguttransporten ist für die Unfallauswirkungen mit entscheidend, welche Stoffe zusammen transportiert werden. So kann z.B. die (verbotene) Zusammenladung brennbarer Stoffe mit brandfördernden Substanzen zu großen Gefahren bei einem Unfall führen. Systematisch werden beim Gefahrguttransport untersucht:

- Unfallursachen,
- mechanische und thermische Belastbarkeit von Gefahrgutumschließungen,
- Ausbreitung von unfallbedingten Schadstofffreisetzungen (z.B. in Tunnels, an Brücken),
- Kurzeiteinwirkung hoher Schadstoffkonzentrationen auf Mensch und Umwelt (vor allem Gewässer),
- Repräsentativität von Standardszenarien,
- Gefahrguttransportwege (vergleichende Risikostudien über verschiedene Transportsysteme).

### **3.4 Risiken durch chemische Produkte**

Die Risiken durch chemische Produkte sind vielfältig. Wie oben dargelegt, sollen nur die Risikobereiche betrachtet werden, in denen Gruppen von Menschen oder die Allgemeinheit betroffen sind. Diese Abgrenzung ist methodisch schwierig und willkürlich, da ein chemisches Produkt in einem Anwendungsfall nur einen einzelnen Menschen bedrohen kann, dasselbe Produkt in einem anderen Anwendungsfall jedoch eine Gruppe von Menschen oder die Allgemeinheit. Zwei Beispiele sollen dies verdeutlichen: Die Verwendung von Asbesthandschuhen kann zu einer Luftbelastung für den Träger der Handschuhe führen, die Verwendung von asbesthaltigen Baumaterialien (Brandschutz) in öffentlichen Gebäuden, z.B. Schulen, Turnhallen, kann eine Gruppe von Menschen kontinuierlich belasten. Das konkrete Risiko ist von der Verwendungsform des chemischen Produkts abhängig. Dies gilt insbesondere auch für die Unfallgefahren. So kann z.B. ein Flüssiggastank zur Wärmeversorgung eines Einfamilienhauses z.B. kann in einer bestimmten Umgebung und bei einem bestimmten Unfallszenario zum Todesrisiko von einer Vielzahl von Menschen werden /64/. Ein kleiner Kocher, betrieben mit einer Flüssiggaskartusche dagegen, ist in selben direkten Wirkungen weit weniger gefährlich.

Aus diesen Betrachtungen heraus, soll unter dem Kapitel "Risiken durch die Produkte" auf Risiken durch Nahrungsmittelfremdstoffe beschränkt werden. Diese besitzen am ehesten das Potential, eine größere Gruppe von Menschen bzw. die Allgemeinheit zu belasten. Bei der Bewertung von Nahrungsmittelrisiken wird der Begriff des biologischen Risikos angewandt. Untersucht und gesehen werden folgende Risiken (Auswahl):

- Gesundheitsrisiken durch Zusatzstoffe (z.B. Nitrat),
- Gesundheitsrisiken durch Rückstände (z.B. Pflanzen und mikrobielle Toxine, Pflanzenbehandlungsmittel, Schwermetalle),
- Gesundheitsrisiken durch Verunreinigungen (z.B. polzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, chlorierte Kohlenwasserstoffe),
- Verzehrgewohnheiten und Risikogruppen,
- Nahrungskette und Akkumulation von Schadstoffen.

### **3.5 Risiken durch globale Verschmutzung**

Der bei globalen Wirkungen von Chemikalien angewandte Risikobegriff ist der des biologischen Risikos. Generell wird das Risiko langfristiger und weiträumiger Veränderungen des Status quo der Biosphäre gesehen und Elemente davon untersucht. Die betrachtete Zeitspanne schließt mögliche Wirkungen auf künftige Generationen ein. Im einzelnen werden untersucht (Auswahl):

- globale Klimarisiken (Kohlendioxid),
- globale Strahlungsveränderungen (Ozon, Stickoxide),
- Risiken durch Hintergrundbelastung von organischen Stoffen und Schwermetallen (Pestizide, polzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, chlorierte Kohlenwasserstoffe),
- globale Meeresverschmutzung,

- grenzüberschreitende Luftbelastungen ("Saurer Regen"),
- grenzüberschreitende Belastung der Fließgewässer (Salzfracht).

## 4. Risiko-Kommunikation

### 4.1 An der Risiko-Kommunikation beteiligte Gruppen und ihre Standpunkte

Entsprechend der weiten Verbreitung von chemischen Produkten und des nicht unbeträchtlichen Risikobewußtseins in breiten Kreisen der Bevölkerung sind an der Diskussion über Risiken viele Gruppen beteiligt. Tabelle 5 zeigt eine grobe Zuordnung der beteiligten Gruppen zu den Risikoquellen. Der Grad der direkten (d) und Indirekten (i) Beteiligung ergibt sich aus der Stellung in der Risiko-Kommunikation und dem Grad der Betroffenheit. Je stärker die Kontroverse der Diskussion ist, umso größer kann die Zahl der indirekt Beteiligten werden. An der Risiko-Kommunikation sind immer direkt beteiligt:

- Betreiber, Produzent oder Spediteur,
- Experten,
- zuständige Genehmigungs- oder Überwachungsbehörde,
- Bürger oder Arbeitnehmer.

Indirekt beteiligt sind stets:

- Presse/Medien,
- politische Parteien,
- Interessensverbände,

und, im Fall des Rechtsstreites, die Gerichte. Der Umfang der an der Risiko-Kommunikation beteiligten Gruppen und deren kontroversen Standpunkte sind von den einzelnen Risikofällen abhängig.

#### 4.1.1 Genehmigungsverfahren und Öffentlichkeitsbeteiligung

Für Anlagen, von denen schädliche Umwelteinwirkungen ausgehen können, bedarf der Betrieb einer Genehmigung. Nach §4 BlmschG wird je nach Einstufung der Anlage ein formelles oder vereinfachtes Genehmigungsverfahren durchgeführt. Beim förmlichen Verfahren gibt es eine Öffentlichkeitsbeteiligung. Die von den Auswirkungen der Anlage potentiell betroffenen Bürger in der Nachbarschaft können gegen die Anlage einsprechen. Es ist hier nicht der Ort das rechtliche Verfahren in allen Einzelheiten darzustellen (Details siehe /65/), aber für die Risiko-Kommunikation ist es insofern bedeutsam, da es den Rahmen dieser Diskussion bei Anlagen absteckt. Unmittelbar beteiligt an dem Verfahren sind:

- Antragsteller (Betreiber der Anlage),
- Genehmigungsbehörde (Regierungspräsident),
- Einsprecher (betroffener Bürger).

In der ersten Stufe des Verfahrens kommt es zu öffentlichen Anhörungen über das beantragte Projekt. Wird den Einwendungen der Bürger seitens der Behörden nicht gefolgt, so besteht die Möglichkeit zur gerichtlichen Anfechtung des Genehmigungsbeschlusses. Auf dieser Stufe werden in der Regel Sachverständige eingeschaltet. Je nach Lage des Einzelfalls melden sich die (lokale) Presse und Interessensverbände zu Wort. Durch die Ausweitung des Gerichtsverfahrens, ggf. über mehrere Instanzen, erweitert sich auch der Kreis der an der Risiko-Kommunikation indirekt Beteiligten. Bei der Klärung von Grundsatzfragen auf höchstrichterlicher Ebene, bei der Neuanordnung größerer chemischer Komplexe und der Einführung neuer Technologien (z.B. Gentechnik) beteiligen sich nahezu alle relevanten Gruppen an der Diskussion. Diese Diskussionen beeinflussen erheblich den Verlauf des Genehmigungsverfahrens und die Anforderungen an das konkrete Projekt. Neugenehmigungen sind in der Regel die Ausnahme, ca. 95 % aller Genehmigungen sind Änderungsgenehmigungen an bestehenden Anlagen.

Die Standpunkte der beteiligten Gruppen können wie folgt kurz umrissen werden:

Der Betreiber vertritt die Auffassung, daß seine Anlage, bzw. seine Lagerung nach dem Stand der Technik ausgeführt ist und den gesetzlichen Anforderungen genügt. Es geht ihm um die Durchsetzung seiner wirtschaftlichen Ziele. Die Genehmigungsbehörde ist das Vollzugsorgan staatlicher Immissionsschutzpolitik. Ihr Interesse ist der ordnungsgemäße Ablauf des Genehmigungsverfahrens, womit sichergestellt wird, daß der Stand der Technik und die Grenzwerte eingehalten werden (Gleichbehandlungsgrundsatz). Darüber hinaus werden Gesichtspunkte von (lokaler) Bedeutung wie Schaffung bzw. Erhalt von Arbeitsplätzen, Stärkung der wirtschaftlichen Entwicklung der Regionen, etc. mit berücksichtigt. Diese Nebenaspekte können, da sie formal im Genehmigungsverfahren nicht auftauchen, Quellen für nicht offen gelegte Meinungsverschiedenheiten sein. Der Einsprecher kann sehr unterschiedliche Gründe für die Opposition gegen die Anlage haben. Vorgebracht werden unterschiedliche Bewertungen über:

- den Stand der Technik,
- Grenzwerte,
- örtliche Ansiedelung (lokale Raumaufteilung),
- Gefahren durch Störfälle,
- Industrielle wirtschaftliche Tätigkeit (z.B. Kritik an der Chemisierung der Gesellschaft).

Hinzu kommt auch die Berücksichtigung etwiger Folgeerscheinungen (soziale Veränderungen, Landschaftsbild, Verkehrsanbindung), die im Genehmigungsverfahren nicht betrachtet werden. Nicht selten sind Einsprüche auch vom "Sankt Florians-Prinzip" getragen. Werden Experten in das Genehmigungsverfahren eingeschaltet, so ist deren Rolle in der Versachlichung der kontroversen Punkte zu sehen. Sie bemühen sich von einem unabhängigen Standpunkt, die möglichen Gefahren zu beurteilen und ggf. Vorschläge zu deren weiteren Reduzierung zu machen. Dabei können Experten zur Begutachtung der gesamten Anlage mit ihren Umweltwirkungen oder auch nur einzelner Teilsysteme bestellt werden. Ein Problem stellt die geringe Anzahl von z.B. Experten für Anlagensicherheit dar. Durch oft langjährige wirtschaftliche Tä-

tigkeit mit den einschlägigen Industrien (z.B. Technische Überwachungsvereine) liefert die Glaubwürdigkeit in bezug auf ihre Unabhängigkeit in Teilen der Öffentlichkeit. Dies hat zum Teil dazu geführt, daß sogenannte "Gegenexperten" aufgestellt wurden (kritische Gutachter). Gerichte, werden sie im Rahmen der Genehmigungsverfahren tätig, nehmen ihre Schiedsfunktion war im Sinne der:

- Interpretation der gesetzlichen Vorschriften,
- Überprüfung der Ermessensspielräume der Behörden,
- Interpretation der Betreiberpflichten,
- Wertung und Gewichtung der Interessensgegensätze (Entscheidung des Expertenstreits).

Der Standpunkt der Presse/Medien ist gekennzeichnet als Sprachrohrfunktion der Kontrahenten insbesondere der Betreiber und Einsprecher. Dabei können sie zur Aufklärung beitragen und als Anwalt im Sinne eines Minderheitenschutzes agieren. Je nach Stufe der Auseinandersetzung (siehe oben) tendiert die Berichterstattung zur Ausgewogenheit in bezug auf die Vielfalt der Meinungen, die zu Wort kommen können. Die Interessensverbände schließlich greifen in die Diskussion ein um die Interessen ihrer Klienten zu verteidigen. Die Aktion dieser Verbände, Gruppen können sehr vielfältig sein und mit dem konkreten Genehmigungsverfahren direkt oder (oft) indirekt verbunden sein. Die Aktion der Verbände tendiert von der konkreten (lokalen) Schützenhilfe bis hin zur grundsätzlichen Stellungnahme bei Schlüsselentscheidungen (z.B. "Einstieg in die Gentechnik" im Rahmen von Genehmigungsverfahren für entsprechende Anlagen). Dabei wird sowohl organisatorische Unterstützung "vor Ort" geleistet als auch Öffentlichkeitsarbeit (z.B. Pressehintergrundgespräche, Anzeigenkampagnen) bis hin zu lobbyistischen Aktionen unternommen. Interessensverbände pflegen regelmäßige Kontakte zu Entscheidungsträgern in den Behörden, den Parlamenten und Selbstverwaltungsgremien (z.B. Gemeinderäten).

Eine besondere Art der Interessensvertretung stellen lockere Koordinationsstellen dar, die für Einsprecher bei Genehmigungsverfahren einen Informationsaustausch organisieren (z.B. Koordinierungsstelle Genehmigungsverfahren des Öko-Instituts/BUND /66/). Sie unterstützt einzelne Einsprecher in Genehmigungsverfahren.

Die Meinungsverschiedenheiten bei Genehmigungsverfahren nach dem BlmSchG (Chemleanlagen, Lager, etc.) lassen sich grob zusammenfassen:

- Stand der Technik (Immissionsminderungstechniken, Sicherheitstechnik, Meßtechnik, etc.),
- Grenzwerte,
- Isolierte Betrachtungsweise versus ökosystemare Betrachtung (indirekte Folgewirkungen),
- Berücksichtigung von Synergismen, Antagonismen,
- Störfallszenarien (größter anzunehmender Störfall),
- Bewertung von Nutzen der entsprechenden wirtschaftlichen Tätigkeit (Chemiepolitik, Technologiefolgenabschätzung).

#### **4.1.2 Gefahrguttransport**

Beim Gefahrguttransport existiert kein, dem Anlagenrecht vergleichbares Genehmigungsverfahren. Die verwendeten Transportmittel müssen in ihrer Bauart zugelassen sein und werden regelmäßig auf ihre sichere Funktion hin überprüft. Der Umfang der gefährlichen Güter, die zu Luft, Wasser, Schiene und Straße transportiert werden dürfen, ist in einschlägigen Vorschriften festgelegt. Sollen andere gefährliche Güter transportiert werden, so bedarf es einer Sondergenehmigung, die der Verkehrsminister erteilt. Eine Beteiligung der Öffentlichkeit ist dabei nicht vorgesehen. An der Diskussion über Risiken sind u. a. im Zusammenhang mit der Erstellung von Vorschriften zur Regelung des Gefahrguttransports beteiligt:

- Spediteure (z.B. Bundesbahn, Reedereien, Fluggesellschaften),
- Behörden (z.B. Verkehrsminister),
- Hersteller gefährlicher Güter,
- Hersteller von Transportmitteln für gefährliche Güter (z.B. Kraftfahrzeughersteller, Werften),
- Experten (z.B. Fachbehörden für Bauartzulassung, Feuerwehr, Versicherer).

Die kontroverse Diskussion erfolgt in der Regel auf Expertenebene. Meinungsverschiedenheiten beziehen sich auf:

- Unfallszenarien (mechanische und thermische Beanspruchung der Gefahrgutumschließung im Unfall),
- Sicherheitstechnik an den Gefahrguttransportmitteln ("Sicherheitsphilosophie"),
- Einstufung von gefährlichen Gütern (Klassifizierung).

Da Gefahrguttransporte grenzüberschreitend sein können, erfolgt die Diskussion auch im internationalen Rahmen.

Neben der oben skizzierten Expertendiskussion wird über Risiken von Gefahrguttransporten diskutiert auf lokaler Ebene bei:

- Ansiedlung von Industrien, die Gefahrguttransporte nach sich ziehen,
- Festlegung von Gefahrguttransportwegen.

An dieser Diskussion beteiligen sich kommunale Behörden, betroffene Bürger, Gefahrgutproduzenten oder Konsumenten, Spediteure. Die Interessen sind identisch mit denen unter Kapitel 4.1.1 beschriebenen.

Insbesondere tragen spektakuläre Unfälle (z.B. Öltankerunglück in Alaska /67/, Tankwagenunglück in Herborn) zur verstärkten öffentlichen Diskussion über Gefahrguttransporte bei.

#### **4.1.3 Verbraucherschutz und Verbraucheraufklärung**

Die an der Diskussion über Risiken aus chemischen Produkten beteiligten Gruppen sind so vielfältig wie die Anwendungsbereiche der chemischen Stoffe. In Übereinstimmung mit der in Kapitel 3 vorgenommenen Abgrenzung wird sich hier auf die

Risiken durch Fremdstoffe in Nahrungsmitteln beschränkt. Die Risikodiskussion in diesem Teilbereich kann jedoch als beispielhaft auch für andere Anwendungsbereiche angesehen werden, weil die Diskussion einerseits schon sehr lange geführt wird, andererseits einen unmittelbaren Bezug zum "Schutzobjekt" Menschen haben.

In der Risikodiskussion um Nahrungsmittel sind zwei Ebenen zu unterscheiden:

1. Expertendiskussion über Vorschriften zu Regelungen von Fremdstoffen in Nahrungsmitteln, und
2. öffentliche Diskussion über Nahrungsmittelqualität, Schadstoffe in Nahrungsmitteln.

An der Expertendiskussion, die zulässige Behandlungsmethoden und Zusätze, Restmengen und Schadstoffe (Grenzwerte), Lagervorschriften, etc. festlegen, beteiligen sich:

- Nahrungsmittelproduzenten,
- Lebensmittelüberwachungsbehörden (Gesundheitsbehörden)- Experten (Ernährungswissenschaftler, Landwirtschaftsexperten, Toxikologen, Ärzte, Tierärzte),
- Verbraucherschutzverbände.

Meinungsverschiedenheiten bestehen über Grenzen der Belastung von Lebensmitteln durch Schadstoffe (Höchstmengenverordnung), Art und Umfang der Verwendung der Zusatzstoffe, Betrachtung von synergistischen und antagonistischen Zusammenhängen verschiedener Schadstoffe/Zusatzstoffe und methodische Fragen wie z.B. statistische Ermittlung von Verzehrgewohnheiten und epidemiologische Aussagen zur Festlegung von Wirkungsgrößen.

Die in der Öffentlichkeit geführte Diskussion um Nahrungsmittelqualität und Schadstoffe in der Nahrungskette umfasst das Spektrum, angefangen vom Landwirt bis zu Vertretern von Religionsgemeinschaften, die in bestimmten Ernährungswesen bzw. Nahrungsmittelqualitäten wesentliche Größen für das menschliche Zusammenleben sehen. In fast regelmäßigen Abständen schaltet sich die Presse ein: Nitrosamine im Bier, Glycol im Wein, Hormone im Fleisch, Schwermetalle in Gemüse und Getreide und Nitrat auf dem Salat sind nur einige Beispiele aus jüngster Vergangenheit, die die Gemüter erregt haben. Und dies zu Recht? Die öffentliche Diskussion über Nahrungsmittel ist getragen von einer hohen Verunsicherung. Zunehmend wird die industrielle Einheitsgeschmacksproduktion skeptisch beurteilt. So beteiligen sich am Thema "Gift in der Nahrung" eine entsprechend große Anzahl von Gruppen. Beispiele hierfür sind:

- Nahrungsmittelproduzenten, Landwirte, Tierzüchter,
- Nahrungsmittelhandel,
- Lebensmittelüberwachung, Gesundheitsämter,
- Ärzte, Tierärzte, einschlägige Wissenschaftler,
- Verbraucherverbände, Umweltschutzverbände, Gewerkschaften,
- politische Parteien, Religionsgemeinschaften.

Die Standpunkte sind extrem unterschiedlich. Der Presse kommt in ihrer Funktion als Aufklärungsmedium eine für das Konsumverhalten entscheidende Bedeutung zu. Mit wachsendem Umweltbewußtsein wächst auch die Bereitschaft, sich hinsichtlich seiner Verzehrsgewohnheiten umzustellen. Die Medien geraten dadurch mitunter in einen Widerspruch als Aufklärungsorgan einerseits und Werbeträger andererseits.

Selbst etwa fünf Jahren ist hinsichtlich chemischer Produkte und den mit ihrer Herstellung und Verteilung verbundenen Risiken eine verstärkte öffentliche Debatte unter dem Stichwort "Chemiepolitik" aufgekommen /54/, /6/. Getragen von der Erkenntnis, daß durch die industrielle Produktion immer mehr chemische Stoffe in die Ökosphäre gelangen und die damit verbundenen Risiken in ihrer Gesamtheit nicht annähernd abgeschätzt werden können, ist die Forderung entstanden, insbesondere gefährliche Chemikalien nur noch nach eingehender Prüfung und wenn sie nicht durch andere unbedenkliche Stoffe ersetztbar sind, in die chemische Produktion zu übernehmen /52/. Im Kern geht es also um die Forderung nach der Bewirtschaftung von chemischen Stoffen, d.h. sie sollen nur noch dann zur Anwendung kommen, wenn sie unverzichtbar sind. Als Entscheidungsmaßstab wird der sog. "soziale Nettonutzen" eingeführt, der eine Abwägung des Nutzens eines chemischen Stoffes mit seinen Risiken über die gesamte Lebensdauer voraussetzt. Diese radikale Forderung einer bedarfsoorientierten Produktion und Verteilung von Chemikalien ist von Umweltgruppen entwickelt, aber mittlerweile auch von den etablierten politischen Parteien /38/, /49/ übernommen worden. Die chemische Industrie bestreitet die Notwendigkeit einer "Chemiepolitik", insbesondere die Festlegung der Produktpalette und Produktionsweisen durch Dritte. Die Regulation sollte durch Marktmechanismen und die Eigenverantwortung der Industrie erfolgen, eine weitgehende Verbraucheraufklärung wäre dafür vorausgesetzt /86/. Dem wurde seitens der Umweltgruppe entgegengestellt, daß der Verbraucher den produktvermittelten Nutzen stets höher bewerten würde als die mit der Herstellung verbundenen Risiken, da die kollektiv verteilt seien. Der Marktmechanismus könnte den gewünschten Effekt zur Zurückdrängung gefährlicher chemischer Stoffe nicht bewerkstelligen. In der geführten Diskussion wurde Einstimmigkeit zunächst über folgende Punkte erreicht: (Stand 1987) /54/, /6/

- Zur Bewertung von chemischen Stoffen müssen Kriterien geschaffen werden, die insbesondere auch das Zusammenwirken mehrerer Stoffe (Synergismen) berücksichtigen.
- Die Kenntnisse über die chronischen Wirkungen chemischer Stoffe (Dosis-Wirkungsbeziehungen) müssen vertieft werden.
- Es müssen Modelle zur Bewertung von ökotoxischen Wirkungen entwickelt werden.
- Es müssen Abgrenzungskriterien für gefährliche Stoffgruppen, z.B. chlorierte Kohlenwasserstoffe, entwickelt werden.
- Der Verbraucher muß verstärkt über die Risiken chemischer Produkte aufgeklärt werden.
- Die Eigenverantwortung der Industrie muß durch (staatliche) Kontrollen ergänzt werden.

Kontroversen bestehen bei der:

- Frage, wer eine Nutzen/Risikobetrachtung vornehmen soll.
- Welcher Art und welchem Umfang die Betreiber unabhängige (staatliche) Kontrolle der Industrie haben soll.
- Ob die "sanfte" Chemie (z.B. Naturstoffchemie) eine allgemein gültige Alternative zur gegenwärtigen praktizierten Chemie darstellt.

#### **4.1.4 Globale Umweltwirkungen**

An der Auseinandersetzung über globale Umweltwirkungen sind direkt beteiligt:

- Produzenten einschlägiger chemischer Stoffe,
- Betreiber von Anlagen, die diese Stoffe in großem Umfang emittieren,
- Experten,
- Behörden, die für internationale Regelungen zur Einschränkung dieser Stoffe zuständig sind.

Die Diskussion findet in der Regel unter Experten statt. Sie ist gekennzeichnet durch z. T. hohe Unsicherheiten bei der Prognose der Auswirkungen der betrachteten Stoffe. Vielfach stehen auch methodische Untersuchungsfragen im Vordergrund. Meinungsverschiedenheiten treten bei der Wahl der Untersuchungsmethode (Modellbildung) und der Bewertung der Ergebnisse auf. In der öffentlichen Diskussion über globale Umweltwirkungen beteiligen sich alle für den gesellschaftlichen Prozeß verantwortlich fühlenden Gruppierungen wie z.B.:

- politische Parteien,
- Gewerkschaften,
- Umwelt- und Naturschutzverbände,
- Industrieverbände,
- Religionsgemeinschaften.

Die öffentliche Behandlung des Themas spiegelt, hinsichtlich der Bewertung der Folgen, die extremen Standpunkte der apokalyptischen Endzeitprognose bis hin zur Verharmlosung der Effekte wieder. Die Bewertungen reflektieren das gesamte Spektrum politisch gesellschaftlicher Wertvorstellungen. Die Konflikte werden im Rahmen der allgemeinen politischen Auseinandersetzung ausgetragen.

#### **4.2 Ursachen der Kontroverse und Lösungsansätze**

Die Ursachen der Kontroverse über Risiken und Nutzen chemischer Produktionen und Produkte können grob in drei Gruppen klassifiziert werden. Eine Quelle für die Konflikte ist der unterschiedliche Informationsstand, der an der Risiko-Kommunikation beteiligten Gruppen, eine zweite Ursache liegt in der Art und Weise, wie die Akteure der Gruppen im Risiko-Kommunikationsprozeß miteinander umgehen, und schließlich ist die dritte Ursache in den Interessensgegensätzen der Beteiligten zu sehen. Diese können als Wertvorstellungsprobleme identifiziert werden. Wie bereits in Kapitel 1 ausgeführt, können diese Probleme mit Hilfe der Risiko-Kommunikation nicht ausgeräumt, aber auf ihren realistischen Kerngehalt reduziert und damit leichter handhabbar gemacht werden.

#### **4.2.1 Informationsdefizite**

##### **Datenlage**

Die an der Risiko-Kommunikation beteiligten Gruppen verfügen über einen unterschiedlichen Informationsstand bezüglich wichtiger Daten zur Beurteilung der Risiken, aber auch des Nutzens. Dabei sind zwei Ebenen zu unterscheiden:

1. Daten über Stoffe, Verfahren, die für die Erreichung der wirtschaftlichen Ziele der Unternehmung (Herstellung und Vermarktung eines Produktes) notwendig sind.
2. Daten, die für eine Riskobewertung der Unternehmung erforderlich wären.

Der Datenumfang zu 1. ergibt sich aus der Notwendigkeit der Sache, z.B. aufgrund des Betriebes einer Anlage und aus gesetzlichen Anforderungen, z.B. durch das Chemikallengesetz und durch Vorschriften des technischen Regelwerks.

Der Datenumfang zu 2. geht über den zu 1. hinaus. Je nach Anspruch an die Genauigkeit der Risikoausage ist diese Datengruppe ohne feste Abgrenzung. Als Grenze kann die wissenschaftliche Erkenntnis zu einem bestimmten Zeitpunkt einerseits, die (willkürliche) Grenzziehung durch Verständigung der an der Risikodiskussion beteiligten Gruppen andererseits gesehen werden. Der Betreiber/Produzent verfügt immer über die Daten der Ebene 1, meistens auch noch über weitergehende Daten der Ebene 2. Im Genehmigungsverfahren müssen ein Teil der Daten der ersten Ebene den Behörden mitgeteilt werden. Sie sind mit Einschränkung dann auch der Öffentlichkeit zugänglich. Die Einschränkungen werden mit dem Schutz von Betriebs- und Geschäftsgeheimnissen begründet. Experten besitzen Daten aus der Ebene 2, verfügen aber nicht notwendigerweise über den vollständigen Datensatz der ersten Ebene. Es besteht also in der Reihe: Betreiber - Behörde - Bürger ein deutliches Datengefälle, welches auch, in veränderter Art, zwischen Betreiber - Experte anzutreffen ist. Dieses Datengefälle ist häufig eine der Grundquellen für Kontroversen, da durch den Mangel an Informationen die Erkenntnis abnimmt und das "vertrauensbedingte Glauben" anfängt.

##### **Störfallszenarios**

Bei Unfall/Störfallrisiken steht die Frage im Vordergrund, welche Ereignisse noch im Bereich des vernünftigen liegen, mit welchen Ereignissen noch gerechnet werden muß. Dies ist eine Frage nach der Eintrittswahrscheinlichkeit eines definierten Schadens. Die Betrachtungen werden als Störfallszenarien bezeichnet. Den gesetzlich lassen sich z.B. bei einem Flüssigchlorlager nur sehr wenige Ereignisse ausschließen, die nicht zur gesamten Freisetzung des Inventars führen und damit ggf. eine Katastrophe auslösen (z.B. Flugzeugabsturz auf das Lager). Wird aber die "praktische Vernunft" als Maßstab angelegt, so bleiben nur wenige Ereignisse übrig, die zu einem Störfall dieser Kategorie führen können. Man stützt sich dabei auf die "Erfahrung". Abgesehen von öffentlich zugänglichen Unfall/Störfallstatistiken und Auswertungen ist diese "Erfahrung" eine Domäne des Anlagenbetreibers, d.h. er wird bei der Grenzziehung nach der "praktischen Vernunft" stets die besseren Argumente haben. Dies ist nur teilweise ein Datenproblem (z.B. Störfalldaten), da die Betriebserfahrung

oft nicht quantifiziert werden kann. Die Weitergabe dieser Informationen für Szenarien ist somit mit einem Problem des Vertrauens in die Quelle der Information verknüpft. Um das Kriterium "praktische Vernunft", welches vom Bundesverfassungsgericht im sogenannten "Kalkar-Urteil" (vgl. /4/) eingeführt wurde zu präzisieren, hat das OVG-Lüneburg in einer Entscheidung zu einem Flüssiggasterminal befunden, daß alle in der Vergangenheit vorgekommenen vergleichbaren Unfälle bei Planung, Bau und Betrieb berücksichtigt und entsprechende Vorsorgemaßnahmen getroffen werden müssen /68/. Diesem retrospektiven Grundsatz entspricht das Vorgehen in der Unfallverhütungswissenschaft. Problematisch ist dieser Ansatz bei Risiken, für die es keine vergleichbaren Unfälle in der Vergangenheit gab. Dies ist als sogenanntes "low probability - high consequences" - Problem in die Literatur eingegangen, es geht um die seltenen katastrophalen Unfälle (vgl. /2/). Zur Lösung dieses Problems können nur systemanalytische Ansätze Abhilfe schaffen, die aus dem Versagen von Teilsystemen in ihrer logischen Verknüpfung mit der gesamten Anlage Rückschlüsse auf mögliche Konsequenzen eines seltenen Ereignisses zulassen. Inwieweit derartige Methoden, die insbesondere für kerntechnische Anlagen entwickelt wurden, auch für verfahrenstechnische Anlagen der Chemie anwendbar sind, wird zumindest von Betreibersseite teilweise bestritten (vgl. /69/). Dazu wird ausgeführt, daß die Eingangsdaten in systemanalytischen Verfahren für verfahrenstechnische Anlagen nicht in dem erforderlichen Umfang und der entsprechenden Qualität zur Verfügung ständen. In der Tat existieren z. Z. noch wenige Ausfallratensammlungen, die hinsichtlich Medienbeaufschlagung, Betriebsbelastungen und Einbauarten spezifisch sind. Daraus kann jedoch nicht geschlossen werden, daß quantifizierende Risikoanalysen bei Chemieanlagen nicht durchführbar sind. Einerseits sind die Anlagenteile, bei deren Medienbeaufschlagung, Betriebsbelastungen eine Rolle spielen, nur eine Teilmenge aller Anlagenteile, andererseits sind in der jüngsten Vergangenheit gerade im Chemieanlagenbereich Ausfallratensammlungen angelegt worden, die diese spezifischen Einflüsse berücksichtigen /87/. Der Mangel an geeigneten Daten ist nicht zuletzt ein Ergebnis der ablehnenden Haltung der Betreiber gegenüber diesen quantifizierenden Methoden. Neben der Furcht, daß Risikobetrachtungen im Rahmen von Genehmigungsverfahren obligatorisch werden könnten, fallen die hohen Kosten solcher Studien ins Gewicht. Aus diesem Grund sind Risikoanalysen in der verfahrenstechnischen Industrie in der Bundesrepublik Deutschland selten anzutreffen. In anderen Ländern, z.B. den Niederlanden, werden quantitative Risikoanalysen für gefährliche Anlagen (Anlagen nach der Seveso-Richtlinie /70/) regelmäßig im Genehmigungsverfahren vorgeschrieben /71/. Kontroversen über Störfallszenarien treten in erster Linie bei Produktionsanlagen und beim Transport gefährlicher Güter auf. Aber auch bei der Bewertung von toxischen Gefahren für Mensch und Umwelt spielen Expositionsszenarien eine nicht unwesentliche Rolle. Nur steht bei dieser Betrachtung nicht der Streit um die Einfachheit im Vordergrund, sondern die szenarische Berücksichtigung von z.B. Risikogruppen.

### Methodische Ansätze

Informationsdefizite können sich auf methodische Ansätze zur Ermittlung der Risiken und ihrer wissenschaftlichen Begründung beziehen. Hinzu kommen unterschiedliche "Philosophien" wie z.B. in der Sicherheitstechnik das "Trial and Error-Prinzip"

welches besagt, daß ein Verfahren, ohne es in letzter Konsequenz wissenschaftlich zu durchdringen, in der Praxis ausprobiert wird und im Fall des Versagens der Schaden in Kauf genommen wird. Dieses Prinzip kann dann nicht mehr angewandt werden, wenn im Versagensfall die zu erwartenden Schäden katastrophale Ausmaße annehmen, insbesondere wenn Schäden an Leben und Gesundheit von Menschen oder irreversible Schäden an der Umwelt zu erwarten sind. Bei derartigen Gefahrenpotentialen können zur Prognose des Anlagenverhaltens nur systemanalytische Methoden angewendet werden. Bei der stofflichen Betrachtung widerstreiten die Annahmen, daß ein Stoff solange als unbedenklich angesehen wird bis das Gegenteil nachgewiesen ist, welchem die Umkehrung entgegensteht. Vergleichbar der Abwendung vom "Trial and Error- Prinzip" bei großen Gefahrenpotentialen ist die Auffassung, daß angesichts der Fülle chemischer Verbindungen bei der gezielten Neusynthese chemischer Stoffe von Struktur-Eigenschafts-Beziehungen ausgegangen werden soll und nicht das Stoffscreening angewendet werden soll, wobei erst eine Vielzahl von Stoffen synthetisiert werden und danach diejenigen mit den gesuchten Eigenschaften ausgewählt werden. Derartige fundamentale Gegensätze können Quellen für Kontroversen darstellen.

#### **4.2.2 Kommunikationsbedingungen**

Die Art und Weise, wie die Beteiligten an der Risiko-Kommunikation teilnehmen, kann ebenfalls Ursache für Kontroversen sein. Da die Akteure Menschen sind, gehen alle Gesichtspunkte von Kommunikationshemmnissen in diese Betrachtung ein, wie z.B.:

- Mißtrauen in die Informationsquelle,
- Ignoranz der Informationsquelle,
- autoritäres Verhalten der Akteure,
- Profilierungsbedürfnis der Akteure,
- mangelnde Ehrlichkeit und verdeckte wahre Interessen.

Hinzu kommen Schwierigkeiten durch eine wissenschaftliche oder juristische überfrachtete Sprech- und Darstellungswweise, die zu einer Interferenz der Information von Sender und Empfänger führen. Die o. g. Parameter gelten für die direkte Kommunikation zwischen den Kontrahenten z.B. bei der Anhörung im Genehmigungsverfahren. Findet die Kommunikation über die Medien statt, bestehen viele Möglichkeiten zur Kommunikationsverzerrung und Erschwerung, z.B. Sensationspresse, selektive Auswahl von Informationen, fehlerhafte Informationen.

#### **4.2.3 Wertvorstellungen, Chemiepolitik**

Ein großer Teil der Ursachen von Kontroversen liegt in den unterschiedlichen Wertvorstellungen der Beteiligten. Diese beziehen sich z.B. auf:

- Definition der Schutzziele,
- Bewertung von Stoffen (Grenzwerte),
- Bewertung von Nutzen/Risiko-Verhältnissen.

Schutzziele haben sich historisch entwickelt. Zum unmittelbaren Schutz von Leib und Leben des Menschen ist nach und nach der Schutz der Umwelt getreten, von dem die Lebensbedingungen des Menschen mittelbar bestimmt werden. Über Art und Ausmaß des Schutzes der Umwelt bestehen Kontroversen (vgl. /3/). Je nach individueller Bewertung werden die Grenzen festgelegt. Betreiber/Produzenten verfolgen mit ihrer Tätigkeit in erster Linie wirtschaftliche Ziele. Naturressourcen und Umweltmedien werden dafür genutzt. Der Nutzen aus der wirtschaftlichen Tätigkeit kommt dem Betreiber zu. Der möglicherweise davon betroffene Anwohner in der Nähe einer chemischen Produktionsanlage bewertet für sich nur die Risiken. Es kann also eine Nutzen-Risiko-Verteilung als ungerecht empfunden werden. Dies ist häufig die Ursache für Kontroversen. Diese Betrachtung gilt insbesondere für Risiken aus Störfällen, da einer Gruppe von Menschen zusätzliche Risiken zugemutet werden, der Nutzen aber nur der Firma oder indirekt der Allgemeinheit durch die Produkte zukommt. Bei der individuellen Bewertung von Nutzen und Risiko bei chemischen Produkten kann das Verhältnis genau umgekehrt sein. Es wird der Produktnutzen unmittelbar erkannt, war er ja Grund für die Kauf- oder Anwendungsentscheidung, aber die mit der Herstellung und Verteilung verbundenen Risiken werden nicht oder nur unzureichend wahrgenommen. Dies hat im Rahmen der Chemiepolitikdebatte (vergl. Kap. 4.1.3) die Vorstellung eines "sozialen Nettonutzen-Maßstabes" für die Entscheidung über das Chemikalienangebot entstehen lassen. Dabei stehen die (extremen) Wertvorstellungen "Chemiefreie Welt" und "Freie Welt durch Chemie" gegenüber. In die individuelle Bewertung von Gesundheitsrisiken durch chemische Produkte gehen eine Reihe von Gesichtspunkten ein, z.B. Umweltbewußtsein, philosophische und religiöse Haltungen, aufgezwungenes und freiwillig aufgenommenes Risiko, unmittelbarer persönlicher Nutzen, Gewohnheiten. Insbesondere die weltanschaulich geprägten Gesichtspunkte sind Quellen für kaum zu überbrückende Kontroversen.

#### 4.2.4 Lösungsansätze

Die Bedeutung der Kommunikation über Risiken bei Produktion und Anwendung chemischer Produkte für den sachgemäßen Umgang wurde schon sehr früh erkannt und praktiziert. Dabei standen die Arbeitnehmer in der Chemischen und Verarbeitenden Industrie im Vordergrund. Nicht zuletzt durch Drängen der Gewerkschaften zur Reduzierung der Arbeitsunfallzahlen wurden institutionalisierte Wege der Risiko-Kommunikation geschaffen. Diese finden im Arbeitsbereich statt bei:

- gewerbliche Berufsgenossenschaften,
- Senatskommissionen für die Bewertung gefährlicher Arbeitsstoffe (MAK-Kommission),
- technische Ausschüsse nach der Gewerbeordnung,
- Ausschüsse der normengebenden Organisationen (z.B. DIN, VDI, VDE),
- Innerbetriebliche Gruppen, z.B. Qualitätszirkel.

Die Bedeutung der Aufklärung der Arbeitnehmer oder (industriellen) Anwender ist allgemein anerkannt, wird doch den Fragen der Betriebsorganisation wesentliche Bedeutung zur Unfallprophylaxe zugemessen. Kommunikation über Risiken von chemischen Produkten zwischen Produzent und Anwender erfolgt über individuelle Be-

ratung (Serviceleistung der Chemischen Industrie) und Datenaustausch z.B. Sicherheitsdatenblätter. Der Datenaustausch erfolgt streng anwendungsbezogen. Endverbraucher (z.B. private Haushalte) werden über Etikette, Beipackzettel, Info-Broschüren über Risiken informiert (vgl. Regelungen zur Kennzeichnungspflicht von Inhaltsstoffen bei chemischen Produkten, Umweltzelchen). Eine Form der Risiko-Kommunikation stellt auch das Anhörungsverfahren im Genehmigungsverfahren dar. Während die Risiko-Kommunikation der unmittelbar Beteiligten im Arbeitsprozeß als zumindest theoretisch ausreichend angesehen werden kann (wenn die Vorschriften eingehalten werden), ist die Information der mittelbar Betroffenen unzureichend. Die Möglichkeiten echter Risiko-Kommunikation werden dabei nicht ausgeschöpft. Für den Umweltbereich sind erst wenige Gruppen/Gremien geschaffen worden, in denen eine derartige Kommunikation stattfinden kann. Beispiele sind hierfür:

- Gefahrstoffausschuß,
- Beirat zur Lagerung und Transport wassergefährdender Stoffe,
- Störfallkommission.

Große Schwierigkeiten machen die Bestimmungen des Betroffenheitsgrades, d.h. wer soll wie beteiligt werden. Die angeführten Ausschüsse, Kommissionen, Gruppen sind fast ausschließlich Expertengremien, in denen aber z. T. auch Vertreter gesellschaftlicher Gruppierungen sind. Auf die Schwierigkeiten des Meinungsbildungsprozesses innerhalb der Interessensvertretungsgruppen sei hingewiesen. Die direkte Kommunikation zwischen Betreiber/Produzent und der Allgemeinheit oder Gruppen von Menschen finden noch nicht in ausreichendem Maße statt. Einerseits werden zwar aufwendige Anzeigenkampagnen durchgeführt (z.B. Anzeigenkampagne des VCI /72/), andererseits tut breite Diskussion mit der Bevölkerung Not. Dazu der Sachverständigenrat für Umweltfragen /2m/:

"In diesem Zusammenhang zwischen umweltrelevanten Einstellungen und umweltbezogenem Verhalten hat in den letzten Jahren die Frage nach der Wahrnehmung und Akzeptanz der mit bestimmten Techniken verbundenen ökologischen und auch sozialen Risiken sichtbar an Bedeutung gewonnen. In Wirtschaft, Wissenschaft und den Medien wird eine vermeintliche breite Technikskepsis in der Bundesrepublik Deutschland intensiv diskutiert; im politischen Raum gewinnt die Technologiefolgenabschätzung einen wachsenden Stellenwert ... Die vorhandenen Informationen lassen den Schluß zu, daß im Gegensatz zu den beiden Jahrzehnten nach dem 2. Weltkrieg, in denen der technische Fortschritt im wesentlichen mit sozialem Fortschritt gleich gesetzt wurde, die Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland heute differenzierter denkt: Die Ambivalenz des technischen Fortschritts, die Tatsache, daß er Vorteile wie Nachteile mit sich bringt, wird von einem wachsendem Anteil der Bevölkerung erkannt und auch artikuliert ... Die sich durchsetzende differenziertere Betrachtungsweise erfordert eine systematisch durchgeführte Technikfolgenabschätzung und eine breite öffentliche Diskussion über Risiken und Chancen einzelner technischer Entwicklungslinien, die, weil die Umweltwirkungen immer einen breiten Raum einnehmen dürfen, auch für die Umweltpolitik bedeutsam sind."

## **5. Risiko-Kommunikation in der Europäischen Gemeinschaft und den USA**

### **Risiko-Kommunikation in der EG bei gefährlichen Industrieanlagen**

Bei gefährlichen industriellen Tätigkeiten, die in der EG-Richtlinie 82/501/EWG von 1982 abschließend definiert sind, wird in Artikel VIII die Information der durch einen Störfall möglicherweise betroffenen Nachbarn einer Anlage vorgeschrieben. Dabei waren die Vorgaben der Richtlinie über Inhalt und Informationswege nicht näher präzisiert. Bei der europaweiten Umsetzung der Richtlinie wurde festgestellt, daß der Informationspflicht nur sehr schleppend und innerhalb der Gemeinschaft uneinheitlich entsprochen wurde /73/. In der zweiten Änderung der Richtlinie (88/610/EWG) von 1988 wurde dem durch eine weitergehende Präzisierung des Artikel VIII Rechnung getragen. Das passive Informationsrecht der Bevölkerung und der Behörden wurde in eine aktive Informationspflicht der Betreiber und Behörden umgewandelt. Insbesondere ist künftig (2. Änderung der Richtlinie tritt am 01.06.1990 in Kraft) umzusetzen: "Einzelheiten, die der Öffentlichkeit in Anwendung von Artikel VIII Absatz 1 mitzutellen sind:

- a. Name des Unternehmens und Angabe des Standorts.
- b. Bezeichnung der Person, die die Information gibt, nach ihrer Stellung.
- c. Bestätigung, daß für den Standort die Rechts- und/oder Verwaltungsvorschriften zur Umsetzung der Richtlinie gelten, und daß die Mitteilung gemäß Artikel 5 oder zumindest die in Artikel 9 Absatz 3 vorgesehene Erklärung der zuständigen Behörde vorgelegt wurde.
- d. Einfache Erläuterung der Tätigkeit, die an dem Standort ausgeübt wird.
- e. Gebräuchliche Bezeichnung oder, bei einer unter Anhang II Teil II fallenden Lagerung, generische Bezeichnung oder allgemeine Gefährlichkeitsstufe der an dem Standort befindlichen Stoffe oder Zubereitungen, die einen schweren Unfall verursachen könnten, sowie Angabe ihrer wesentlichen gefährlichen Eigenschaften.
- f. Allgemeine Unterrichtung über die Art der Gefahr von schweren Unfällen, einschließlich ihrer potentiellen Wirkungen auf Bevölkerung und Umwelt.
- g. Hinreichende Auskünfte darüber, wie die betroffene Bevölkerung gewarnt und über den Verlauf eines Unfalls fortlaufend unterrichtet werden soll.
- h. Hinreichende Auskünfte darüber, wie die betroffene Bevölkerung beim Eintreten eines Unfalls handeln und sich verhalten soll.
- i. Bestätigung, daß das Unternehmen die geeigneten Maßnahmen am Standort, einschließlich der Verbindung zu den Notfalddiensten zu treffen hat, um für Unfälle gerüstet zu sein und deren Wirkung so gering wie möglich zu halten.

- j. Angabe des standortexternen Notfallplans, der für die Unfallauswirkungen innerhalb des Standorts ausgearbeitet wurde. Dieser soll auch Ratschläge für die Zusammenarbeit im Rahmen der Anweisungen oder Bitten der Notdienste bei einem Unfall enthalten.
- k. Einzelheiten darüber, wo unter Berücksichtigung der in den einzelstaatlichen Rechtsvorschriften niedergelegten Geheimhaltungsauflagen weitere Informationen eingeholt werden können."

Um die Fragen der effektiven Kommunikation über Risiken aus Anlagen zu lösen, sind in verschiedenen europäischen Staaten Untersuchungen zu Risiko-Kommunikation durchgeführt worden. Eine aktuelle Übersicht wird in /74/ gegeben.

Dabei hat sich ergeben, daß:

- die offene Information der Bevölkerung über die Risiken als allgemein notwendig anerkannt wird
- die Bevölkerung durch die Information in der Regel nicht verschreckt wird
- das Interesse der Bevölkerung an der Information im Einzelfall vergleichsweise gering ist.

Insbesondere auf Behördenseite wird auf optimale Informationsbedingungen Wert gelegt. Wenig hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, daß die Informationen der Betroffenen noch nicht gleichbedeutend mit der Kommunikation ist. Ansätze des "public learning" werden in Frankreich theoretisch diskutiert /75/, in Dänemark /76/ im Rahmen der Umsetzung der EG-Richtlinie erörtert und in den Niederlanden /77/ wurden anhand von zwei Fallstudien Risiko-Kommunikationsstrukturen erprobt. Dabei hat sich die kooperative Zusammenarbeit lokaler Behörden, der Betreiber und der Gefahrenabwehrkräfte (Feuerwehr, Polizei) als unerlässliche Voraussetzung für die effektive Risiko-Kommunikation erwiesen. In der dänischen Studie wurde die Bedeutung der Beteiligung der Bevölkerung in Anhörungen unterstrichen. Die Ergebnisse der niederländischen Studie zeigen eine hohe Effizienz durch einen zweistufigen Informationsprozeß mit integrierter Öffentlichkeitsanhörung. (Stufe 1: Information an alle potentiell Betroffenen, Stufe 2: zusätzliche Information auf Anfrage). Die Notwendigkeit zur Optimierung der Risiko-Kommunikation wird in nahezu allen Staaten gesehen, über entsprechende Programme der Erforschung wird in F, NL, UK, DK, I berichtet. Seltens der Betreiber gefährlicher Anlagen wurde vom europäischen Chemieverband das Programm CICERO (Communication between the Chemical Industry and the Community on Emergency Response Organization) aufgelegt. Im Rahmen dieses Programms sind Kommunikationsvorstellungen der Chemischen Industrie mit den Behörden und der Bevölkerung und untereinander entwickelt worden /85/. CICERO ist ein Rahmenprogramm, welches die Anpassung an soziale, kulturelle und rechtliche Bedingungen in den einzelnen Staaten zuläßt. Als Verpflichtung für die Betreiber wird formuliert:

- Durchführung von Risikoabschätzungen für Industrieanlagen,
- Überprüfung und Aktualisierung der betrieblichen Alarm- und Gefahrenabwehrpläne,

- Zusammenarbeit mit den lokalen Behörden bei der Erstellung umgebungsbezogener Gefahrenabwehrpläne,
- Information der lokalen Bevölkerung über relevante Aspekte der Gefahrenabwehr und generelle Aktivitäten in der Industrieansiedlung,
- Austausch von guten und schlechten Erfahrungen der Anlagenbetreiber untereinander.

Wird die Notwendigkeit der Information der Bevölkerung mittlerweile allgemein anerkannt (und ist gesetzlich vorgeschrieben), so herrscht über Art, Umfang, Informationswege und Effektivität der Kommunikation noch weitgehende Unklarheit. Gleichwohl von der Risiko-Kommunikationswissenschaft Kriterien zur Gestaltung der Kommunikation genannt werden (vgl. z.B. /78/), wurden diese Prinzipien nicht allgemein angewandt. Soziokulturelle Faktoren sind dafür wohl am meisten ausschlaggebend. Aus diesen Gründen erscheint es den einzelnen Staaten nicht erspart zu bleiben, in entsprechenden auf die nationalen Besonderheiten zugeschnittenen Detailstudien die optimalen Kommunikationsstrukturen zu ermitteln.

### **Risiko-Kommunikation in den USA**

In den USA konzentriert sich die Risiko-Kommunikation bei Industrieanlagen auf die SARA-Gesetzgebung von 1986. Im Rahmen dieser Vorschriften ist das "Community Right to know" verankert, welches der Öffentlichkeit das Recht auf bestimmte Informationen im Zusammenhang mit gefährlichen Stoffen und Anlagen gibt. Im Grundsatz wird dabei davon ausgegangen, daß alle Informationen, die die Arbeitnehmer in den betreffenden Anlagen erhalten, auch der Öffentlichkeit zugänglich sein sollen. Die Informationen, auf die die Öffentlichkeit ein Recht besitzt, wird in zwei Ebenen aufgeteilt:

- Informationen betreffend der gefährlichen Stoffe, ihrer Menge und dem Standort der Anlage sind allen zugänglich.
- Informationen detaillierter technisch-wissenschaftlicher Natur, Prozeßdaten, etc. sind auf Anfrage den Behörden zugänglich, die sie im Einzelfall an die Öffentlichkeit weitergeben können.

Die amerikanischen Bundesregelungen schreiben ein Recht fest, verpflichten aber Betreiber und Behörden nicht zur aktiven Information. Insofern sind diese Regelungen für die Risiko-Kommunikation notwendig, jedoch nicht hinreichend. Von den Bundesregelungen ist in einzelnen Bundesstaaten der Vereinigten Staaten in Richtung aktiver Information abgewichen worden (Übersicht siehe /79/).

Die amerikanische Industrie hat nach dem Bhopal-Unglück Risikoinformationsprogramme (CAER-Programme) aufgelegt /80/.

## **6. Zusammenfassende Empfehlung**

Die erweiterte industrielle Produktion in der Bundesrepublik Deutschland setzt, soll sie dauerhaft fortgesetzt werden, einen breiten gesellschaftlichen Konsens voraus. Im Bereich der Chemie, d.h. bei der Herstellung und Verwendung chemischer Pro-

dukte ist seit einiger Zeit zu beobachten, daß dieser Konsens in zunehmendem Maße schwieriger herzustellen ist. Wachsendes Umweltbewußtsein aber auch die Entwicklung alternativer Vorstellungen über die Rolle der Chemie im gesellschaftlichen Produktions- und Reproduktionsprozeß sind hierfür verantwortlich. Sowohl bei der Bewertung des Nutzens neuer (aber auch alter) chemischer Produkte, als auch bei der Bewertung der Risiken wurden erheblich gegensätzliche Positionen aufgebaut. Mängel in der Kommunikation über diese Risiken haben dazu nicht unwe sentlich beigetragen. Die Verbesserung der Kommunikation über die Risiken kann einen wertvollen Beitrag zur Pointierung der gegensätzlichen Positionen liefern und damit zur Versachlichung der Diskussion beitragen. Eine Auflösung des Konflikts Indes sollte man sich von der Risiko-Kommunikation allein nicht erwarten. Die Risiken der Chemie sind durch ihre Stoffe bedingt, solange diese in breitem Ausmaß vorhanden sind, bestehen sie grundsätzlich fort.

Um die Risiko-Kommunikation im Bereich der Chemie gestaltbar zu machen, müssen Art und Umfang der Risiken charakterisiert und dem Kreis der möglicherweise davon betroffener Menschen zugeordnet werden. Die kurSORISCHE Durchsicht der Gefahrenpotentiale der Chemie hat ergeben, daß die einzelnen Risikoquellen hinsichtlich Ihres Wirkungspotentials dem Individuum, einer bestimmten abgegrenzten Gruppe oder der Allgemeinheit zugeordnet werden können. Diese Zuordnung definiert den Rahmen für die Risiko-Kommunikation, d.h. wer muß mit wem über was reden.

Die Risikoquellen, die sich in Ihrem Wirkungspotential vorwiegend auf Individuen richten, konnten im Rahmen der vorliegenden Arbeit nur skizziert werden. Insbesondere die Bereiche: Haushaltschemikalien, Nahrungsmittel, Arzneimittel, Wasch- und Reinigungsmittel, sowie Kosmetika sollten hinsichtlich der Bedingungen für die Risiko-Kommunikation in einer gesonderten Expertise bearbeitet werden. Der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit bezieht sich auf die Bereiche: chemische Produktion, Reststoffentsorgung, Gefahrguttransport und globale Risiken. Für diese Bereiche, deren Risiko größere Gruppen oder die Allgemeinheit überziehen, konnten die Risiken angedeutet und die Probleme der Risikodiskussion dargestellt werden. Dabei hat sich gezeigt, daß insbesondere beim arbeitsbedingten Umgang mit Chemikalien effektive Risiko-Kommunikationsmodelle im Rahmen des Arbeitsschutzes bestehen und auch mit Erfolg praktiziert werden. Gleichwohl auch in diesem Bereich noch weitere Verbesserungsmöglichkeiten gegeben sind, kann er als Erkenntnisquelle für die Gestaltung entsprechender Modelle für den Bereich Umwelt angesehen werden.

### Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Aus der Analyse der Ursachen für die Hemmnisse der Risiko-Kommunikation (Kap. 4.2) können die Bereiche:

- Informationsdefizite,
- Kommunikationsbedingungen,
- Wertvorstellungen

Identifiziert werden. Daraus läßt sich weiterer F+E-Bedarf ableiten.

Um Informationsdefizite zwischen den beteiligten Gruppen auszugleichen ist zu untersuchen:

- wie der Informationsaustausch vorstatten gehen soll
- welche Informationen (Daten) für die Kommunikation auf den verschiedenen Ebenen vorhanden sein muß.

Insbesondere erscheint erforderlich, die Hemmnisse des freien Informationsflusses zwischen den Beteiligten zu untersuchen. Ein wesentliches Hemmnis ist das oft sehr weit ausgelegte Geheimhaltungsbedürfnis. Dazu erscheint es notwendig, in einer rechtlichen/politischen Expertise, Vorschläge für eine vernünftige Eingrenzung des Umfangs der Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse vorzunehmen. Das Geheimhaltungsbedürfnis ist dabei mit dem Recht auf körperliche Unversehrtheit einerseits und dem Informationsrecht des mündigen Bürgers andererseits abzuwägen.

Weiterhin scheint erforderlich klar herauszuarbeiten, welche Informationen von welchen Beteiligten benötigt werden. Anzustreben ist ein mehrstufiges Modell zu entwickeln, welches den Informationsansprüchen der beteiligten Kreise Rechnung trägt. Im Rahmen dieses Modells sollten Vorschläge entwickelt werden, welche Informationen an welche Beteiligten aktiv herangetragen werden sollen und wie dem differenzierteren Informationsanspruch (passive Informationsrechte) genügt werden kann.

Die notwendigen Untersuchungen im Zusammenhang mit den Einflüssen der Kommunikationsbedingungen sind m. E. wenig chemiespezifisch. Ebenso die auf die Verbesserung der Medienberichterstattung gerichteten Vorschläge. Auch die Probleme des Vertrauens in die Informationsquelle sind allgemeiner Natur, so daß aus der Sicht der Chemiekommunikation hier keine speziellen Anforderungen bestehen.

Hinsichtlich des Ursachenkomplexes "Wertvorstellungen" erscheint es sinnvoll die im Rahmen des Arbeitsschutzes praktizierten Risiko-Kommunikationsmodelle auf ihre Übertragbarkeit für den Umweltbereich zu prüfen. Dies setzt für die einzelnen Regelungsbereiche eine Betroffenheitsanalyse voraus, d.h. um den Kreis der an der Kommunikation zu beteiligenden Gruppen zu identifizieren muß klar sein, wer durch welchen chemischen Stoff wie bedroht wird. Aus diesen Abgrenzungen können verschiedene Modelle für die Risiko-Kommunikation entwickelt werden. Dabei erscheint es wichtig, den Kommunikationsprozeß als eine gegenseitige Wechselwirkung aufzufassen. Dies bedeutet im Kern die Entwicklung von Modellen der gesellschaftlichen Mitwirkung und Mitbestimmung. Zur Überbrückung von Wertvorstellungen durch gesellschaftliche Kompromisse erscheinen Beteiligungsmodelle ohne Alternative. Dies gilt insbesondere für die Bereiche:

- Festlegung von Schutzz Zielen (auch Grenzwerte),
- Gerechte Risiko/Nutzen-Verteilung (vgl. Chemiepolitik-Debatte).

Für den abgegrenzten Bereich der Gefahrenabwehrplanung kann Risiko-Kommunikation im Sinne eines "public learning" entscheidend für richtiges Verhalten in einem Störfall und damit überlebenswichtig sein. Für störfallrelevante Industriestandorte (z.B. Anlagen nach der Störfall-Verordnung) sollten Modelle für das "public

learning“ entwickelt werden, in die die spezifischen Bedingungen des Standortes integriert werden können.

### **An der Forschung Interessierte Gruppen**

Das Interesse an gesellschaftswissenschaftlichen Forschungsergebnissen im Bereich der Chemie ist vom konkreten Projekt abhängig. Drei Hauptgruppen von Anwendern (und auch Finanzgebern) können unterschieden werden:

1. Betreiber von Chemieanlagen, Deponien, Transportsystemen sind an konkreten, ihren unmittelbaren Bereich tangierenden Untersuchungen der Risiko-Kommunikation interessiert. Das Hauptinteresse besteht darin, daß Risiko-Kommunikation stets auch zur Verbesserung der Risikoakzeptanz beiträgt. Darüber hinaus bestehen Interesse zur Verbesserung des Verhaltens der Betroffenen bei Unfällen/Störfällen, da dadurch Schäden (Kosten) minimiert werden.
2. Behörden, die mit dem konkreten Vollzug von Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz befaßt sind. Die Behörden sind an der Optimierung der Risiko-Kommunikation u. a. im Sinne des "public learning" interessiert. Dadurch wird dem Vorsorgegesichtspunkt (Schadensbegrenzung im Störfall) Rechnung getragen.
3. Behörden, die übergeordnete staatliche Interessen verfolgen, sind an der Risiko-Kommunikation interessiert, da das rationale Element in der Diskussion über Risiken dadurch gestärkt wird. Interesse besteht im Rahmen der allgemeinen Risikosteuerung, Technologiefolgenabschätzung, Umweltverträglichkeitsprüfung, etc.

Darüberhinaus besteht bei allen Risiken, die die Allgemeinheit betreffen, auch ein öffentliches Interesse an der Risiko-Kommunikation.

## Tabellen und Bilder

Bereich	Produkte (Beispiele)
Papierindustrie	Aluminiumsulfat
Bauindustrie	Zementzusatzstoffe, Kunststoffe, Holzschutzmittel, Bitumen, Dichtungsmassen
Dienstleistungsgewerbe	Chemischer Bürobedarf (Farben, präparierte Papiere), Industriereinigungsstoffe, Klebstoffe
NE Industrie	Korund
Nahrungsmittelindustrie	Zucker, Essigsäure, Gelatine, Lebensmittelzusatzstoffe, Emulgatoren
Landwirtschaft	Düngemittel, Pestizide, Futterzusatzstoffe (Phosphate)
Private Hauhalte	Wasch- und Reinigungsmittel, Kosmetika, Pharmazeutika, Heimwerkerchemikalien
Verarbeitendes Gewerbe	Klebstoffe, Anstrichstoffe, Lacke, Schmiermittel
Automobilindustrie	Lacke, Kunststoffe
Steine- und Erdenindustrie	Säure, Laugen, Flüßmittel
Druckindustrie	Farben
Textilindustrie	Fasern, Farben
Verkehr	Petrochemische Produkte

Tabelle 1: Hauptanwendungsgebiete für chemische Produkte (Auswahl)

Anzahl der Anlagen pro Standort	Anzahl der Standorte
1	178
2 - 5	53
6 - 10	13
11 - 20	11
21 - 30	3
31 - 40	1
41 - 50	1

Tabelle 2: Konzentration von Störfallrelevanten Anlagen in Standorten

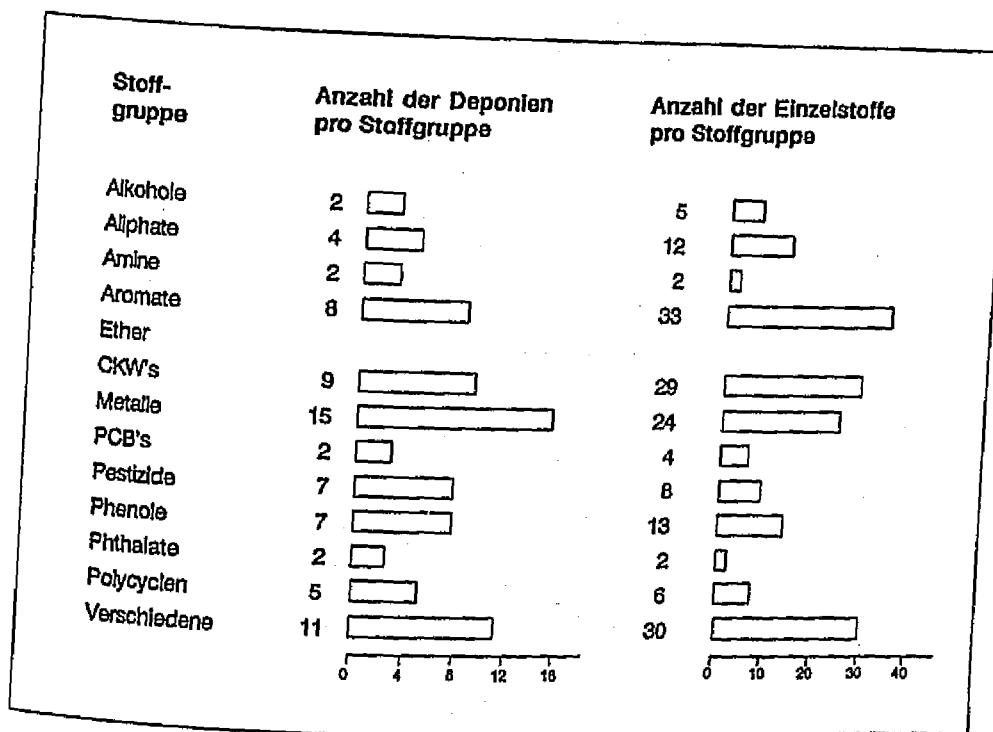


Tabelle 3: Häufigkeit verschiedener Schadstoffe in der Umgebung von Abfallablagerungen nach /81,82/ (zitiert nach /3i/)

Quelle	Pfad <sup>1</sup>	Zeitdi- mension	Wirkung <sup>2</sup> auf		
			Einzelne	Gruppen	Allgem.
Chemieanlagen (Normalbetrieb)	Luft	lang			c
	Wasser	lang		c	
	Nahrung	lang		a	c
Chemieanlagen (Störfälle)	Luft	kurz		a	
	Wasser	kurz		a	
	Brand/Ex.	kurz		a	
Chem. Produkte	Raumluft	lang	c		
	Nahrung	lang			c
	Hautkontakt	lang	c		
(Unfälle)	Raumluft	kurz	a		
	Nahrung	kurz		a	
	Hautkontakt	kurz	a		
	Brand/Ex.			a	
Gefahrgutunfälle	Luft	kurz		a	
	Wasser	kurz		a	
	Nahrung	lang		c	
	Brand/Ex.	kurz		a	
Reststoffe (Unfälle)	Luft	lang		c	
	Wasser	lang		a	
	Brand/Ex.	kurz		a	
Globale Verschmutzung	Luft	lang			c
	Wasser	lang		c	
	Nahrung	lang		a	c
Industrielle Folgewir- kungen	Wirtschaft	lang			x <sup>3</sup>
	Soziales	lang			x
	Politisch	lang			x
	Militärisch	lang			x

Tabelle 4: Betroffenheitsanalyse für chem. Stoffe mit Gefahrenpotential einschließlich indirekter Folgewirkungen

1) Der Pfad "Nahrung" bezieht sich auf die Aufnahme des Schadstoffs durch die Nahrungskette, Trinkwasser

2) Die Wirkung bezieht sich auf direkte Einwirkung. Der Abgrenzung wurde eine maximale Betroffenheit zugeordnet d. h. wenn die Allg. betroffen ist, ist auch die Gr. und die EZ betroffen.

a = akute Wirkung, c = chronische Wirkung im Regelfall (Wirkung ist stoffspezifisch); akute Wirkung kann chronische Wirkung einschließen

3) Indirekte Folgewirkungen wirken stets auf die Allgemeinheit, wenn auch best. Gruppen besonders betroffen sein können.

Beteiligte Gruppen / Individuen	Anlagen (Normalbetrieb)	Anlagen (Störfall)	Müllverbrennung	Deponie	Gefahrguttransport (Straße)	Gefahrguttransport (Wasser)	globale Risiken	Risiken aus Produkten
Betreiber von Anlagen	d	d	d	d	-	-	d	-
Produzent	-	-	-	-	i	i	d	d
Anbieter (Handel)	-	-	-	-	-	-	-	d
Spediteur	-	-	-	-	d	d	-	-
Hersteller von Anlagen / Transportmitteln	i	i	i	-	i	i	-	-
Versicherer	i	d	i	-	d	d	-	i
Genehmigungsbehörden	d	d	d	d	d	d	i	d
Überwachungsbehörden	d	d	d	d	-	-	-	d
Feuerwehr, Polizei	-	d	-	-	d	d	-	-
Gerichte	i	i	i	i	i	i	-	i
Experten	d	d	d	d	d	d	d	d
Bürger	d	d	d	d	-	-	-	d
Arbeitnehmer	-	i	-	-	i	i	-	d
Politische Parteien	i	i	i	i	i	i	i	i
Religionsgemeinschaften	-	-	-	-	-	-	i	i
Presse, Medien	i	i	i	i	i	i	i	i
Gewerkschaften	-	i	-	-	i	i	-	i
Interessensverbände (Verbraucherv., Kammern, etc.)	i	i	i	i	i	i	i	i

Tabelle 5: Übersicht über die an der Risiko-Kommunikation beteiligten Gruppen,  
d=direkt beteiligt, i=indirekt beteiligt.

		Emissionen		Staubform, anorgan. Stoffe	Dampf- oder gasförmige anorg. Stoffe		Organ.- Stoffe
		Staub	Gas/luft		Schwefeloxide	Stickstoffoxide	
Emissionsarten							
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	<p><b>Landwirtschaft</b></p> <p>Gewerb. Elternhalt., Gewerb. Tierhaltung</p> <p><b>Forstwirtschaft</b></p> <p>Fischerei, Fischzucht</p>						
Energie- und Wasserversorgung	<p><b>Elektrizität-, u. Fernwärmeversorgung</b></p> <p><b>Gasversorgung</b></p> <p><b>Wasserversorgung</b></p>						
Bergbau	<p><b>Kohlebergbau</b></p> <p>Direiger Bergbau</p>						
Verarbeitendes Gewerbe	<p><b>Chemische Industrie</b></p> <p>Herstlg. u. Beob. von Spalt- u. Bruttstoffen</p> <p><b>Mineralölverarbeitung</b></p> <p>Herstlg. von Kunststoffwaren</p> <p><b>Gußindustrie</b></p> <p>Gewinzung von Steinen von Erden</p> <p><b>Metallurgie, Grobherstl.</b></p> <p>Herstlg. von Schafffußstahl</p> <p>Herstlg. u. Verarbeitung von Glas</p> <p><b>Edelmetall-Industrie</b></p> <p>Metallbearbeitung, Met-Metall (Metall) Fahrzeugwerke</p> <p><b>Gießereien</b></p> <p>Ziellager, Kultivierwerke, Stahlverfg.</p> <p><b>Stahl- und Leichtmetallbau</b></p> <p><b>Maschinenbau</b></p>						
	<p>Herstlg. v. Büromaschinen, ADV-Geräten</p> <p><b>Strassenfahrzeuge</b></p> <p><b>Schiffbau</b></p> <p><b>Schienenfahrzeugbau</b></p> <p><b>Luft- und Raumfahrtzeuge</b></p> <p><b>Elektrogeräte, Rep. v. Haushaltsgeräten</b></p> <p>Filmmechanik, Optik, Herstlg. v. Uhren</p> <p>Herstlg. v. Eisen-, Blech- u. Metallwaren</p> <p>Herstlg. v. Musikinstrumenten u. Spielwaren</p> <p><b>Holzverarbeitung</b></p> <p><b>Holzverarbeitung</b></p> <p>Zollstoff-, Holzschiff., Papier u. Pappverarbeitung</p> <p>Papier- und Pappverarbeitung</p> <p><b>Druckereien, Verfilmung</b></p> <p><b>Lederverarbeitung und -verarbeitung</b></p> <p><b>Textilwerke</b></p> <p><b>Textilfertigungs- u. -verarbeitung</b></p> <p><b>Erkrankungsgewerbe</b></p> <p><b>Taktverarbeitung</b></p>						
	<b>Baugewerbe</b>						
	<p><b>Bürogeschäfte</b></p> <p><b>Arbeitsgewerbe</b></p>						
	<b>Handel</b>						
	<p><b>Großhandel, Handelsvermittlung</b></p> <p><b>Einzelhandel</b></p>						
	<b>Verdarb., Nachrichten-Übertragung</b>						
	<p><b>Eisenbahnen</b></p> <p><b>Strassenverkehr</b></p> <p><b>Schiffahrt, Wasserstraßen, Häfen</b></p> <p><b>Luftfahrt, Flugplätze</b></p> <p>Direiger Verkehr</p>						
	<p><b>Kreditinstitute, Versicherungsunter.</b></p> <p>Sonstige Dienstleistungen z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gütervertrieb, Holme</li> <li>- Wissensverbreitung, Bildungseinrichtung</li> <li>- Bildung, Wissenschaft, Kultur, Sport</li> <li>- Gesundheits- und Veterinärwesen</li> <li>- Dörfer</li> </ul>						
	<b>Staat</b>						
	<p><b>Gelehrtenverschaffungen</b></p> <p><b>Selbstversicherung</b></p>						
	<p><b>Private Körperschaften (haupts. Dienste)</b></p> <p><b>Organisationen ohne Erwerbszweck</b></p>						

■ Daten liegen spezifiziert nach einzelnen Gruppen vor

1 DIA (1972)

■ Daten liegen nur teilweise (z.B. regional) oder nicht aufgeschlüsselt, d.h. für aggregierte Gruppen (z. B. Industrie lang.) vor

2 VDI, 1984

3 Ebdach, 1986

4 Schmitz, 1987

Abbildung 1: Emittentenstruktur im Bereich "Luft" nach /15-18/ (Zit. nach /3c/)

Emittenten		Emissionsen	Schwerabbaubar Stoffe	Schwermetalle				Euro/ Literend Stoffe	Sekundär- stoffe
				NiII	FAK	Chrom	Kapfer		
Land- und Forst- wirtschaft, Fischerei		Landwirtschaft Gewerl., Gärtnerei, GewerbL., Tierhaltung Forstwirtschaft Fischerei, Fischzucht						ZnII	
Energie- und Wasserversorgung		Elektrizität-, u. FernwärmeverSORGUNG Gasversorgung Wasserversorgung						Phosphor	
Bergbau		Kohlebergbau Öliger Bergbau Chemische Industrie Herausgl. u. Bearb. von Spalt- u. Bruststoffen Mineralölverarbeitung Herausgl. von Kunststoffwaren Gummiverarbeitung Gewinnung von Steinen und Erdern Feinmechanik, Grobhermik Herausgl. von Schleifmittelsteine Herausgl. u. Verarbeitung von Glas Eisenherstellende Industrie Metallverarbeitungs-, HE-Metallhalbzeugwerke Gießereien Ziesswerken, Kaltwalzwerke, Stahlverf., Stahl- und Eisenmetallbau Maschinenbau					Silizium		
Versorgungs- Gewerbe		Herausgl. v. Strommaschinen, ADV-Geräten Strassenfahrzeugbau Schiffbau Schienenfahrzeugbau Luft- und Raumfahrzeugbau Elektrotechnik, sog. v. Haushaltsgeräten Feinmechanik, Optik, Herausgl. v. Uhren Herausgl. v. Eisen-, Blech- u. Metallwaren Herausgl. v. Musikinstr. u. Spielwaren Holzbearbeitung Holzverarbeitung Tollstoff-, Holzschnitt-, Papier u. Pappverarbeitung Papier- und Pappverarbeitung Druckereien, Verfilmfertigung Lederverarbeitung und -verarbeitung Textilgewerbe Bekleidungsgewerbe Ernährungsgewerbe Tabakverarbeitung							
Baugewerbe		Baumechtgewerbe Ausbaugetriebe							
Handel		Großhandel, Handelsvermittlung Einzelhandel							
Verschr., Nachrichten- vermittlung		Eisenbahnen Straßenverkehr Schiffahrt, Wasserstraßen, Häfen Luftfahrt, Flugplätze Übriger Verkehr							
Dienstleistungen		Kreditinstitute, Versicherungsunternehmen Sonstige Dienstleistungen z.B. - Gastgewerbe, Hotels - Wirtschaft, Betätigungen, Großadereinrichtung - Bildung, Wissenschaft, Kultur, Sport - Gesundheits- und Veterinärwesen - Darlee							
Staat		Geöffnete Bürgerschaften Sozialversicherung							
Priv. Haushalte, Organi- sationen ohne Erwerbszweck		Private Haushalte (Mus., Dienst)							
		Organisationen ohne Erwerbszweck							

Daten liegen spezifiziert nach einzelnen Gruppen vor

Daten liegen nur teilweise (z.B. regional) oder nicht definiertlich mit, d.h. für aggregierte Gruppen (z. B. Industrie insges.) vor

Abbildung 2: Emittentenstruktur im Bereich "Wasser" nach /19/ (Zit. nach /3c/)

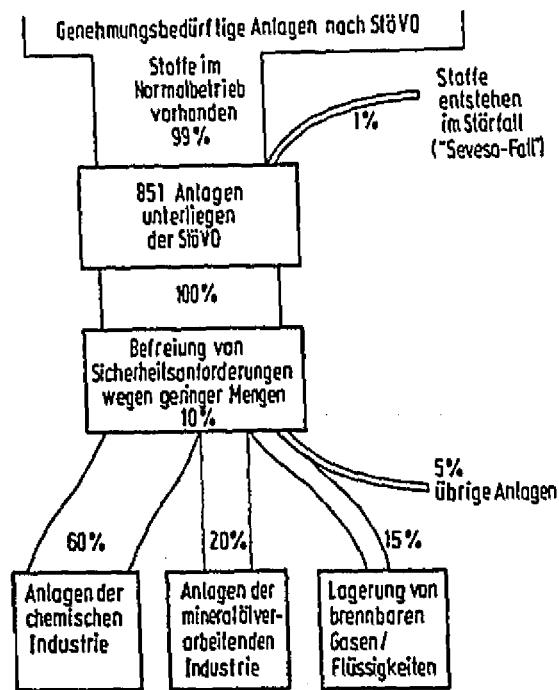


Abbildung 3: Zuordnung von Anlagen nach der Störfall-Verordnung nach /24/

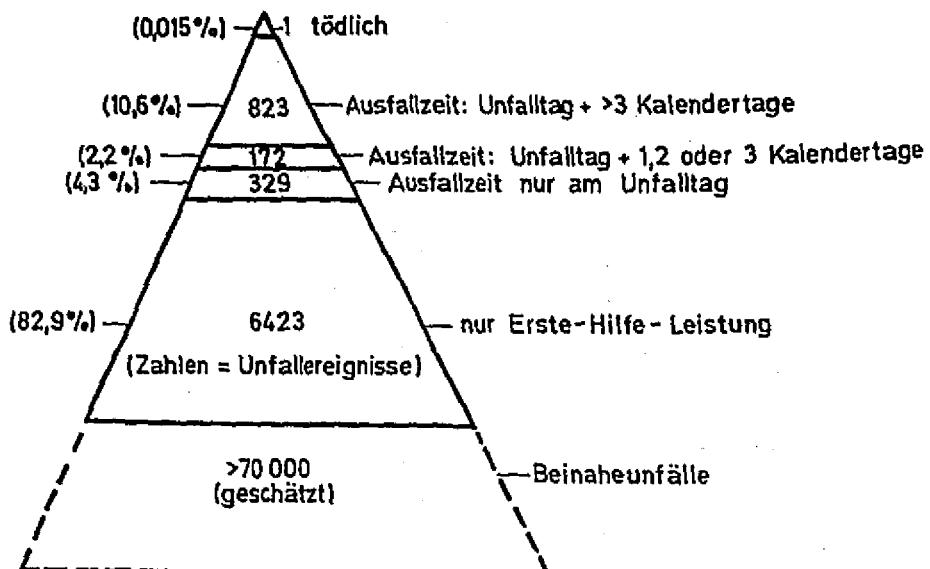


Abbildung 5: Unfallpyramide für Arbeitsunfälle im gewerblichen Bereich in der BR Deutschland, Werte gemittelt nach betrieblichen Angaben aus /31/.

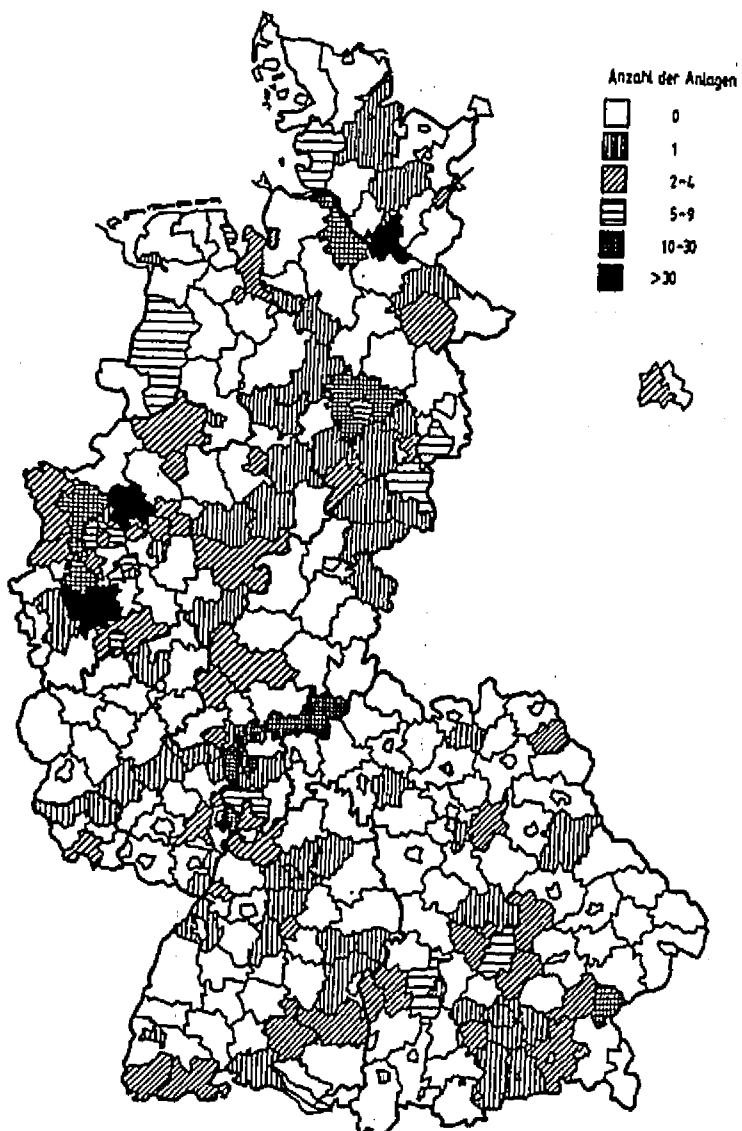


Abbildung 4: Räumliche Verteilung der nach der EG-Richtlinie 82/501/EWG/ meldepflichtigen Anlagen (Stand 1987) nach /83/.

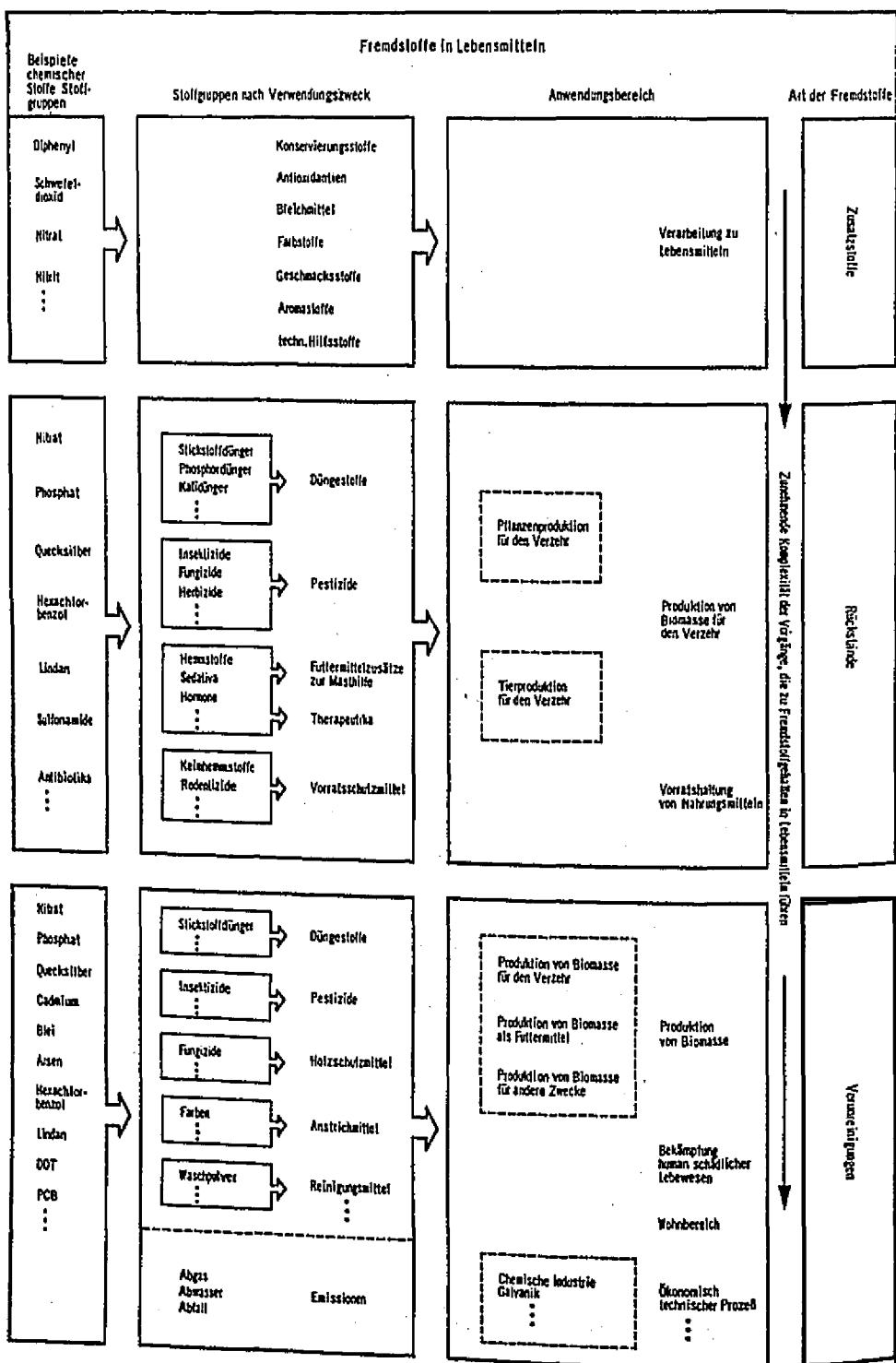


Abbildung 6: Übersicht über Fremdstoffe in Lebensmitteln nach /84/.

## Literatur

- /1/ SLOVIC, P. In: Kleindorfer, P.R., Kunreuther, H.C. (Ed), *Insuring and Managing Hazardous Risks: From Seveso to Bhopal and Beyond*, Berlin 1987.
- /2/ HAUPTMANNS, U., HERTTRICH, M., WERNER, W., *Technische Risiken*, Berlin 1987.
- /3/ Sachverständigenrat für Umweltfragen, *Umweltgutachten 1987* Kohlhammer, Stuttgart 1988.
- /3a/ Randnummer 1613.
- /3b/ Randnummer 1619.
- /3c/ Randnummer 333.
- /3d/ Randnummer 566 ff.
- /3e/ Randnummer 907.
- /3f/ Randnummer 972.
- /3g/ Randnummer 1237 ff.
- /3h/ Randnummer 748.
- /3i/ Randnummer 1006.
- /3k/ Randnummer 1616, 27.
- /3l/ Randnummer 41 ff.
- /3m/ Randnummer 59.
- /4/ Marburger, P., *Das technische Risiko als Rechtsproblem*, Schweißer Ingenieur und Architekt 39/81 S. 829-838 (1981).
- /5/ Öko-Institut/Projektgruppe Ökologische Wirtschaft (Hg) *Produkt-Linienanalyse- Bedürfnisse, Produkte und Ihre Folgen*, Köln 1987.
- /5b/ dto S. 93-114.
- /6/ HELD, M. (Hg), *Chemiepolitik: Gespräch über eine Kontroverse*, Weinheim 1988.
- /7/ BOHNENBLUST, H., SCHNEIDER, T., *Ein quantitatives Sicherheitsmodell für die Neubaustreckentunnel der Deutschen Bundesbahn*, ETR-Eisenbahntechnische Rundschau 3/84, S. 193-201, (1984).
- /8/ LANGE, S. (Hg), *Ermittlung und Bewertung industrieller Risiken*, Berlin 1984.
- /9/ BECK, U., *Risikogesellschaft - Auf dem Weg in eine andere Moderne*, Frankfurt 1986.
- /10/ HARTWIG, S., *Große technische Gefahrenpotentiale*, Berlin 1983.
- /11/ USA/FRG, Conference on Risk Management, Washington D.C. 23./25. April 1983.
- /12/ Gefahrstoffverordnung vom 26.08.1986, BGBl. I S. 1470.

- /13/ LAUER, H., Der Beitrag der BG Chemie zur Altstoffproblematik, Umschau der IG Chemie-Papier-Keramik, 2/3 S. 18 (1987).
- /14/ MEYER, G., Überprüfungsaufgabe Umweltverträglichkeit, Umschau der IG Chemie-Papier-Keramik, 2/3 S. 16 (1987).
- /15/ Umweltbundesamt (Hg), Daten zur Umwelt 1986/87, Berlin 1987.
- /16/ Verein Deutscher Ingenieure (Hg), Schwermetalle in der Umwelt, Düsseldorf, 1984 .
- /17/ LÖBLICH, H.-J., Forschungsvorhaben überregionales fort schreibbares Kataster d. Emissionsursachen und Emissionen für SO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub>, Umweltbundesamt (Hg), Berlin 1986.
- /18/ SCHMITZ, S., Schadstoffemissionen privater Haushalte, Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung (Hg), Heft 11/12, S. 1021-1027, 1985.
- /19/ CHRISTMANN, W., ERZMANN, M., IRMER, H., Abwassersituation der Zellstoffindustrie, WaBoLu-Hefte 2/1985 .
- /20/ Störfallverordnung (12. BlmSchV) vom 19. Mai 1988 BGBl. I, S. 625 .
- /21/ Umweltbundesamt (Hg), Luftreinhaltung '88, Berlin 1989.
- /21a/ dto S. 274 ff.
- /22/ Umweltbundesamt (Hg), Daten zur Umwelt 1988/89, Berlin 1989.
- /22b/ S. 199.
- /22c/ S. 520 ff.
- /22d/ S. 70.
- /22e/ S. 433.
- /22f/ S. 458, 459.
- /22g/ S. 243.
- /23/ Verein Deutscher Ingenieure (Hg), Pseudokrupp, Dioxine/Furane, Düsseldorf, 1986 .
- /24/ UTH, H.-J., Gefahrenabwehr als integrativer Teil der Vorsorge gegen schädliche Störfallauswirkungen, Staub-Reinhaltung der Luft 48, S. 247-252 (1988) .
- /25/ UTH, H.-J., Störfallverordnung-Texte, Materialien, Kommentare, Köln 1989.
- /26/ LEES, F.P., Loss Prevention in the Process Industry, Butterworth London 1980.
- /27/ 1. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Störfall-Verordnung vom 23. April 1981 GMBl. (12), 32 S. 178-183 (1981) .
- /28/ SCHÄFER, K., Kommentar zur Störfall-Verordnung, Köln 1982 .
- /29/ Deutscher Flüssiggasverband e. V., Jahresbericht 1985, Kronberg 1986 .
- /30/ HENTER, A., HERRMANN, D., Tödliche Arbeitsunfälle 1981 und 1982, Bundesanstalt für Arbeitsschutz (Hg), Dortmund 1987.

- /31/ SKIBA, R., Taschenbuch Arbeitssicherheit, Bielefeld 1985 .
- /32/ JOKL, S., Die volkswirtschaftlichen Kosten der Arbeitsunfälle 1980-1985, Bundesanstalt für Arbeitsschutz (Hg), Dortmund 1986 .
- /33/ Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Hg), Jahresbericht 1985, St. Augustin 1986 .
- /34/ EWERS, U., Berufsbedingte Krebserkrankungen in der Bundesrepublik Deutschland, WSI-Mitteilungen 12/82 S. 743 (1982) .
- /35/ UTH, H.-J., Ist Bhopal in der BRD möglich? Sicher ist Sicher 6/1986 S. 298-305 (1986) .
- /36/ JÄGER, P., Haferkamp, K., Die Auswirkungen des Sicherheitsrisikos von Lagerung und Transport gefährlicher Stoffe auf die Entwicklung verbesserter Transporttechnologien RGB 8010, Bundesminister für Forschung und Technologie, Bonn, 1980 .
- /37/ Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hg) Rheinbericht, Umweltbrief Nr. 34 vom 12.02.1987, Bonn 1987 .
- /38/ Antrag GRÜNE Chemiepolitik BTDS 10/6052 vom 24. Sept. 1986 .
- /39/ Pietersen, C.W., Huerta, C.S., Analysis of the LPG Incident In San Juan Ixhuatépec, Mexico City on 19.11.1984, TNO- Dossier 8727-13325, May 6, 1985 .
- /40/ Umweltbundesamt (Hg), Das Bhopal Unglück im Dezember 1984, Texte 8/87, Berlin 1987 .
- /41/ Umweltbundesamt (Hg), Seveso-Informationen über eine Umweltkatastrophe, Materialien 8/76, Berlin 1976 .
- /42/ KOCH, E.R., VAHRENHOLT, F., Seveso ist überall - die tödlichen Risiken der Chemie, Köln 1978 .
- /43/ Stiftung Verbraucherinstitut: Lebensmittel heute - Überlebensmittel morgen?, Berlin 1982 .
- /44/ KAPFELSBERGER, E., POLLMER, U., IB und stirb - Chemie in unserer Nahrung, Köln 1982 .
- /45/ ÜBERLA, K., Sicherheit und Risiko im Arzneimittelbereich - Fiktion und Realität in: /8/ S. 238-248 .
- /46/ JUNGERMANN, H., SCHÜTZ, H., THÜRING, M., Informing about drugs with package inserts, Technische Universität Berlin, Bericht JU 22/87, Berlin 1987 .
- /47/ Pestizid-Aktions-Netzwerk e. V. (Hg), PAN-Pestizid-Brief 3/1989, Hamburg 1989 .
- /48/ Umweltbundesamt (Hg), Handbuch Störfälle, Materialien 5/83, Berlin 1983 .
- /49/ Antrag SPD Chemiepolitik BTDS 10/5181 v. 13. März 1986 .
- /50/ Umweltlexikon, Klpenheuer u. Witsch, Köln 1985 .
- /51/ ALSEN, C., WASSERMANN, O., Die gesellschaftliche Relevanz der Umwelttoxikologie, Wechselwirkung 11 Nr. 41, S. 21-26 (1989) .
- /52/ FRIEDE, H., CLAUS, F. (Hg), Chemie für wen? Reinbeck 1988 .

- /53/ KIPER, M., Vom Schadstoff des Monats zur sanften Chemie, Forum Wissenschaft 5(2), S. 11-16 (1988).
- /54/ BONGAERTS, C., Chemiepolitik - Versuch einer Standortbestimmung, Wechselwirkung 11(41), S. 27-30 (1989).
- /55/ FRANKENBERG, P., Risiko-Kommunikation im Problemfeld anthropogen induzierter Klimaveränderungen, Arbeiten zur Risiko-Kommunikation Heft 5, Kernforschungsanlage Jülich 1989.
- /56/ BULL, A.T., Biotechnologie - Internationale Trends und Perspektiven, Verlag TÜV-Rheinland, Köln 1984.
- /57/ Umweltbundesamt (Hg), Soziale und psychische Auswirkungen von Umweltbelastungen auf die Bevölkerung, Texte 15/87, Berlin 1987.
- /58/ Umweltbundesamt (Hg), Das ökologische Bewußtsein umweltrelevanter Zielgruppen, Texte 21/87, Berlin 1987.
- /59/ Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) vom 15.03.1974 i.d.F. vom 04.10.1985, BGBl. I S. 1950.
- /60/ Technische Anleitung zur Reinhal tung der Luft (TA-Luft) vom 27.02.1986, GMBI. S. 95.
- /61/ Kap. 4.3.3 Weiterentwicklung der Störfallvorsorge in: /21/ S. 442-445.
- /62/ HAVERKAMP, K., RUDOLPH, E., HEIN, M., WIETFELDT, P., Ermittlung des aktuellen Standes der Sicherheitstechnik und der Lücken im Bereich der Sicherheitsvorschriften in Anlagen, die der Störfall-Verordnung unterliegen, UBA-Forschungsvorhaben 104 09 212, Berlin 1987.
- /63/ Umweltbundesamt (Hg), Ausbreitungsrechnungen im Rahmen des Vollzugs der Störfall-Verordnung, Kolloquium vom 23./24.11.1987, Texte 1/89, Berlin 1989.
- /64/ Bundesanstalt für Materialprüfung (Hg), Ermittlung sicherheitstechnischer Kriterien zur Flüssiggastecnologie und Herleitung geeigneter Sicherheitsstandards, BMFT-Forschungsvorhaben O1RG 8402, Berlin 1988.
- /65/ SCHÄFER, K., Genehmigungsverfahren nach dem BImSchG, Wiesbaden 1977.
- /66/ Öko-Institut e. V. (Hg), Koordinationsstelle Genehmigungsverfahren, Rundbrief 1/89, Darmstadt 1989.
- /67/ STIMMER, S.K., REILLY, W.K., The Exxon Valdez Oil Spill, National Response Team, Washington 1989.
- /68/ Oberverwaltungsgericht Lüneburg, Entscheidung AZ:7 OVG B 16/83 vom 06.04.1983.
- /69/ PILZ, V., Angewandte Systemanalyse 4/1981, S. 175.
- /70/ Richtlinie des Rates über die Gefahren schwerer Unfälle bei bestimmten Industrietätigkeiten (82/501/EWG) vom 24. Juni 1982, ABI. L 230/1 vom 05.08.1982.
- /71/ Ministerium für Wohnungswesen, Raumordnung und Umwelt (Hg), Umweltprogramm der Niederlanden 1986-1990, S. 171, Den Haag, 1985.
- /72/ Verband der Chemischen Industrie (Hg), Jahresbericht 1987/88, Frankfurt 1989.

- /73/ Europäische Gemeinschaft, Bericht KOM (88) 281 endg. vom 18.05.1988 .
- /74/ Europäische Gemeinschaft (Hg), Communicating with the public about major accident hazards. European Conference May 30th to June 1st, 1989, Varese, Italy (Preprints) .
- /75/ POUIMADERE, M., MAYS, C., When all news is bad news: Organizing primary prevention in technological disaster. In: /74/.
- /76/ WELINDER, A.S., Risk Communication in Denmark: Experience and considerations for future development in: /74/.
- /77/ WETERINGS, A.P.M., van EIJDHOVEN, C.M., WORREL, C., de BOER, J., v. de PLIGT, J., STALLEN, M., Risk Communication in the Netherlands, the implementation of the EC "Post- Seveso" Directive in: /74/.
- /78/ COVELLO, V.T., SANDMAN, P.M., SLOVIC, P., Guidelines for communicating information about chemical risks-effectively, responsibly, and ethically in: /74/.
- /79/ NORDENSTAM, B.J., DIMENTO, J.F., Right to know: Implications of Risk Communication Research for Regulatory Policy in: /74/.
- /80/ MAKRIS, J., Community-right-to-know, in: /74/.
- /81/ NATO/CCMS Pilotstudie "On contaminated Land" Draft Report, 1985 .
- /82/ SCHMIDT, K., SCHÖTTLER, U., In situ-Sanierung von Grundwasserkontaminationen, kontaminierte Standorte und Gewässerschutz, Symposium Aachen 02.10.1984 .
- /83/ UTH, H.-J., KÖLLER, P., Störfallrelevante Anlagen in der Bundesrepublik Deutschland in: Umweltbundesamt (Hg), Theorie und Praxis der Gefahrenabwehrplanung bei gefährlichen Industrieanlagen nach der Störfall-Verordnung, Texte 15/88, Berlin 1988 .
- /84/ Sachverständigenrat für Umweltfragen, Umweltgutachten 1978, BT-Drucksache 8/1038 -
- /85/ JOURDAN, L., The CEFIC "CICERO" Programme in: /74/.
- /86/ WEISE, E., Öko-soziale Marktwirtschaft statt "neuer" Chemiepolitik in: /6/.
- /87/ GRS (Hg), Ermittlung von Zuverlässigkeitsskenngrößen für Chemieanlagen, Studie GRS-A-1500, Oktober 1988, Köln .



# **Risiko-Kommunikation: Informations- und Kommunikationstechnologien**

*Leo Hennen (Forschungszentrum Jülich)*

---

<b>1. Einleitung</b>	<b>209</b>
<b>2. Die Haupt Einsatzfelder von I&amp;K-Technologien</b>	<b>212</b>
2.1 Arbeitswelt	213
2.2 Außerberuflicher Alltag und Freizeit	216
<b>3. Stand der Forschung</b>	<b>217</b>
<b>4. Wirkungsdimensionen der neuen I&amp;K-Technologien</b>	<b>219</b>
4.1 Risiken und Chancen für die Kompetenzen und Bedürfnisse des Individuums	219
4.2 Risiken und Chancen bezüglich der Qualität sozialer Beziehungen und der gesellschaftlichen Integration	223
4.3 Risiken und Chancen für das politische System und das Verhältnis Staat/Bürger	227
<b>5. Analyse der Risikokommunikation im Technologiefeld "Neue Informations- und Kommunikationstechnologien"</b>	<b>231</b>
5.1 Risikobegriff und diskutierte Risiken	231
5.2 Struktur der Kommunikation über Risiken der I&K-Technologien	236
5.2.1 Ebenen der Kontroverse	236
5.2.2 Konfliktparteien und Ihre Rolle	238
5.2.3 Ursachen von Kontroversen und Kommunikationsproblemen	241
5.3 Ansätze zur Thematierung von Risikokommunikation	245
5.4 Besonderheiten der Kontroverse in der BRD?	245
<b>6. Forschungsperspektiven und Verwertungszusammenhang</b>	<b>246</b>
<b>7. Zusammenfassung</b>	<b>249</b>
Literatur	253

---

## **1. Einleitung**

Es ist mittlerweile umstritten, daß die sogenannten "neuen Informations- und Kommunikationstechnologien" in fast allen gesellschaftlichen Bereichen zu gravierenden Veränderungen führen werden, so daß schon von einem grundsätzlichen gesellschaftlichen Umbruch von der "Industriegesellschaft" hin zur "Informationsgesellschaft" die Rede ist.

seellschaft" die Rede ist. Wenn auch darüber Einigkeit besteht, daß die gesellschaftliche Entwicklung in Zukunft zu einem großen Teil von der "Computerisierung" im weitesten Sinne geprägt sein wird, so bestehen doch hinsichtlich der Richtung dieser Entwicklung oft diametral entgegengesetzte Auffassungen. Die Prognosen reichen von Visionen einer unbeschwerten informationstechnischen Zukunft der Freiheit und des Wohlstandes (z.B. Y. MASUDA 1981) über hoffnungsvolle Optionen auf die "human-computerisierte Gesellschaft" (K. HAEFNER 1984) bis hin zu Prognosen, die - in Anlehnung an Max Webers bekannte Mahnung - die Zukunft der Gesellschaft "Im elektronischen Gehäuse der Hörigkeit" (C. KOCH 1983) erblicken.

In solch allgemeinen Zukunftsprognosen spiegelt sich deutlich das Ausmaß an Dissens, das den öffentlichen Diskurs über die "sozialen Folgen" der "Mikroelektronik" kennzeichnet. Während Hersteller und Betreiber der neuen Technologien die sozialen und wirtschaftlichen Chancen der neuen Technologien betonen, wird auf Seiten der sogenannten "neuen sozialen Bewegungen", unterstützt von (meist sozialwissenschaftlichen) Kritikern, vor den "unkalkulierbaren Risiken" der "Informatisierung" gewarnt. In der allgemeinen Öffentlichkeit findet sich häufig ein diffuses Unbehagen gegenüber "dem Computer". Das vielschichtige Feld der Kommunikation über Risiken und Chancen, vom allgemeinen Unbehagen über kulturkritische Reflexionen bis hin zu manifesten Interessenkonflikten soll im folgenden beschrieben und strukturiert werden, um zu klären, wer mit wem über welche Risiken kommuniziert, welche "Deutungsmuster" sich hinter verschiedenen Bewertungen von Risiken und Chancen verstecken und welche Probleme der Kommunikation bestehen.

Das Spektrum der für den gesellschaftlichen Wandel (In welche Richtung auch immer die Zeichen weisen) verantwortlichen oder verantwortlich gemachten und unter dem Rubrum "Neue Informations- und Kommunikationstechnologien" subsumierten Technologien ist breit. Kennzeichnend für alle sind aber zwei grundlegende, mit den verschiedenen Anwendungsformen verbundene Prozesse (vergl. B. METTLER-MEIBOM, 1985):

- der Prozess der "Informatisierung", d.h. die Ablösung herkömmlicher Formen der Informationsverarbeitung und Speicherung durch elektronische, digitalisierte Verarbeitung und Speicherung von Information.
- der Prozeß der "Medialisierung", d.h. die zunehmende technische (elektronische) Vermittlung zwischen dem Menschen und seiner natürlichen und sozialen Umwelt.

Die neuen Informations- und Kommunikationstechnologien betreffen also die zentralen Ressourcen gesellschaftlicher Reproduktion und Integration: Wissen und Kommunikation - und zwar in der Weise, daß sie Intellektuelle, soziale und praktische Fähigkeiten und Aktivitäten des Menschen nicht nur unterstützen, sondern teilweise auch ersetzen. Die Entlastungs- und Substitutionsleistungen der neuen Technologien schließen kaum einen Bereich menschlichen Handelns aus und reichen von alltäglichen Handlungskontexten wie Einkauf oder personaler Kommunikation bis hin zu hoch professionalisierten Handlungskontexten in Produktion, Verwaltung, Dienstle-

stung und Wissenschaft. Es empfiehlt sich daher, den Begriff "I&K-Technologien" weit zu fassen.

In der öffentlichen Diskussion werden die I&K-Technologien häufig mit den sog. "neuen Medien" identifiziert, also mit den neuen Angeboten der Massenkommunikation, wie Kabelfernsehen, Satellitenfernsehen, Video etc. auf der einen Seite und den neuen Formen der Individualkommunikation wie Btx, Telefax, Bildfensprechen etc. auf der anderen Seite.

Neben diesen neuen Formen der Telekommunikation sollen hier aber alle Anwendungsformen der "Mikroelektronik" im privaten wie im öffentlichen Bereich, von der Datenverarbeitung über Nachrichtentechnik bis hin zur Robotik bezüglich ihrer Bedeutung als Gegenstand von Kontroversen über die mit den neuen Technologien verbundenen Risiken und Chancen betrachtet werden. Denn ein Charakteristikum der neuen Iuk-Technologien liegt gerade darin, daß sich Informations- und Kommunikationstechnik, also "Informatisierung" und "Medialisierung" durch Digitaltechnik auf die gleiche technische Grundlage stellen und damit jede Form der Wissensaggregation und -verarbeitung mit der Nachrichtenübertragung verbindet, es also zu einem System der Informationsgewinnung, -speicherung und -Übertragung kommt. Darüber hinaus besteht das Neue der Technologien gerade auch in ihrer gesellschaftlich umfassenden Anwendung und darin, daß einzelne Technologien in ihren Anwendungen und Auswirkungen über relativ getrennte Handlungsfelder (wie z.B. Freizeit, Haushalt auf der einen Seite und Arbeit und Beruf auf der anderen) hinausgreifen oder gar gerade an den Schnittstellen solcher Handlungsfelder ansetzen (Bsp.: Informatisierung von Dienstleistungen).

Die öffentliche und wissenschaftliche Wahrnehmung und Bewertung von-, wie auch die Kommunikation über Risiken der neuen I&K-Technologien ist - wie noch zu zeigen sein wird - in hohem Maße durch unterschiedliche sozio-kulturelle Deutungsmuster, Gesellschaftsbilder etc. der beteiligten Akteure bestimmt. Dies ist zwar kein Merkmal allein des Diskurses über I&K-Technologien - Wertungen und Gesellschaftsbilder spielen auch z.B. bei der Kontroverse um die Kernenergie eine bedeutende Rolle. Im Falle der I&K-Technologien sind aber schon die Grundvoraussetzungen der Kontroverse, d.h. die Frage, was überhaupt als "riskant" oder "sozialverträglich" zu gelten hat, von Deutungsmustern und Werten besetzt, was - auch dies wird noch zu erörtern sein - vor allem darauf zurückzuführen ist, daß es sich bei den mit den neuen I&K-Technologien verbundenen Risiken in der Hauptsache um *soziale*, d.h. gesellschaftlich vermittelte und damit nicht unmittelbar auf "Fakten" reduzierbare "Technikfolgen" handelt.

Mit den daraus resultierenden Schwierigkeiten hatte schon die Enquete-Kommission "Neue Informations- und Kommunikationstechniken" des Deutschen Bundestages zu kämpfen. Die Mitglieder der Kommission, die für viele und oft die wichtigsten Aspekte der Risiken neuer I&K-Technologien zu keiner einheitlichen Bewertung kommen konnten, klagten in ihrem Bericht an den Bundestag über "Schwierigkeiten bei der Erfassung der Tatsachenbasis", "Unsicherheiten der theoretischen Annahmen über Wirkungszusammenhänge" sowie "Kontroversen bei der Bestimmung von Kriterien für die Auswahl entscheidungserheblicher Gegenstände und die Bewertung der Befunde" (Enquete-Kommission, 1983, 8). Der Vorsitzende der Kommission bringt

die Probleme auf den Punkt und konstatiert in seinem Vorwort, "...daß eine strenge Grenzziehung zwischen Sachaufklärung und Wertung nicht möglich war" (ebenda, S. 3).

Der folgende Versuch einer Strukturierung der verschiedenen Themen, Ebenen und involvierten Parteien des aus den genannten Gründen recht unübersichtlichen Feldes der Kommunikation über Risiken der I&K-Technologien läßt sich von einem weiten sozialwissenschaftlichen Risikobegriff leiten, um den genannten Besonderheiten und Problemen der gesellschaftlichen Auseinandersetzung in diesem Bereich gerecht zu werden. Unter Risiken werden hier weniger unmittelbar aus technischem Versagen oder aus funktionsbedingten Nebenfolgen resultierende Gefahren für Gesundheit und Umwelt verstanden, als vielmehr wesentlich Indirektere, nicht unmittelbar aus den technischen Funktionen sich ergebende Veränderungen sozialer Beziehungen und gesellschaftlicher Verhältnisse.

Zunächst werden die Anwendungen der neuen Technologien in den beiden Einsatzfeldern "Arbeit" und "außerberuflicher Alltag" und die in den beiden Feldern sich je spezifisch ergebenden Themen der gesellschaftlichen Risiko-Kommunikation (Abschnitt 2) sowie der Stand der Forschung zu den gesellschaftlichen Folgen der neuen I&K-Technologien (Abschnitt 3) kurz skizziert. In Abschnitt 4 werden dann die gesellschaftlich diskutierten Risiken und Chancen entlang der "Wirkungsdimensionen": Individuum, Gesellschaft und Politik im einzelnen dargestellt. Der folgende Abschnitt (5) versucht dann eine Analyse von Struktur und Besonderheiten der gesellschaftlichen Kontroverse über I&K-Technologien, wobei Insbesondere auf den zugrundeliegenden Risikobegriff, die involvierten Parteien und die in die Debatte einfließenden Deutungsmuster und Werte abgehoben wird. Im Abschnitt 6 werden mögliche Felder der Forschung zur Risiko-Kommunikation im Bereich I&K-Technologien skizziert.

Die erhobenen Aussagen über Chancen und Risiken sind zum größten Teil sozialwissenschaftlichen Publikationen entnommen. Dies erklärt sich zum einen dadurch, daß das Engagement der Sozialwissenschaften, da es sich im wesentlichen um soziale Folgen handelt, natürlich im Bereich der Technologiefolgenabschätzung für neue I&K-Technologien besonders ausgeprägt ist. Zum anderen bleibt die Diskussion von Risiken und Chancen für viele Probleme aber auch auf die Sozialwissenschaften beschränkt, weil zum einen - aufgrund ihrer gesellschaftlichen Vermitteltheit - Folgen dem Alltagsverständ nicht unmittelbar einsichtig sind. Zum anderen sind - da die Implementation der neuen Technologien in vielen Bereichen erst am Anfang steht - Ausagen über Chancen und Risiken der I&K-Technologien oft nur prognostisch möglich. Viele der sozialwissenschaftlich vorgebrachten Thesen sind aber auch in den politischen Prozeß und in die Alltagskommunikation über I&K-Technologien in weniger expliziter Formulierung diffundiert oder knüpfen zum Beispiel an Befürchtungen von Betroffenen an, so daß damit auch die Diskussion in der allgemeinen Öffentlichkeit repräsentiert ist.

## 2. Die Haupeinsatzfelder von I&K-Technologien

Die neuen I&K-Technologien umfassen von ihrem Einsatz her verschiedene gesellschaftliche Handlungsbereiche, die man unter dem Gesichtspunkt ihrer

Formalisierung in die beiden großen Handlungskomplexe Arbeit und Freizeit/Nicht-Arbeit unterteilen kann. Im Bereich der Arbeit treffen die neuen Technologien auf stark formalisierte und im Hinblick auf zweckrationale Zielvorgaben organisierte Handlungskontexte. Der außerberufliche Alltag ist im Vergleich dazu diffus, unorganisiert, individuell und weniger organisatorisch strukturiert. Dies bringt auch für die Diskussion über Risiken der I&K-Technologien Differenzen mit sich, die in einer Diskussion der verschiedenen Wirkungsdimensionen (Abschnitt 4) nicht immer berücksichtigt werden können. Das Individuum ist beispielsweise als arbeitendes so gut wie etwa als Medienrezipient in seinen Kompetenzen und Bedürfnissen von I&K-Technologien betroffen, dennoch steht es in der Arbeitswelt bzw. in der Freizeit in kaum miteinander vergleichbaren Handlungszusammenhängen. Im folgenden sollen daher grundlegende Probleme des Einsatzes der Technologien in den beiden Feldern Arbeit und außerberuflicher Alltag kurz beschrieben und der jeweilige allgemeine argumentatorische Hintergrund der Risiko-Kommunikation kurz skizziert werden, ehe auf die spezifischen Wirkungsdimensionen der neuen I&K-Technologien eingegangen wird.

## 2.1 Arbeitswelt

Die Auswirkungen der Informatisierung auf das System gesellschaftlicher Arbeit haben bisher, verglichen mit anderen gesellschaftlichen Bereichen, noch am ehesten zu manifesten Konflikten geführt. Meinungsverschiedenheiten werden hier auch auf politischer Ebene zwischen Unternehmen und Gewerkschaften und Vertretern verschiedener wirtschaftspolitischer Richtungen ausgetragen. Damit zentriert sich im Bereich Arbeit und Beruf die Kommunikation über Risiken und Chancen der I&K-Technologien aber nicht allein um die Beziehung Mensch-Technik. Dieses Problemfeld wird vielmehr überlagert vom klassischen Verteilungskonflikt zwischen Kapital und Arbeit und den damit verbundenen Macht- und Interessengegensätzen.

Andererseits fließen hier aber auch sehr grundsätzliche gesellschaftspolitische Positionen in die Kontroverse um die Technik ein: Welche Form der Organisation gesellschaftlicher Arbeit und welche wirtschaftspolitische Orientierung ist für die Zukunft realistisch bzw. wünschenswert? Der Option für forciertes wirtschaftliches Wachstum steht hier die Option einer völligen Umstrukturierung des Systems der gesellschaftlichen Arbeit entgegen (Arbeitszeitverkürzung, garantiertes Mindesteinkommen etc.), wobei diese Konfliktlinie sich nur partiell mit der o.g. (Kapital/Arbeit) überschneidet.

Die Technologien, an denen sich die Kontroverse entzündet, betreffen sowohl den klassischen Industriearbeitsbereich als auch Bürotätigkeiten und Dienstleistungen. Zunehmend sind auch nicht nur eher handwerkliche Tätigkeiten oder einfache Routinetätigkeiten betroffen, sondern auch komplexe geistige Arbeit. Die Anwendungsformen der Mikroelektronik lassen sich in vier Bereiche unterteilen:

1. Industrielle Fertigung: Von der automatische Steuerung von Maschinen (CAM) bis hin zum Einsatz von Robotern

2. Bürotätigkeiten: EDV, Textverarbeitung, Bürokommunikation (z.B. Fernkopieren, elektronische Datenübertragung)
3. Automatisierung und Informatisierung von Dienstleistungen (z.B. Fahrkartenautomaten, Kreditberatungssysteme)
4. Informatisierung geistiger Arbeit: Hier sind die Möglichkeiten z.B. im Bereich der Ingenieurtaetigkeit schon recht fortgeschritten (CAD). Die Entwicklung sogenannter Expertensysteme lässt hier gravierende Auswirkungen auch für andere Professionen erwarten (z.B. Medizin, Recht).

Die Diskussion um die Auswirkungen des zunehmenden Einsatzes von Mikroelektronik in Produktion und Verwaltung (CAM, CAD, elektronische Datenverwaltung, Textverarbeitung etc.) auf den Arbeitsmarkt fällt zusammen mit den seit Ende der siebziger Jahre bestehenden wirtschaftlichen Wachstumsproblemen. Daher ist hier schon strittig, ob das "Ende der Vollbeschäftigung" primär als Resultat einer allgemeinen Wachstumskrise oder als struktureller Effekt der Rationalisierung von Arbeitsprozessen durch den Einsatz neuer Technologien zu begreifen ist; ob also der "Arbeitsgesellschaft die Arbeit ausgeht" (H. Arendt), oder ob im Gegensatz dazu die neuen Informations- und Kommunikationstechnologien einen neuen Wachstumsschub induzieren werden, der positive Beschäftigungseffekte nach sich ziehen wird (z.B. HOFMEISTER 1981). Hierüber konnte schon die vom Bundestag eingesetzte Enquete-Kommission "Neue Informations- und Kommunikationstechniken" in ihrem Zwischenbericht keine Einigung erzielen (vergl. Enquete-Kommission 1983, 97f.).

In der Perspektive langfristigen sozialen Wandels wird eine "third wave" der wirtschaftlichen Entwicklung oder der Beginn eines neuen Kondratiev-Zyklus über die Eröffnung neuer Märkte durch die mikroelektronischen Produktinnovationen erwartet. Vor allem aber wird - oft anknüpfend an das Paradigma der post-industriellen Gesellschaft (BELL 1973) - einer neuer Schub wirtschaftlichen und sozialen Fortschritts auf der Grundlage einer zunehmenden ökonomischen Bedeutung "theoretischen Wissens" und des Wachstums des Dienstleistungssektors prognostiziert. Mit der Implementation neuer I&K-Technologien sei eine sozio-ökonomische Neustrukturierung zu erwarten, die hohe Wachstumsraten, neue Märkte und neue Tätigkeiten vor allem im Dienstleistungssektor mit sich bringen, also mithin die meisten der Probleme der heutigen Industriegesellschaften lösen werde (BELL 1974, HAEFNER 1984, NAISBITT 1984, BARRAS 1986). Aus Sicht der Unternehmen wird auch immer wieder auf die Bedeutung der I&K-Technologien für die Konkurrenzfähigkeit der Unternehmen sowie auf die Möglichkeiten der Verbesserung der Betriebsorganisation (z.B. Formalisierung und Integration von Aufgaben, Dezentralisierung und damit erhöhte Marktflexibilität etc.) hingewiesen (vergl. KENT/RAU 1985).

Gegen diese Hervorhebung der wirtschaftlichen Chancen steht die Prognose einer drohenden "Zwei-Drittel-Gesellschaft" der hochqualifizierten, gut bezahlten Arbeitsplatzbesitzer, denen ein Drittel wirtschaftlich und sozial Ausgegrenzter gegenübersteht (z.B. NEG 1985, DAHRENDORF, 1983).

Darüberhinaus wird mit dem zunehmenden Einsatz von Computertechnologien der 5. Generation, insbesondere von Expertensystemen in Produktion und Verwaltung,

ein weiterer Abbau von Arbeitsplätzen durch die Automatisierung auch geistiger Routinetätigkeiten erwartet (Enquête-Kommission 1987, 14).

Diese grundsätzlichen Konfliktsituationen finden sich auch in der Diskussion der Auswirkungen des Einsatzes neuer Technologien auf die Qualität der Arbeit wieder.

Positive Erwartungen richten sich auf die sukzessive Abschaffung körperlich und psychisch belastender Routinetätigkeiten, der informationstechnischen Requalifizierung insbesondere der Maschinenbedienung, generell auf die Zunahme an Autonomie und Entscheidungsmöglichkeiten an informatisierten Arbeitsplätzen in Produktion und Verwaltung. Probleme werden hier meist lediglich in einem mittelfristig bestehenden Mißverhältnis zwischen den neuen Qualifikationsanforderungen und den vorhandenen Qualifikationen der Arbeitskräfte gesehen, die den neuen Anforderungen durch berufsbildungspolitische Maßnahmen angepaßt werden müssen (z.B. HAEFNER 1984, BIEDENKOPF 1984).

Kritische Prognosen betonen dagegen eine Polarisierung der Arbeitskräfte in solche, die an neuen Arbeitsplätzen mit hohen qualifikatorischen Anforderungen beschäftigt sein werden und solche, die durch die neuen Technologien eine Dequalifizierung erfahren werden. Noch weiter gehen Einlassungen, die die neuen Produktionstechnologien generell als weiteren Schritt in der "Taylorisierung" der Arbeit, d.h. als Strategie zunehmender Enteignung des "Produktionswissens" der Arbeitnehmer durch das Management begreifen (vergl. z.B. BRIEFS 1986, NEG 1985). Dieser Position wurde vor einiger Zeit auch von gewerkschaftsnahen Sozialwissenschaftlern in einer empirischen Studie die These neuer Produktionskonzepte entgegengehalten, nach der mit der Einführung computergesteuerter Produktion eine Unternehmenspolitik einhergeht, die auf mehr Entscheidungsspielraum und Autonomie der Arbeitskräfte setzt (KERN/SCHUMANN 1984; vergl. zur Kritik am Rationalisierungstheorem auch: MALSCH 1987).

Andere Befürchtungen richten sich vornehmlich auf eine drohende Standardisierung auch geistiger Arbeit, die Entzinnlichung der Tätigkeiten generell, oder auf eine drohende Entpersonalisierung von Dienstleistungen.

Eine Umstrukturierung der Arbeitsverhältnisse wird von einem Trend zur Teleheimarbeit erwartet. Hier stehen eher psychologische Risiken wie Vereinsamung am Arbeitsplatz manifesten arbeitsrechtlichen Problemen gegenüber (freiberufliche Tätigkeit mit mangelnder sozialer Sicherung etc.). Die Position der Unternehmen ist hier eindeutig positiv, da sie sich hiervon eine Flexibilisierung des Arbeitskräfteeinsatzes versprechen. Diese Flexibilisierung wird gerade von den Gewerkschaften als Gefahr für die Arbeitnehmer angesehen, da die "Teleheimarbeiter" zur unternehmerischen Manövriermasse in Rezessionsphasen werden könnten. Die Gewerkschaften fürchten hier weiter eine Desolidarisierung von Belegschaften und eine Privatisierung von Arbeitsverhältnissen, die den gewerkschaftlichen Schutz erschwert, aber natürlich auch den Einfluß der Gewerkschaften generell gefährdet. Insbesondere von Frauen scheint Teleheimarbeit als eine Möglichkeit zu beruflicher Unabhängigkeit und zur Verbindung von Arbeit und Familie wahrgenommen zu werden (ESPEJO/ZIV 1982; DJI, 1985; HOLTI/STERN, 1986; HUBER 1987).

## **2.2 Außerberuflicher Alltag und Freizeit**

Die Einführung neuer I&K-Technologien außerhalb der Arbeitswelt für den "privaten Nutzer" vollzieht sich in drei Teilbereichen:

1. Die private Nutzung von Computern: home-computer, Computerspiele
2. neue Formen der Massenkommunikation: Kabel- und Satellitenfernsehen, Video
3. neue Formen der Individualkommunikation: Btx, Bildfensprechen u.a.

Anders als die private Computernutzung und die neuen Formen der Individualkommunikation stellen die neuen Möglichkeiten der Massenkommunikation keine neue Qualität im Prozess der Technisierung von Kommunikationsprozessen dar. Die hier auftretenden Probleme sind seit Beginn des Fernsehens bekannt, die neuen Medien stellen hier lediglich eine Erweiterung des bisherigen Programmangebots und der Konsummöglichkeiten des Rezipienten dar. Diese Erweiterung kann aber durchaus eine Veränderung von Sehgewohnheiten und neue Gefahren für bestimmte Nutzergruppen mit sich bringen (Bsp.: Konsum von "Horror"- und "Porno"- Videos durch Kinder und Jugendliche).

Eine neue Diskussion um die Technisierung des Alltags entzündet sich vor allem aber an den Veränderungen im Bereich der Individualkommunikation. Der Bereich des außerberuflichen Alltags war wie die Arbeitswelt auch in der Vergangenheit verschiedenen Technisierungsprozessen ausgesetzt. Anders aber als im Bereich "Arbeit" haben diese Prozesse kaum zu ernsthaften Konflikten geführt. Erst mit den neuen I&K-Technologien und hier insbesondere mit den neuen Möglichkeiten der Informationsgewinnung, der Informationsverarbeitung und der Interaktion für den privaten Nutzer durch Computer und die sogenannten neuen interaktiven Dienste wird (auch wissenschaftlich) die Technisierung der außerberuflichen Lebenssphäre als Problem wahrgenommen. Dies ist vor allem daraus zu erklären, daß mit der Einführung neuer I&K-Technologien erstmals der strukturelle Kern der sogenannten "Lebenswelt", nämlich Kommunikation und Erfahrung, von Technisierungsprozessen betroffen ist und zwar in einer Weise, die den außerberuflichen Alltag technologisch mit der Arbeitswelt in verschiedener Hinsicht "vernetzt" bzw. ihn mit bisher nur in der Arbeitswelt dominanten zweckrationalen Verhaltensanforderungen durchsetzt:

- durch die Durchmischung von Arbeitszeit und Freizeit
- durch die Herstellung interaktiver Schnittstellen zwischen Haushalten und Dienstleistungen
- durch die Ermöglichung der Übernahme von Dienstleistungen durch den Haushalt selbst
- allgemein durch die Einführung einer für den Bereich der Arbeit konzipierten Technik (Computer) in den außerberuflichen Alltag

Auf wissenschaftlicher Ebene wird diese Entwicklung als Prozeß der Rationalisierung begriffen. Die Bewertung dieses Rationalisierungsprozesses ist aber hoch kontro-

vers. Während von der einen Seite diese Entwicklung als "Entlastung" oder gar als Bereicherung des Alltagshandelns begriffen wird, also im wesentlichen als ein Prozeß, der viele Routinetätigkeiten vereinfacht, abkürzt oder ganz automatisiert sowie neue Möglichkeiten der Wissensaneignung und Kommunikation eröffnet, wird von der anderen Seite diese Entwicklung als "Kolonialisierung" begriffen - als Übergriff wissenschaftlicher, technischer und ökonomischer Rationalitätsstandards aus der hochformalisierten und professionalisierten Arbeitswelt auf den bisher von solchen Rationalisierungen freien Bereich der Familie, der Freizeit, der Kultur, der sozialen Beziehungen etc. (vergl.: RAMMERT 1983, METTLER-MEIBOM 1986). Die damit verbundenen prognostizierten Folgen seien hier vorläufig und allgemein als "Entfremdungsphänomene" gekennzeichnet. Im einzelnen werden diese im folgenden Abschnitt zu charakterisieren sein.

Manifeste gesellschaftliche Konflikte sind hier bisher nicht aufgetreten. Dennoch, ein latentes Konfliktpotential liegt sicherlich in den unterschiedlichen Erwartungen und Bedürfnissen von Anbietern und Betreibern der Technologien und den privaten Nutzern. Auch zeigen sich, wenn nicht manifeste Konflikte, so doch eine Spaltung der Bevölkerung in solche, die den I&K-Technologien eher kritisch gegenüberstehen (auf politischer Ebene: "neue soziale Bewegungen") und solchen, die die neuen Technologien teils euphorisch begrüßen.

### 3. Stand der Forschung

Entsprechend dem unterschiedlichen Ausbaustand der I&K-Technologien und dem damit gegebenen unterschiedlichen "Problemdruck" sowie den differenten Niveaus der Konflikttastragung in den Bereichen "Arbeit" bzw. "außerberuflicher Alltag" bietet auch der Stand der wissenschaftlichen Forschung über die gesellschaftlichen Auswirkungen neuer I&K-Technologien ein recht uneinheitliches Bild.

Was die Auswirkungen auf den Arbeitsbereich angeht, ist die Forschung relativ fortgeschritten. Disziplinen wie die Industrie- und Betriebssoziologie oder die Arbeitspsychologie setzen sich schon seit langem (auch empirisch) mit den Folgen der Automatisierung und Rationalisierung auf die Entwicklung und Struktur des Arbeitsmarktes, auf die Qualität der Arbeit und die Qualifikationsanforderungen für die Beschäftigten, mit Problemen der "Humanisierung der Arbeitswelt" durch den Einsatz neuer Technologien oder sozialpsychologischen Auswirkungen der Erfahrung von Arbeitslosigkeit auseinander. Vor allem läßt sich auch in einer Vielzahl von Fallstudien zu betrieblichen Rationalisierungsmaßnahmen und den daraus sich ergebenden Konflikten zwischen Management und Belegschaften ansatzweise eine Thematisierung nicht nur von Chancen und Risiken sondern auch von Problemen der Risiko-Kommunikation finden. Hierzu sind auch Überlegungen zur Beteiligung der "Betroffenen" bei der Einführung elektronischer Informationssysteme in den Betrieben zu zählen (vergl. MAMBREY/OPPERMANN/TEPPER 1983).

Vergleichbar ist der Forschungsstand bezüglich der Auswirkungen elektronischer (Massen-) Medien, was Sehgewohnheiten, Probleme durch Fernsehen in der familiären Kommunikation, Gefährdung von Kindern und Jugendlichen durch Fernsehkonsum etc. angeht, wenn auch hier die Ergebnisse der Forschung - bspw. für die

Auswirkungen von Medienkonsum auf die Entwicklung des Sozialverhaltens - teils recht Inkonsistent sind (vergl. zusammenfassend RONNEBERGER 1982, MAST 1985).

Hinsichtlich der weiteren, soziokulturellen Folgen der I&K-Technologien ist der Stand der Forschung weitaus weniger fortgeschritten. Zu nennen wären hier:

1. Die wissenschaftlichen Begleituntersuchungen zu den Btx- und Kabelpilotprojekten (vergl. zu einem Überblick ALBRECHT-LOHMAR/PETERS 1985). Hier steht vor allem die Frage der Akzeptanz der neuen Technologien im Vordergrund (Nutzerverhalten, Nutzungsdauer, Probleme im Umgang mit den Technologien), woraus Rückschlüsse auf soziale Auswirkungen nur beschränkt möglich sind. Soweit Aussagen zu Folgen wie soziale Ungleichheit (knowledge-gap) oder Rationalisierung von Alltagskommunikation gemacht werden, stehen diese auf schwachen Füßen, da sie auf der Basis eines kaum entwickelten Ausbaustandes und gesellschaftlichen Verbreitungsgrades der Technologien getroffen werden müssen (vergl. KROMREY/JANSHEN 1984).
2. Zur Frage der Auswirkungen der Computertechnologie auf die Entwicklung der Persönlichkeit und die Kompetenzen des Individuums liegen einige empirische Untersuchungen vor, die auf Risiken wie Zerstörung sozialer Kompetenzen, Anpassung von Denken und Verhalten an die binäre Logik der Computeralgorithmen etc. hinweisen (EURICH 1985, TURKLE 1986, PFLÜGER/SCHURZ 1987). Diese Studien haben aber (notwendigerweise) explorativen Charakter, was die Validität ihrer Ergebnisse einschränkt.
3. Aus dem Bereich der Umfrageforschung liegen wenige Untersuchungen zur Einstellung der Bevölkerung zu den I&K-Technologien vor (LANGE 1984, BECKER 1984), die im wesentlichen auf eine ambivalente Einschätzung der "Computertechnologie" durch die Bevölkerung hinweisen. Positive Erwartungen bestehen hinsichtlich des wissenschaftlichen Fortschritts (etwa in der Medizin), wirtschaftlicher Konkurrenzfähigkeit und Arbeitserleichterungen. Dem stehen Befürchtungen hinsichtlich der Problematik des Datenschutzes und der zunehmenden Überwachungs- und Kontrollmöglichkeiten im Arbeits- und Privatleben sowie hinsichtlich der Arbeitsplatzvernichtung und des Verlustes zwischenmenschlicher Kontakte gegenüber.
4. Der größte Teil wissenschaftlicher Arbeiten zu den sozialen Folgen der neuen I&K-Technologien ist einem eher reflektierenden sozialwissenschaftlichen Technology Assessment zuzurechnen. Diese Arbeiten versuchen, ausgehend von theoretischen Annahmen über gesellschaftliche Strukturen, Form und Inhalt der neuen Technologien, Annahmen über Nutzerverhalten oder aus einer Bewertung der gegenwärtigen Technologiepolitik heraus, zukünftige Chancen und Risiken zu extrapolieren (z.B. HAEFNER 1984, KUBICEK/ROLF 1985, METTLER-MEIBOM 1986). Dabei wird auch versucht unter Betrachtung verschiedener Einflußvariablen wie wirtschaftliche Entwicklung, Nutzerverhalten oder Nutzerstile, alternative I&K-Landschaften mit unterschiedlichen Risikoausprägungen zu entwerfen (HOBOHM/JUNGERMANN 1985, RUST 1982, SCARDIGLI et al. 1982, De GOURNAY 1982). Ein solches antizipierendes Technology Assessment kann natürlich lediglich zu Aussagen kommen, die - vor dem Hintergrund verschiedener theore-

tischer Grundannahmen - mehr oder weniger Plausibilität für sich in Anspruch nehmen können.

Alles in allem kann für den bisherigen Stand der Forschung gelten, daß nur wenig empirisch validierte Ergebnisse zu Chancen und Risiken der I&K-Technologien vorliegen. Vielfach bleibt die wissenschaftliche Beschäftigung mit den gesellschaftlichen Folgen der I&K-Technologien - aufgrund des im Vergleich zum Machbaren und Beabsichtigten in vielen Bereichen noch wenig entwickelten "Ausbaustandes" - auf der Ebene allgemeiner "essayistischer" Reflektion über *potentielle* Risiken und Chancen beschränkt. Abgesehen von den bestehenden Forschungslücken hinsichtlich der Abschätzung von Chancen und Risiken der I&K-Technologien liegen auch so gut wie keine Arbeiten vor, die sich mit dem "Meta-Thema" der Kommunikation über Chancen und Risiken auseinandersetzen.

#### 4. Wirkungsdimensionen der neuen I&K-Technologien

Im folgenden wird versucht, die verschiedenen mit den I&K-Technologien in Zusammenhang gebrachten Risiken und Chancen unter drei Dimensionen zusammenzufassen. Die Zuordnung der "Wirkungen" ist dabei nicht immer eindeutig möglich, zu einer Strukturierung des unübersichtlichen Feldes der Kommunikation über "I&K-Risiken" aber unerlässlich. Die Dimensionen (Individuum, soziale Beziehungen, Politik) liegen quer zu der Differenzierung der Handlungskontexte Arbeit vs. Nicht-Arbeit. Es werden daher auch auf der jeweiligen Dimension Risiken und Chancen aus beiden Bereichen erörtert. Zur besseren Übersicht werden zu Beginn des jeweiligen Abschnitts die diskutierten Chancen und Risiken, aufgeschlüsselt nach Handlungskontexten und Anwendungsformen der I&K-Technologien, in einer Tabelle zusammengefaßt (vergl. Tab. 1-3).

##### 4.1 Risiken und Chancen für die Kompetenzen und Bedürfnisse des Individuums

Bezüglich der Auswirkungen der neuen I&K-Technologien auf die Kompetenzen und Bedürfnisse der Individuen sind sehr weitreichende, aber auch sehr abstrakte Risikoprognosen gemacht worden. Gerade hier zeigt sich die unsichere Erfahrungsbasis, auf der sich die Diskussion über Risiken und Chancen der I&K-Technologien bewegt.

Den Hintergrund von Warnungen vor Gefahren für das Individuum, seine Emotionalität, seine intellektuellen und sozialen Kompetenzen bildet vor allem die den I&K-Technologien inhärente Tendenz, menschliche Fähigkeiten und Aktivitäten durch technische Abläufe zu ersetzen. Diese Tendenz zeigt sich im Arbeitsbereich in der Übernahme von Facharbeiterqualifikationen durch computergesteuerte Maschinen bis hin zur Übernahme von Entscheidungen durch Expertensysteme (vergl. z.B. BRIEFS 1986, VOLPERT 1986). Dies wird negativ als Abnahme an menschlicher Autonomie und als zunehmendes Ausgeliefertsein des Einzelnen an die Maschine gesehen. Der Mensch werde zum Anhängsel der Maschine, die für ihn arbeitet und denkt (WEIZENBAUM 1978, AIGRAIN 1982, BAMME 1983).

Handlungskontexte/ Anwendungsfelder		Computeranwendungen	Individualkommunikation/ Interaktive Dienste	Massenkommunikation
Arbeit	Risiken	Arbeitsentfremdung, Verlust von Autonomie und Kreativität, Entzinnlichung von Realität, Entwertung persönlicher Erfahrung (Dequalifizierung), "Taylorisierung" gestiger Arbeit	Verlust sozialer Kontakte, Entwertung persönlicher Erfahrung, Entzinnlichung von Realität, Arbeitsentfremdung	
	Chancen	Entlastung von Routinetätigkeiten, mehr Kompetenzen durch Dezentralisierung von Entscheidungsstrukturen	Erleichterung von Kommunikation, Entlastung von Routinetätigkeiten	
außerberuflicher Alltag	Risiken	Verlust von Autonomie und Kreativität, Entzinnlichung von Realität, Entwertung persönlicher Erfahrung, Verlust sozialer Kompetenz durch Rückzug in die "Computerwelt"	Verlust sozialer Kompetenz durch zweckgerichtet Kommunikation, Verlust von Lebensqualität und Überforderung durch Automatisierung von Dienstleistungen	Passivität, Realitätsverlust
	Chancen	Individueller Zugang zu Informationen, Entlastung von Konsumarbeit, Erweiterung von Wissen und Handlungsmöglichkeiten	Entlastung von Konsumarbeit, individueller Zugang zu Informationen, Erweiterung sozialer Kontakte	freie Programmwahl, Teilnahme am öffentlichen Leben über Rückkanal

Tabelle 1: Auswirkungen von Informatisierung und Mediatisierung auf das Individuum

Positiv wird gerade hierin ein enormes Entlastungspotential gesehen, das sich im Bereich des außerberuflichen Alltags z.B. als Entlastung von "Konsumarbeit" durch Dienste wie "Home-banking" etc. ausdrückt. Der Zeitaufwand für alltägliche Verrichtungen (Einkaufen, Bankverkehr, Behördenverkehr, Haushaltsführung) würde durch interaktive Dienste verringert und solche Aktivitäten wären nicht länger an bestimmte Zeiten gebunden, die individuelle Verfügung über die "Freizeit" werde damit erhöht. Im Arbeitsbereich ist eine Entlastung durch die Übernahme repetitiver Teilarbeiten in der Produktion, aber auch anderer Routinetätigkeiten im Büro durch I&K-Technologien zu erwarten. Hier bietet sich dann die Chance, das wachsende Zeitbudget zur Entwicklung persönlicher Fähigkeiten und Interessen zu nutzen - den Spielraum der Selbstbestimmung also gerade zu vergrößern (z.B. HAEFNER 1984, ELKINS 1984).

Die Tendenz zur Ersetzung des Menschen durch Computertechnologie findet für die Kritiker ihren Höhepunkt im Einsatz von Expertensystemen in der Prozeßsteuerung und in hochprofessionalisierten Dienstleistungsberufen (Mediziner, Juristen etc.). Dem Individuum werde zunehmend die Verantwortung für sein Handeln und die Ent-

scheidung über sein Tun von programmiertem Expertenwissen abgenommen, womit die Gefahr des Verlustes der Fähigkeit, selbstständig und verantwortungsvoll zu handeln und auch die Gefahr einer Standardisierung von Entscheidungen verbunden sei (VOLPERT 1986, LENK 1984).

Neben den Risiken der Enteignung von Qualifikationen und Kompetenzen wird auch das Risiko der Anpassung des menschlichen Denkens und Handelns an die standardisierten Prozeduren und formalisierten Programme der elektronischen Verarbeitung von Wissen gesehen. Die für eine elektronische Verarbeitung von Wissen notwendige Formalisierung von Informationen (binäre Logik) komme einer Reduktion vielschichtiger menschlicher Erfahrung gleich. Der Spleißraum menschlicher Kreativität werde eingeengt, das menschliche Denken am Regelwerk starrer Algorithmen ausgerichtet (VOLPERT 1980, 1986). Generell werde der Reichtum und Wert persönlicher Erfahrung gegenüber dem formalisierten Wissen aus Datenbanken etc. entwertet (METTLER-MEIBOM 1985, 1986; NOWOTNY 1984). Diese Befürchtungen richten sich sowohl auf die Entwicklungen im Arbeitsbereich als auch auf die Zunahme privater Computernutzung wie auch auf die Möglichkeiten des Zugriffs auf Datenbanken aller Art durch neue Telekommunikationsdienste wie Btx. Auch im Zusammenhang mit den "Expertensystemen" ist von der Gefahr der "Uniformität von Denkmustern" die Rede; dem steht aber auch die Hoffnung entgegen, daß mit den erweiterten Möglichkeiten des Zugriffs auf Wissen die "Nutzung kreativer Potentiale gefördert werde" (Enquete-Kommission 1987, 16). Insgesamt wird der Befürchtung einer Reduktion menschlicher Fähigkeiten die These entgegengehalten, die Möglichkeiten der Speicherung und schnellen Verarbeitung großer Datenmengen erweiterte die Intellektuellen Kapazitäten des Menschen und erschlossen ihm neue Wissens- und Erfahrungsbereiche (z.B. ELKINS 1984).

Die These der Verödung intellektueller Fähigkeiten wird insbesondere bezüglich der Frage der Computernutzung durch Kinder (Computerspiele) vorgebracht (z.B. VOLPERT 1985). Computerspiele förderten allein sensumotorische Fähigkeiten, und der Umgang mit Computeralgorithmen schon bei Kindern führe zu einer Verkümmерung kindlicher Phantasie und selbständigen Denkens. Demgegenüber stehen teils empirisch gestützte Hinweise darauf, daß Computerspiele und ein kindgerechter Umgang mit dem Computer (bspw. durch die für Kinder entwickelte Computersprache "logo") durchaus räumliches und abstraktes Denken bei Kindern fördern können (GREENFIELD 1987).

Am gleichen Problem entzündet sich die Auseinandersetzung um den Einsatz von Computern in Schule und Ausbildung. Während auf der einen Seite vor einer einseitigen Ausrichtung des Unterrichts an der binären Logik des Computers, und einer Vernachlässigung emotionaler, kreativer und sozialer Kompetenzen gewarnt wird (z.B. HAEFNER 1982, EURICH 1985), betonen zum Beispiel die Mitglieder der CDU/CSU in der Enquete-Kommission "Neue Informations und Kommunikationstechniken" den Vorteil, "... daß durch den Einsatz der I&K-Techniken im Bildungsbereich vielfältige Routine- Lehr- und Lernvorgänge in objektiver und von personalen und emotionalen Beziehungen entlasteter Form auf individuelle Weise und damit häufig auch effektiver erledigt werden könnten (Enquete-Kommission 1983, 117; vergl. auch HAEFNER 1982).

Die Gefahr einer Deformation insbesondere der sozialen Kompetenzen des Menschen wird in der beim Umgang mit Computertechnologie erforderten Zweckrationalität des Denkens und Handelns gesehen. Durch die "Verdichtung" oder auch Rationalisierung von Arbeit und Kommunikation verringern sich die Spielräume für spontanes und intuitives Handeln. Die Emotionalität und die kommunikativen Kompetenzen des Menschen, die wesentlich für die Herstellung sozialer Beziehungen sind, verkümmern zugunsten einer eindimensionalen zweckrationalen Orientierung des Verhaltens. Der "technikzentrierte Mensch" sei nicht mehr in der Lage, sich in soziale, zwischenmenschliche Situationen und Beziehungen einzubringen (METTLER-MEIBOM 1985, VOLPERT 1980, PROTTER 1984, PFLÜGER/SCHURZ 1986, KUBICEK/ROLF 1986).

Noch einen Schritt weiter geht die These, daß die durch Rationalität und Kontrollierbarkeit aller Abläufe gekennzeichnete Welt der Computeralgorithmen in ihrer Faszination zur Abschottung von den wesentlich diffuseren und nicht-kontrollierbaren Problemen der Alltagsrealität und zwischenmenschlicher Beziehungen, zur Compensation oder zur Flucht vor der Außenwelt mit der Konsequenz zunehmender Kontaktarmut und Kontaktunfähigkeit führe (WEIZENBAUM 1978, HEINTZ 1987). Sherry Turkle konnte in den USA für diese These durch teilnehmende Beobachtung in der Subkultur der "Computer-freaks" und "Hacker" auch empirische Evidenz erbringen (TURKLE 1986).

Der These von der Verödung sozialer Fähigkeiten, die oft auch mit dem Verweis auf den Verlust der Erfahrung personaler Kontakte durch die mehr und mehr allein technisch vermittelte Kommunikation in Beruf und Alltag vorgebracht wird, wird von anderer Seite entgegengehalten, daß die neuen I&K-Technologien mit ihren erweiterten Möglichkeiten des Zugriffs auf Wissen und Informationen gerade die sozialen Kompetenzen der Individuen erweitern, also durch mehr Wissen auch die Möglichkeit zu mehr Austausch gegeben sei (KtK 1976, BIEDENKOPF 1984) oder auch schon rein technisch die Herstellung sozialer Kontakte und die Teilnahme am gesellschaftlichen Leben durch die neuen Möglichkeiten der Telekommunikation erleichtert werde (vergl. hierzu auch BÖCKELMANN/NAHR 1981).

Mit der Erweiterung des Angebots im Bereich der Massenkommunikation (Kabel- und Satellitenfernsehen, Video), aber auch mit den neuen Unterhaltungsangeboten des Computers oder auch von Btx verbinden sich Befürchtungen, die bezüglich extensiven Fernsehkonsums schon länger in der Diskussion sind (vergl. zusammenfassend Enquete-Kommission 1983). In erster Linie wären hier Gefahren wie Passivität durch den Konsum von Unterhaltungssendungen und Computerspielen zu nennen. Dies wird insbesondere für die Entwicklung von Kindern und Jugendlichen als Problem gesehen. In diesem Zusammenhang wird auch vor dem Risiko einer verzerrten Wahrnehmung der Realität oder gar vor Realitätsverlust gewarnt. Zwischen das Individuum und die Außenwelt schiebt sich mehr und mehr das Medium Bildschirm, das dem einzelnen insbesondere in Form von Unterhaltungsangeboten eine Pseudorealität anietet, die seine Kompetenz zur Lebensbewältigung untergräbt (Enquete-Kommission 1983).

Einer solchen Betonung der Risiken der Erweiterung von Programmangeboten der Massenkommunikation für das Individuum wird als Vorteil die größere Freiheit in der

Programmwahl entgegengehalten, die dem Ideal der individuellen Informationsfreiheit näher bringe. Auch die gerade mit dem Kabelfernsehen verbundene Möglichkeit lokaler und regionaler Informationssendungen wirke dem Risiko des Realitätsverlustes entgegen. Da die gesendeten Inhalte dem eigenen Erfahrungshorizont entsprechen, sei hier für den Einzelnen die Kontrolle der Medienrealität erleichtert (Noelle-Neumann 1980). Neue Möglichkeiten für eine aktive Rolle des Bürgers im Mediensystem seien schließlich auch durch den "offenen Kanal" des Kabelfernsehens gegeben (SCHMIDBAUER 1983, SCHÜTT 1983).

## **4.2 Risiken und Chancen bezüglich der Qualität sozialer Beziehungen und der gesellschaftlichen Integration**

Information und Kommunikation als "Rohstoff" der neuen Technologien sind die zentralen Ressourcen des gesellschaftlichen Zusammenlebens. Es ist daher nicht verwunderlich, daß sich eine Vielzahl von Prognosen auf Veränderungen der personalen Beziehungen, der Beziehungen in den intermediären sozialen Bereichen wie Familie und Nachbarschaft, der Kommunikationsverhältnisse im Dienstleistungsbereich, bis hin zu Veränderungen gesellschaftlicher Machtverhältnisse und Problemen der gesellschaftlichen Integration richten. Unter den Risiken für die sozialen Beziehungen ist - komplementär zu der oben genannten Gefahr der Verkümmерung sozialer Kompetenzen der Individuen - vor allem das der Entpersonalisierung sozialer Beziehung durch die Zunahme der Mensch-Maschine- und der Mensch-Maschine-Mensch-Kommunikation auf Kosten direkter personaler Kontakte zu nennen. Bildschirmtext als Interaktives System mit der Möglichkeit, nahezu alle Alltagsaktivitäten wie Einkauf, Bankgeschäfte, Reisebuchungen, Informationsbeschaffung zu Hause vom Bildschirm aus zu verrichten (vergl. MAYNTZ et al. 1979-1983, KROMREY/JANSEN 1984), gilt hier als Vorreiter eines gesellschaftlich umfassenden Systems technisch und nicht mehr personal vermittelter Kommunikation (METTLER-MEIBOM 1986, KUBICEK/ROLF 1985). Gerade für defizitär integrierte soziale Gruppen wie Alte und Behinderte wird hier das Risiko weiterer Isolierung aufgrund der schwindenden Anzahl ungeplanter sozialer Kontakte, auf der anderen Seite aber auch die Möglichkeit zur Erleichterung von Alltagsbesorgungen und eine Verbesserung der Möglichkeiten zur Teilnahme am sozialen Leben gesehen (Enquete-Kommission 1983).

In diesem Zusammenhang wird auch unabhängig von Btx das Problem der zunehmenden Informatisierung von Dienstleistungen genannt (vom Expertensystem zur Kredit- oder Steuerberatung bis hin zum Fahrkartenautomaten), mit dem zum einen das Risiko des Wegfalls nicht-zweckgerichteter Kommunikation zwischen Klient und Dienstleistungspersonal, zum anderen aber auch die Gefahr einer Standardisierung von Dienstleistungen auf Kosten individuell zugeschnittener Beratung verbunden wird. Generell wird in der zunehmenden Technisierung von bisher durch den persönlichen Kontakt oder gar ein Vertrauensverhältnis zwischen Klient und Experten oder Berater gekennzeichneten Dienstleistungen (insbesondere in der Medizin) das Risiko des Verlustes der "zwischenmenschlichen" Qualität der Versorgung und die Reduktion des Klienten auf die Rolle eines zu erledigenden "Falles" gesehen (z.B. Enquete-Kommission 1987, Forschungsgruppe Sozialökonomischer Wandel 1987).

Dem Trend zur Entpersonalisierung und zur Auflösung sozialer Beziehungen in der Individualkommunikation wird die Isolation am Arbeitsplatz durch die zunehmende Mensch-Maschine-Kommunikation und vor allem auch die sozial deprivierende Wirkung des zunehmenden Konsums von Unterhaltungsangeboten der Massenkommunikation an die Seite gestellt. Als Risiken werden hier die Verödung der Alltagskommunikation am Arbeitsplatz und in den Familien und die Zerstörung der Freizeitkultur genannt: Das Mehr an Freizeit in der "Informationsgesellschaft" werde nicht zu mehr Aktivität in sozialen Zusammenhängen genutzt, sondern isoliert vor dem Fernseher verbracht (vergl. zusammenfassend RONNEBERGER 1982 und Enquete-Kommission 1983, 128 ff.)

Handlungskontexte/ Anwendungsfelder		Computeranwendungen	Individualkommunikation/ interaktive Dienste	Massenkommunikation
Arbeit	Risiken	Zerstörung der sozialen Beziehungen durch Zunahme der Mensch-Maschine-Kommunikation, "Zwei-Drittel-Gesellschaft" durch zunehmende Arbeitslosigkeit	Zerstörung der sozialen Beziehungen durch Zunahme der Mensch-Maschine-Kommunikation	
	Chancen	Dezentrale Organisationsformen in Produktion und Verwaltung und damit Demokratisierung der Arbeitsverhältnisse, wachsender allgemeiner Wohlstand durch Rationalisierung	Dezentrale Organisationsformen in Produktion und Verwaltung und damit Demokratisierung der Arbeitsverhältnisse	
außerberuflicher Alltag	Risiken	knowledge gap, Zerstörung der sozialen Beziehungen durch Zunahme der Mensch-Maschine-Kommunikation	Entpersonalisierung sozialer Beziehungen, Standardisierung von Dienstleistungen, Rationalisierung lebensweltlicher Aktivitäten	gesellschaftliche Desintegration durch Rückzug in die Medienwelt, kognitive Provinzialisierung
	Chancen	allgemeiner Zugang zu Informationen, Abbau von Informationsmonopolen	neue Formen der Gruppenkommunikation, Stärkung lebensweltlicher Zusammenhänge durch neue Kontaktmöglichkeiten, Abbau von Kommunikationshemmnissen	freie Programmwahl, Teilnahme am öffentlichen Leben über Rückkanal

Tabelle 2: Auswirkungen von Informatisierung und Mediatisierung auf die sozialen Beziehungen

Ein weiteres Risiko für den gesellschaftlichen Zusammenhalt wird in einer Durchdringung lebensweltlicher Bereiche (Familie, Interpersonale Kontakte) durch der Arbeitswelt entstammende zweckrationale Organisationsprinzipien und Hand-

lungsorientierungen über das Eindringen der neuen I&K-Technologien (insbesondere Btx) in den Alltag gesehen (METTLER-MEIBOM 1985, RAMMERT 1983, JANSHEN 1980, WERSIG 1985). Die von den neuen Technologien verlangte zweckrationale Denk- und Handlungsweise zerstöre die für die Persönlichkeitsentwicklung und das soziale Zusammenleben notwendigen Merkmale vielschichtiger Kommunikation (Überschaubarkeit, sinnliche Wahrnehmung, Unmittelbarkeit, Flexibilität, Emotionalität), führe zu einer Gestaltung des sozialen Zusammenlebens nach dem Muster rationaler Tauschbeziehungen (LÜSCHER 1984, RAMMERT 1983, METTLER-MEIBOM 1985), zu einer nur noch zweckgerichteten Form der Kommunikation, zur Auflösung von autonomen, von rationaler Organisation und Fremdbestimmung freien Erfahrungsräumen (Familie, Nachbarschaft). Das Eindringen von Zweckrationalität in den Alltag wird auch im Zusammenhang mit den Möglichkeiten der Tele(heim)arbeit erörtert. Durch die Durchmischung von Arbeit und Freizeit verliere die Familie den Charakter einer emotionalen Schutzzone (PROTT 1984).

Über die Gefahr des Verlustes sozialer Kontakte hinaus werden auch Risiken für die gesamtgesellschaftliche Integration gesehen. Die neuen Iuk-Technologien verstärken die der modernen Gesellschaft inhärente Tendenz zur Individualisierung. Durch die Möglichkeiten des individuellen Abrufs von Informationen (Daten, Texte), des Kommunizierens mit Organisationen und Institutionen (Auskunft, Bestellung von Waren und Dienstleistungen), die individuelle Wahl von zielgruppenorientierten Programmen (Programmabruft, Video), durch den Rückzug in die eigene "Medienwelt" besteht die Gefahr gesellschaftlicher Desintegration (RONNEBERGER 1982). Die damit verbundene Segmentierung des Publikums (SAXER 1980, NOELLE-NEUMANN 1980) könnte - verstärkt durch die Zerstörung von für die normative Integration notwendigen lebensweltlichen Kommunikationszusammenhängen (Familie, Nachbarschaft etc.) - zur Auflösung einer gemeinsamen gesamtgesellschaftlichen Erlebniswelt mit der Konsequenz "kognitiver Provinzialisierung", also der Auflösung eines gesamtgesellschaftlichen Erfahrungszusammenhangs und der Aufspaltung der Gesellschaft in disparate soziale Wahrnehmungswelten führen (RUST 1982).

Die Diversifizierung der Informationsmöglichkeiten, die durch die neuen I&K-Technologien geschaffen wird, wird auf der anderen Seite aber gerade als gesellschaftliche Chance gesehen.

- Es ergeben sich neue Möglichkeiten der Gruppenkommunikation. Der Erfahrungsaustausch in sozialen Netzen Gleichgesinnter werde daher erleichtert (LENK 1984, BÖCKELMANN/NAHR 1981).
- Die zu erwartende Vielfalt des Angebots an Kommunikationsinhalten könne zu einer Überwindung von gruppenspezifischen Wahrnehmungsweisen und Interessenorientierungen und damit zur Herausbildung eines pluralistischen Normensystems mit positiven Konsequenzen für die gesellschaftliche Integration führen (NORA/MINC 1979, im Anschluß daran auch WERSIG 1985).
- Zusammen mit der Freisetzung von Zeit durch die Rationalisierung des Arbeitsbereiches könnten die wachsenden Kommunikationsmöglichkeiten zu einer Intensivierung sozialer Verhältnisse und zu einer Stärkung lebensweltlicher Zusammenhänge beitragen (TOFFLER 1980).

Nicht nur vor einer horizontalen Segmentierung der Gesellschaft, sondern auch vor neuen sozialen Ungleichheiten bzw. einer Verstärkung bestehender sozialer Disparitäten wird von Kritikern der "Informatisierung der Gesellschaft" gewarnt.

- Da die neuen Technologien eine erhebliche Anforderung an die Lernbereitschaft der Nutzer stellen, ergäben sich ungleiche Zugangschancen für lernfähige und -bereite Jungs und weniger flexible ältere Personen (HAEFNER 1982, 1984).
- Da die neuen I&K-Technologien eher von gebildeten Schichten genutzt werden (nachgewiesen bspw. für die Nutzung von Btx; vergl. MAYNTZ u.a., 1979- 1983, Bd.1; GALLWAS/HASSEMER/SEETZEN 1983) und eine rationale Verarbeitung des wachsenden Angebots an Informationen eher von gebildeten Schichten erwartet wird, besteht das Risiko der Vergrößerung der Wissensklasse in der Gesellschaft (NORA/MINC 1979, SAXER 1980, NOWOTNY 1984) bis hin zur Herausbildung einer gesellschaftlich dominierenden "High-Tech-Elite" (HAEFNER 1984).

Damgegenüber stehen aber Prognosen, die die partizipatorischen Möglichkeiten der I&K-Technologien betonen.:

- Neue I&K-Technologien ermöglichen dezentrale Organisationsformen in Produktion und Verwaltung. Dies bringt auch eine Dezentralisierung der gesellschaftlichen Wissensverteilung und eine Demokratisierung des Zugangs zu gesellschaftlich relevantem Wissen mit sich (z.B.: SIMON 1979, REICHARDT 1982, ELKINS 1984). Die Dezentralität von Wissensanwendung und Verarbeitung hebt die Abhängigkeit von einer zentralisierten Informationsvermittlung (insbesondere der Massenkommunikation) auf.
- Technische Möglichkeiten wie Informationsabruft, offener Kanal, Rückkanal können die Eigeninitiative fördern und zu vermehrter sozi-kultureller Beteiligung führen (Enquete-Kommission 1983, BIEDENKOPF 1984).
- Informationstechnisch vermittelte Kommunikation kann aufgrund von - im Vergleich zur direkten Kommunikation - geringeren interpersonalen Kontrollmöglichkeiten zum Abbau von Kommunikationshemmnissen und Machtstrukturen in der Kommunikation führen (RICE/LOVE 1987).

Solch positive Ausblicke in die Informationsgesellschaft gehen bis hin zu Utopien einer "konivialen" Gesellschaft der Freiheit und des Wohlstandes (NORA/MINC 1979, RUST 1982) oder auch "alternativen" Entwürfen einer herrschaftsfreien Gesellschaft der Gleichen dank der dezentralisierenden Wirkung des Computers (GARRETT/WRIGHT 1980).

Handlungskontexte/ Anwendungsfelder		Computeranwendungen	Individualkommunikation/ interaktive Dienste	Massenkommunikation
Arbeit	Risiken	Zunahme von Kontrolle durch Personalinformationsysteme und Arbeitsüberwachung am Terminal	Überwachung von Bildschirmarbeit	
	Chancen	Dezentralisierung und damit Demokratisierung der Arbeitsverhältnisse	Dezentrale Organisationsformen in Produktion und Verwaltung und damit Demokratisierung der Arbeitsverhältnisse	
außerberuflicher Alltag	Risiken	Wissensmonopol der politischen Administration, Überwachungsstaat durch Vernetzung von Datenbanken, Formalisierung von Wissen und Entscheidungen verhindert Bürgernähe von Verwaltungshandeln	Speicherung von Nutzerdaten der Telekommunikationssysteme wie z.B. BTX, ungleiche politische Beteiligungschancen durch "knowledge gap"	Wachsender Medienkonsum führt zu politischer Apathie, ungleiche politische Beteiligungschancen durch "knowledge gap"
	Chancen	Rationalisierung von Verwaltungshandeln und Zunahme von Planungsmöglichkeiten: Bessere Versorgung des Bürgers	"Mündiger Bürger" durch freien Zugang zu Informationen, Demokratisierung des Informationsbesitzes, die Dialogfähigkeit der neuen Technologien fördert politische Beteiligung, Erleichterung der Kommunikation zwischen Bürger und Verwaltung	freie Programmwahl: pluralistisches Programmangebot, politische Beteiligung durch Rückkanal

Tabelle 3: Auswirkungen von Informatisierung und Mediatisierung auf das politische System

#### 4.3 Risiken und Chancen für das politische System und das Verhältnis Staat/Bürger

Die gesellschaftlich diskutierten Auswirkungen neuer I&K-Technologien auf das politische System im weitesten Sinne lassen sich unter zwei Gesichtspunkten zusammenfassen:

1. Risiken und Chancen für die politische Kultur und das Verhältnis Administration-Staatsbürger im Hinblick auf die Funktionsfähigkeit der Demokratie
2. Risiken und Chancen der Speicherung persönlicher Daten

### *Auswirkungen auf die politische Kultur und die staatliche Organisation*

Als risikoreich im Hinblick auf die Funktionsfähigkeit der Demokratie wird zum einen die mit der Verkabelung und den neuen Medien verbundene Tendenz zur Massengesellschaft angesehen:

- Die Verkabelung der Gesellschaft befestige die asymmetrische Kommunikation zwischen Informationsanbietern und Rezipienten sowie die Abhängigkeit und Manipulierbarkeit der letzteren. Auch der "Rückkanal" beschränke den Nutzer auf die Rolle des Addressaten mit nur rudimentären Antwortmöglichkeiten. Die Möglichkeit permanenter Einstellungsmessung über den Rückkanal berge damit die Gefahr der "Trivialisierung politischer Konsensbildung" in sich. Verkabelung bedeute noch nicht die partizipatorische "Vernetzung" der Gesellschaft (LOWI 1980, 1984).
- Der Konsum einer wachsenden Zahl an Medienangeboten lähme den Partizipationswillen des Bürgers und führe zu politischer Apathie und Uniformität, letztlich zu einer weiteren Formierung der Öffentlichkeit sowie zu einer Reduktion der Rolle der Staatsbürger im politischen Prozeß auf die des "akklamierenden Publikums" (vergl. SAXER 1980, RONNEBERGER 1982).
- Weitererhin stehe dem Ideal einer breiten Beteiligung der Bürger am politischen Prozeß die schon oben erwähnte Gefahr einer Spaltung der Gesellschaft in Informierte und Nichtinformierte durch den nach Bildung und Einkommen unterschiedlichen Zugang zu Informationen entgegen (KUBICEK/ROLF 1985).

Für das Verhältnis zwischen (staatlicher) Administration und Bürger werden negative Effekte der neuen I&K-Technologien durch die zunehmende Formalisierung des Wissens gesehen. Dies führe zu einer Vergrößerung der Kluft zwischen Experten und Laien bzw. Verwaltung und Bürgern sowie zu einer weiteren Zentralisierung von Entscheidungskompetenzen und könne den technokratischen und wenig bürgernahen Arbeitsstil der Verwaltungen noch verstärken. Die zur Herstellung von "Bürgernähe" erforderliche Transparenz des Verwaltungshandelns, die heute schon kaum gegeben sei, sei mit der Einführung des "papierlosen Büros" und der massenhaften Speicherung von Daten noch weniger zu erwarten. Die Kontrollmöglichkeiten des Bürgers werden weiter reduziert (Enquete-Kommission 1983, LOWI 1984, LENK 1984). Daneben bestehe die Gefahr der Standardisierung und Typisierung des Verwaltungshandelns, womit ein Verlust an Flexibilität in der Behandlung von Einzelfällen verbunden sei (Enquete-Kommission 1983).

Den Gefahren für die Demokratie wird insbesondere die Chance dezentraler Organisation von Information und Entscheidung entgegengehalten:

- Die Vielfalt der Informationskanäle gewähre einen massenhaften Zugang zu Informationen. Da Information nicht länger ein "knappes Gut" sei, werde der Informationsbesitz demokratisiert. Dadurch verbesserten sich auch die Chancen für Interessenverbände wie Bürgerinitiativen und Verbraucherverbände, sich politisch Gehör zu verschaffen (BIEDENKOPF 1984, Enquete-Kommission 1983).

- Die Dialogfähigkeit der neuen Technologien fördere die politische Beteiligung der Rezipienten, und die Informationssysteme verschafften dem Bürger freien Zugang zu relevanten politischen Informationen, die rationales und selbstständiges politisches Handeln erst möglich machen. Die neuen I&K-Technologien stellten damit einen Schritt in Richtung auf das Ideal des "mündigen Bürgers" dar (BIEDENKOPF 1984).
- Telekommunikation erleichtere die Kommunikation zwischen Bürger und Verwaltung (weniger Behördengänge), ermögliche eine bessere Orientierung des Bürgers z.B. über die Steuer- und Sozialgesetzgebung (Reese et al. 1979) und böte auch die Chance zur Dezentralisierung administrativer Entscheidungsstrukturen (Enquete-Kommission 1983).

*"Der gläserne Mensch" - Auswirkungen der Speicherung persönlicher Daten*

Die neuen I&K-Technologien erleichtern - vor allem über den Weg der Vernetzung verschiedener Datenbanken - den Zugriff auf Daten aus der amtlichen Statistik, aus Dokumentationen, aus dem Verwaltungsvollzug oder aus Umfragen. Zusammen mit neuen "Überwachungstechnologien" wie z.B. dem maschinenlesbaren Personalausweis erweitern sich die Möglichkeiten der Personenüberwachung und der politischen Planung (z.B. Reese u.a. 1979). In diesem Zusammenhang stellt sich das Problem des Schutzes persönlicher Daten, das in jüngerer Zeit anlässlich der Volkszählung zu politischen Kontroversen führte, in deren Verlauf das Bundesverfassungsgericht 1983 das "Recht auf informationelle Selbstbestimmung" als "... eine elementare Funktionsbedingung eines auf Handlungs- und Mitwirkungsfähigkeit seiner Bürger begründeten freiheitlichen Gemeinwesens" festschrieb (Bundesverfassungsgericht Dez. 1983, zit. nach ALEMANN/SCHATZ 1986, 634).

Die Enquete-Kommission "Neue Informations- und Kommunikationstechniken" (1983) unterscheidet zwei Bereiche, in denen sich das Problem des Datenschutzes stellt:

- Telekommunikationsdienste (Btx)
- Computergestützte Informationssysteme (Personalinformationssysteme)

Telekommunikationssysteme sind zur Sicherstellung eines reibungslosen Ablaufs darauf angewiesen, personenbezogene Daten zu erheben, zu speichern und zu übermitteln (vergl. dazu auch MAYNTZ et al. 1979-1983, Bd. 7):

- Daten über Nutzer und Anbieter zur Überprüfung der Zugangsberechtigung
- Die in den Programmen selbst enthaltenen Daten (z.B. Mitteilungen, elektronische Post, Speicherungen über Verarbeitungsvorgänge etwa bei Bankgeschäften)
- Daten über Betrieb bzw. Nutzung der Angebote (z.B. bei entgeltlichem Abruf von Informationen)

Damit begibt sich der Nutzer notwendigerweise seiner Anonymität. Darüberhinaus ermöglicht die Beobachtung seines Abrufverhaltens Rückschlüsse auf seine Interessen.

sen. Trotz bestehender rechtlicher Garantien wie Fernmelde- und Datengeheimnis besteht somit das Risiko der Nutzung der anfallenden Daten durch Dritte (Marketingunternehmen, Auskunftsstellen, Polizei, Verfassungsschutz) und damit einer Verletzung des Rechts auf informationelle Selbstbestimmung (Enquete-Kommission 1983).

Computergestützte Informationssysteme ermöglichen die massenhafte Speicherung persönlicher Daten und die Vernetzung verschiedener Datenspeicher zum Zweck des Datenvergleichs und der Datenakkumulation. Polizeiliche und nachrichtendienstliche Informationssysteme, Datenbanken der Sozialversicherungen und Personalinformationssysteme der öffentlichen Verwaltungen und der privaten Wirtschaft könnten damit auf der einen Seite Planungen und Entscheidungen erleichtern und auf eine breitere Wissensbasis stellen (BIEDENKOPF 1984, Enquete-Kommission 1983). Auf der anderen Seite wird aber vor dem mit der Speicherung persönlicher Daten verbundenen Risiko des Einsatzes von Wissen zu Lasten der betroffenen Personen sowie der Gefahr einer ungleichen Informations- und Machtverteilung in der Gesellschaft und in den Betrieben aufgrund des mangelnden Zugangs der Betroffenen zu den gespeicherten Daten gewarnt.

Personalinformationssysteme in den Betrieben (zur Lohn- und Gehaltsabrechnung, zur Personalverwaltung und -planung) ermöglichen die Schaffung von Persönlichkeits- und Leistungsprofilen durch:

- Rückschlüsse auf die persönliche Situation durch Daten über Pfändungen, vermögenswirksame Leistungen, Beihilfezahlungen etc.
- Rückschlüsse auf den Arbeitseinsatz durch Informationen über Fehlzeiten, Überstunden, Besuch von Fortbildungsveranstaltungen etc.

Zusammen mit Daten etwa aus der Telefondatenerfassung, der Gleitzeiterfassung, den Betriebszeiten von Datensichtgeräten etc. könnte sich so ein Machtzuwachs des Managements auf Kosten der Belegschaft bis hin zu einer umfassenden Personalüberwachung ergeben (Enquete-Kommission 1983, BRIEFS 1986).

Die staatlichen Möglichkeiten der Datenspeicherung und das damit verbundene Risiko des Datenmissbrauchs haben zusammen mit der Diskussion über die durch den neuen maschinenlesbaren Personalausweis geschaffenen Möglichkeiten staatlicher Personenüberwachung zu Warnungen vor einer Entwicklung zum "Überwachungsstaat" geführt, der alle Möglichkeiten zur Kontrolle abweichenden Verhaltens in der Hand habe (LENK 1985, KUBICEK/ROLF 1985).

Als Chance umfangreicher Datenspeicherung wird solchen Befürchtungen die Verbesserung staatlicher Verwaltung und Planung auf der einen Seite sowie die Verbesserung der Effizienz polizeilicher Fahndungs- und Ermittlungstätigkeit im Interesse der Sicherheit der Bürger entgegengehalten, wobei betont wird, daß die rechtlichen Vorkehrungen gegen Datenmissbrauch ausreichten, um eine Transformation der Demokratie in einen Überwachungsstaat auszuschließen.

## **5. Analyse der Risiko-Kommunikation im Technologiefeld "Neue Informations- und Kommunikationstechnologien"**

Die Konkurrenz von technologischem Wandel und Risiken für Umwelt und Gesundheit führt in modernen Gesellschaften zunehmend zu Kontroversen über Sinn und Richtung der technischen Entwicklung und zu Konflikten zwischen den politischen, wissenschaftlichen und ökonomischen Promotoren und Verwaltern des wissenschaftlich-technischen Fortschritts und der potentiell aus allen gesellschaftlichen Schichten und Gruppen sich rekrutierenden Kategorie der sogenannten "Betroffenen". Nicht mehr die "Logik der Reichtumsproduktion" mit ihren Konflikten um die gesellschaftliche Verteilung des Reichtums scheint die Dynamik der modernen Gesellschaft auszumachen, sondern die "Logik der Produktion von Risiken" scheint der Gesellschaft zunehmend ihr Bild aufzuprägen, weshalb BECK glaubt, die Moderne nicht mehr als "Industriegesellschaft", sondern als "Risikogesellschaft" kennzeichnen zu müssen (BECK 1986). Auch die Auseinandersetzung um die Risiken der neuen I&K-Technologien gehört in diesen Zusammenhang. Sie weist aber gegenüber klassischen Risikotechnologien wie etwa der Kernenergie einige Besonderheiten auf, die im folgenden zu analysieren sind.

### **5.1 Risikobegriff und diskutierte Risiken**

Die Vielfalt der in der Öffentlichkeit diskutierten und oben im einzelnen dargestellten Risiken der I&K-Technologien lässt sich zu folgenden Komplexen zusammenfassen:

- **Mentale Risiken**  
wie die Entzinnlichung der sozialen und natürlichen Umwelt und die Entwertung persönlicher Erfahrung im privaten Alltag und am Arbeitsplatz, Anpassung von Denken und Handeln an Computeralgorithmen, Verlust von Kreativität und der Fähigkeit zu eigenständigem Handeln und Entscheiden.
- **soziale Risiken**  
wie der Verlust nicht zweckgerichteter sozialer Kontakte, die Entpersonalisierung von klientenzentrierten Dienstleistungen, die Entstehung neuer sozialer Ungleichheiten (knowledge gap), bis hin zur gesellschaftlichen Desintegration durch die Technisierung von Kommunikationsprozessen.
- **Politische Risiken**  
wie die Stabilisierung oder gar Verschärfung gesellschaftlicher Macht- und Herrschaftsverhältnisse durch den ungleichen Zugang zu der immer wichtiger werdenden Ressource "Information" sowie durch die zunehmenden Überwachungs- und Kontrollmöglichkeiten.
- **Wirtschaftliche Risiken**  
wie das Risiko "technologischer Arbeitslosigkeit" mit seinen Folgen für das System der sozialen Sicherung und der gesellschaftlichen Integration (Zwei-Drittelsgesellschaft).

Zwei Charakteristika der Risiken der "Informatisierung" lassen sich für alle diese Komplexe festhalten: Der vorwiegend soziale oder gesellschaftliche Charakter der Risiken und - damit zusammenhängend - die gesellschaftliche Vermitteltheit, d.h. nicht unmittelbar technische Bedingtheit ihres Eintretens.

Im Vordergrund der gesellschaftlichen Konflikte über technisch induzierte Risiken standen bisher hauptsächlich Fragen der Ökologie und der Gesundheit. Es ging - und geht - in erster Linie um die Folgen des technischen Fortschritts für die natürliche Umwelt des Menschen und seine biologisch/physiologische Ausstattung. Dagegen sind die mit den neuen I&K-Technologien verbundenen Risiken rein sozialer oder psycho-sozialer Natur; sie betreffen die sozio-kulturelle "zweite Natur" des Menschen.

Die Folgen der I&K-Technologien sind zwar, wie auch bei der Kernenergie oder dem Straßenverkehr, technisch bedingt, sie treten aber nicht als unmittelbare Folge etwa eines technischen Versagens oder auch als direkt technisch bedingte "Nebenfolgen" des "Normalbetriebs" auf. Zwischen Technik und ihre Folgen tritt als vermittelnde Instanz die Art und Weise des gesellschaftlichen Umgangs mit der Technik.

Eine solche gesellschaftliche Vermittlung zwischen Technik und ihren Folgen trifft zwar für jede Technik zu. Schon die Produktion technischer Systeme ist nicht unabhängig von gesamtgesellschaftlichen oder gruppenspezifischen Zieldefinitionen und Werten, die auf der anderen Seite auch die Anwendung der Technik und damit auch die mit der Technik verbundenen Risiken determinieren (vergl. z.B. BIJKER/HUGHES/PINCH 1987). Dieser Vermittlungszusammenhang erhält aber bei den I&K-Technologien dadurch eine besondere Qualität, daß hier mit den von den neuen Technologien "bearbeiteten" Feldern "Wissen" und "Kommunikation" der Kern der Vergesellschaftung selbst zur Disposition technischer Systeme steht. Damit sind soziale oder kulturelle Folgen nicht mehr ohne weiteres als "Nebenfolgen" von den intendierten Funktionen der I&K-Technologien zu trennen, wie dies z.B. bei der Medizintechnik möglich ist, wo die Verbesserung von Diagnose oder Therapie als intendierte Folge des Einsatzes medizinischer Apparaturen von nicht-intendierten, sozialen Nebenfolgen, wie etwa die Störung des Arzt-Patient-Verhältnisses, zu trennen ist. "Normalbetrieb" ist im Falle der I&K-Technologien die "Bearbeitung" sozialer Beziehungen: Die Funktion der Informatisierung besteht - neutral gesprochen - in der intendierten "Veränderung" gesellschaftlicher Informationsverarbeitungs- und Kommunikationsprozesse, die bisher weitgehend nicht-technisch vermittelt waren. Ob dies als "Verbesserung" oder "Verschlechterung" eben dieser Prozesse verstanden wird, ist eine Frage, für deren Beantwortung sich "objektive" Kriterien nur schwer angeben lassen, da sie den Rückgriff auf notwendigerweise hoch voraussetzungsvolle und gesellschaftlich umstrittene Begriffe von den Strukturen eben des betroffenen Gegenstandes "Gesellschaft" erfordert. Den hieraus resultierenden Problemen wird der bisher in der Risikoforschung gebräuchliche Risikobegriff kaum gerecht.

In den Risikostudien des ingenieurwissenschaftlichen Risk-Assessment und den sozialwissenschaftlichen Studien zur Risikowahrnehmung wurde Risiko bisher hauptsächlich verstanden als in der Wahrscheinlichkeit eines technischen Unfalls und den hieraus resultierenden Schäden (meist gemessen an der Anzahl von Todesfällen) geschätztes Gefahrenpotential des Einsatzes eines technischen Systems (vergl.

KOLLERT 1988; SLOVIC et al. 1982). Risiken wurden also im wesentlichen an quantifizierbaren Dimensionen technisch bedingter Nebenfolgen festgemacht. Zwar lassen sich für verschiedene Risiken der Informatisierung quantifizierbare Indikatoren finden, wie z.B. die vor einem Btx-Terminal verbrachte Zeit als Indikator für soziale Isoliertheit (vergl. z.B. JUNGERMANN et al. 1986), solche quantifizierbaren Indikatoren können aber die in der gesellschaftlichen Kommunikation über Risiken der I&K-Technologie hauptsächlich betonten qualitativen Risikodimensionen nur unzureichend erfassen. Da die Risiken der Informatisierung in der Regel in einem langfristigen Wandel sozio-kultureller Strukturen bestehen, kann die Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens nicht probabilistisch berechnet, sondern allenfalls bezogen auf Annahmen über gesellschaftliche Strukturen und menschliches Verhalten mehr oder weniger plausibel postuliert werden. Ebensowenig lässt sich das Schadensausmaß quantifizieren, da sich die erwarteten Schäden nicht in einem Ursache-Wirkungsmodell nach dem Muster von technischem Versagen und etwa Anzahl von Toten und Verletzten abbilden lassen. Darüberhinaus wird sich selbst innerhalb der Scientific Community kaum Konsens darüber herstellen lassen, was im Falle der "Informatisierung" überhaupt als Schaden oder Nutzen begriffen werden kann. Hierauf wird im folgenden noch einzugehen sein (vergl. Abschnitt 6.2.3).

Die sozialwissenschaftliche Forschung zur Risikowahrnehmung erkannte rasch, daß "Schadensausmaß und -wahrscheinlichkeit" die Dimensionen der Wahrnehmung von Risiken nicht hinreichend beschreiben, und neben diesen quantitativen Merkmalen qualitative Risikomerkmale die gesellschaftliche Wahrnehmung und Bewertung von Risiken bestimmen. In verschiedenen Studien zur Risikowahrnehmung konnte dabei eine Vielzahl von qualitativen Risikomerkmalen als relevant für die Risikowahrnehmung nachgewiesen werden (zu einem Überblick vergl. RENN 1984, 69ff.). Diese lassen sich grob auf folgende Dimensionen reduzieren:

- **Bekanntheit des Risikos**  
Je mehr über ein technisches Risiko und die Umstände seines Eintretens bekannt ist, um so weniger bedrohlich wird es gehalten. Je mehr Risiken und ihre Ursachen der Alltagserfahrung entrückt sind, oder je neuartiger oder unerforschter die Risiken sind, um so höher wird das Gefahrenpotential eingeschätzt.
- **Freiwilligkeit der Risikoübernahme**  
Je nachdem, ob die Übernahme des Risikos oder die Kontrolle einer riskanten Technologie im Kompetenzbereich des Einzelnen liegt oder gesellschaftlich delegiert ist (etwa an "Experten"), ist die Bereitschaft zur Risikoübernahme stärker oder weniger stark ausgeprägt.
- **Schrecklichkeit der Folgen/katastrophisches Potential**  
Je "schrecklicher" die Nebenfolgen einer Technologie sind oder je höher ihr Katastrophenpotential eingeschätzt wird, umso stärker ist die Wahrnehmung einer Gefährdung durch diese Technologie, auch unabhängig von der Hypothetizität des Risikos oder der Wahrscheinlichkeit des Eintritts einer Katastrophe.
- **Nutzen der Technologie**  
Je nach der Bewertung des Nutzens einer Technologie und insbesondere der gesellschaftlichen Verteilung des Nutzens (Exklusivität vs. Gleichverteilung von Nutzen) wird das Risiko einer Technologie höher oder geringer eingeschätzt.

Versucht man diese Dimensionen der Wahrnehmung von Risiken, die ja nichts anderes sind als (subjektiv einer Technologie zugeschriebene) qualitative Risikomerkmale, auf die I&K-Technologien zu übertragen, ergibt sich folgendes Bild:

1. Die Risiken der I&K-Technologien müssen sicherlich als eher "unbekannt" und weitgehend unerforscht gelten. Die Folgen der I&K-Technologien setzen sich langfristig und zunächst latent in einem Wandel sozialer Strukturen und Verhaltensweisen durch; sie sind nicht unmittelbar zu erfahren. Dies würde dafür sprechen, daß das Risiko der "Informatisierung" in der allgemeinen Öffentlichkeit als hoch eingeschätzt wird, was aber offensichtlich nicht der Fall ist.
2. Für den Bereich "Arbeit" und für das Problem der Speicherung persönlicher Daten gilt sicherlich, daß die Risikoübernahme eher fremdbestimmt oder aufgezwungen ist, und die Kontrolle der Technologien nicht in der Hand des Einzelnen liegt. Dies würde erklären, weshalb in diesen Bereichen die öffentliche Debatte schärfert geführt wird als dies für den Bereich der "Informatisierung" des außerberuflichen Alltags der Fall ist. Hier ist die Risikoübernahme und die Kontrolle der Technologie eher freiwillig bzw. persönlich oder wird doch zumindest von den privaten Nutzern (des Kabelfernsehens, von Btx oder Home-Computer) so erfahren.
3. Die Folgen der I&K-Technologien lassen sich mit den Begriffen "Schrecklichkeit" oder "Katastrophenpotential" kaum beschreiben. Katastrophale Unfälle sind kaum zu erwarten und Folgen wie z.B. der Verlust personaler Kontakte sind sicherlich nicht in einem Sinne "schrecklich" wie der Verlust von Menschenleben.
4. Der Nutzen der I&K-Technologien ist für viele Bereiche möglicherweise ebenso unsicher und vage wie ihre Risiken (z.B. die Chance verbesserter gesellschaftlicher Planung vs. "Überwachungsstaat" als Folgen großer Datenspeicher). Für den individuellen Nutzer von I&K-Technologien ist aber der Nutzen bspw. des Abrufs von Informationen zu bestimmten Konsumangeboten über Btx sicherlich unmittelbar einzusehen, während Risiken wie der Verlust von Sozialkontakten erst langfristig zu erwarten wären und auch im Falle ihres Eintretens nicht mehr unmittelbar ursächlich auf I&K-Technologien zurückgeführt werden können. Für Btx, um bei diesem Beispiel zu bleiben, ist der Mangel an Akzeptanz wohl weniger auf die Wahrnehmung von gesellschaftlichen Risiken zurückzuführen, als vielmehr auf die relativ hohen finanziellen Kosten des Anschlusses. Der Nutzen kann zeitlich und sachlich der "Be-nutzung" der Technologie unmittelbar zugerechnet werden, während das Risiko zeitlich verschoben und in seinem Bezug zur Technologie eher diffus wahrgenommen wird. Dieser zeitliche und sachliche Bruch zwischen Nutzung (oder Nutzen) und Risiko der I&K-Technologien ist Ausdruck der oben erwähnten gesellschaftlichen Vermitteltheit von Folgen.

Insgesamt scheint, was die qualitativen Risikomerkmale angeht, das Risikopotential der I&K-Technologien eher gering zu sein. Dies kann zum Teil auch die bisher eher geringe Konflikträchtigkeit der öffentlichen Debatte über Risiken der Informatisierung erklären. Andererseits ist aber auch offensichtlich, daß die genannten Dimensionen für die I&K-Technologien zum Teil nur schwer operationalisierbar sind. "Unbekanntheit" von Risiken z.B. liegt im Falle der I&K-Technologien weniger

Im Sinne von "Unsicherheit" über Folgen vor, sondern eher im Sinne von man-  
geldem Wissen über die gesellschaftlichen Prozesse, die überhaupt zwischen Nut-  
zung und Folgen vermitteln. Oder: Was bedeutet z.B. "Schrecklichkeit der Folgen"?  
Im Falle der Kernenergie ist die Definition mehr oder weniger eindeutig bezogen auf  
die physiologischen Auswirkungen radioaktiver Strahlung oder die Anzahl der Toten  
bei einem Unfall. Im Falle der I&K-Technologien ist das Problemfeld weitauß un-  
übersichtlicher: Ist z.B. die Rationalisierung von Kommunikationsprozessen eher  
wünschbar, weil sie volkswirtschaftlich Kosten spart, oder ist sie eher "bedrohlich",  
weil sie soziale Lebensformen zerstört?

Die Probleme, die sich bei Anwendung der von der sozialwissenschaftlichen For-  
schung ermittelten qualitativen Risikomerkmale auf I&K-Technologien ergeben, ver-  
weisen wiederum auf die mangelnde Berücksichtigung des spezifischen Risikotyps  
der I&K-Technologien in der Risikoforschung. Bspw. sind in den für die Risikofor-  
schung relevanten Zeitschriften wie "Risk Analysis" und "Risk Abstracts" bisher keine  
Studien über "Risiken der Informatisierung" erschienen. Der Begriff Risiko wird nach  
wie vor auf in der Hauptsache technisch induzierte Gefahren für Gesundheit und  
Umwelt angewandt. Es kommen so nur solche Technologien oder Gefahrenquellen  
in den Blick, von denen Gesundheits- oder Umweltschädigungen zu erwarten sind.  
In einer einflußreichen Arbeit über die Bedeutung von qualitativen Risikomerkmalen  
für die Risikowahrnehmung wurde eine Vielzahl solcher Risikoquellen einbezogen,  
von der Kernenergie, über das Rauchen bis hin zum Tiefseetauchen. Technologien,  
 deren Gefahren oder Risiken vorwiegend in sozialen, kulturellen oder politischen  
 Veränderungen bestehen, wurden nicht berücksichtigt (SLOVIC et al. 1982).

Sogenannte "non-fatality risks", die in hohem Maße moralische, soziale und poli-  
tische Gefahren involvieren und für I&K-Technologien typisch sind, fanden in der  
Forschung bisher kaum Beachtung oder wurden sogar als "non-risk factors" behan-  
delt (von WINTERFELDT/Edwards 1984, 62).

Von WINTERFELDT und Edwards (ebenda) differenzieren denn auch in einer  
Typologie von Konflikten über technologische Risiken zwischen „debates that are  
either about risks in the specific sense or about more general social values and  
concerns“. Um auch diese "non-risk factors" (soziale Werte, politische und öko-  
nomische Einstellungen) in ihrer Bedeutung für die Risikowahrnehmung und -kom-  
munikation zu berücksichtigen, schlagen von WINTERFELDT und Edwards eine er-  
weiterte Typologie vor, die sich nicht allein an der Qualität verschiedener Risiken,  
sondern darüberhinaus auch an spezifischen Merkmalen von Technologien und an  
den Inhalten der um diese Technologie geführten gesellschaftlichen Auseinander-  
setzungen orientiert. Auf der Ebene der Technologien unterscheiden sie dabei zwis-  
schen verschiedenen Kategorien von Technologien deren "Impacts" im engeren  
Sinne risikobezogen sind, d.h. mehr oder weniger deutlich gesundheitliche und  
ökologische Risiken implizieren und bisher in der Risikoforschung hauptsächlich be-  
trachtet wurden, und solchen Technologien, deren Risiken vornehmlich auf der  
Ebene der Bedrohung sozialer Werte oder moralischer Einstellungen bestimmter so-  
zialer Gruppen oder der Gesellschaft insgesamt liegen.

Dieser letzteren Kategorie wären die neuen I&K-Technologien zuzuordnen. Im we-  
sentlichen sind es wertbehaftete Vorstellungen über individuelle Freiheit und poli-

tische Ordnung, gesellschaftliche Macht und Herrschaftsverhältnisse, Formen der Vergesellschaftung, Natur und Bedürfnisse des Menschen oder ganz allgemein Werte des "guten Lebens", die von der "Informatisierung" als bedroht erfahren werden.

Für die Analyse der Kommunikation über Risiken der I&K-Technologien wären die o.g. qualitativen Risikomerkmale also um zwei Dimensionen zu erweitern:

### **1. Gesellschaftliche Vermitteltheit von Risiken**

Je stärker riskante Auswirkungen einer Technologie über langfristige Prozesse gesellschaftlichen Wandels vermittelt sind (oder, anders ausgedrückt, wenn es sich um sozio-kulturelle Risiken handelt), umso schwieriger ist die Rekonstruktion eines Ursache-Wirkungs-Zusammenhangs von Technologie und Risiko. Der Nutzen der Technologie ist dagegen meist unmittelbar einsichtig. Hieraus ist dann auch hauptsächlich zu erklären, daß (bisher) in der allgemeinen Öffentlichkeit die Einführung neuer I&K-Technologien kaum zu dramatischen Reaktionen geführt hat.

### **2. Bedrohung gesellschaftlicher Werte**

Je stärker gesellschaftliche Werte von den Folgen einer Technologie betroffen sind, umso abhängiger ist die Wahrnehmung von Risiken von gesellschaftlichen Deutungsmustern (vergl hierzu vor allem die Abschnitte 5.2.1 und 5.2.3). Nicht nur die **Bewertung** von Risiken und Nutzen wird bei den I&K-Technologien von Interessen, sozialen Normen, kulturellen Werten und Deutungsmustern bestimmt. Schon die **Bestimmung** dessen, was als Risiko oder Nutzen gilt, ist hier umstritten und von Deutungsmustern abhängig. Was für den einen gerade die Chance der neuen Technologien ausmacht (etwa die Rationalisierung von Kommunikationsprozessen), konstituiert für den anderen gerade das Risiko.

Die meisten Probleme oder strukturellen Besonderheiten der Risiko-Kommunikation im Bereich "I&K-Technologien" resultieren aus diesen beiden qualitativen Risikomerkmalen von I&K-Technologien.

## **5.2 Struktur der Kommunikation über Risiken der I&K-Technologien**

### **5.2.1 Ebenen der Kontroverse**

V. WINTERFELDT und Edwards unterscheiden in ihrer Typologie Technologien nicht nur nach ihren spezifischen "impacts", sondern auch nach den unterschiedlichen Typen der Auseinandersetzung über die je spezifischen Risiken: Kontroversen, die sich mehr auf Bewertung und Interpretation von Fakten und Tatsachenwissen beziehen und solche, die eher von unterschiedlichen Wertorientierungen bestimmt werden. Im einzelnen nennen von WINTERFELDT und Edwards folgende Ebenen, wobei die ersten drei eher "tatsachenbezogen" und die letzten drei eher "wertbezogen" sind:

1. Conflicts about data and statistics
2. Conflicts about estimates and probabilities
3. Conflicts about assumptions and definitions
4. Conflicts about risk-cost-benefit tradeoffs

5. Conflicts about the distribution of risks, costs, and benefits
6. Conflicts about basic social values

Typisch für Technologien, deren Risiken eher auf der Ebene der "value threats and moral impositions" angesiedelt sind, ist denn auch eine deutliche Prägung der gesellschaftlichen Kontroverse durch wertbezogene Themen, wobei der dominante Konflikt um Werte häufig lediglich in Form eines Konflikts um Tatsachen ausgetragen wird (a.a.O., 65).

Dies zeigt sich für die I&K-Technologien deutlich, sowohl für den Arbeitsbereich als auch für den Bereich des außerberuflichen Alltags:

- Die Auseinandersetzung um die Auswirkungen der "Informatisierung" auf die Entwicklung des Arbeitsmarktes und die Qualität der Arbeitsplätze ist im wesentlichen geprägt durch den Interessengegensatz von Kapital und Arbeit und die daraus resultierenden unterschiedlichen Kosten/Nutzen trade-offs und Verteilungskonflikte. Die damit verbundene gegensätzliche Wahrnehmung und Definition von "Rationalisierungsrisiken" - was auf der Unternehmensseite als Chance der Informatisierung gesehen wird, stellt sich für die Arbeitnehmerseite als "Arbeitsplatzrisiko" dar - bestimmt damit auch die Auseinandersetzung auf der "Tatsachenebene" bspw. was die Ursachen für die Arbeitsmarktentwicklung angeht.

In die Debatte um die Zukunft der Arbeitsgesellschaft, die vorwiegend auf (sozial)wissenschaftlicher, aber auch auf politischer Ebene geführt wird, fließen neben der genannten gegensätzlichen Interessenorientierung auch gegensätzliche soziokulturelle Wertorientierungen ein. Eher an Werten wie materieller Sicherheit und wirtschaftlichem Wachstum orientierte Gruppen betonen die wirtschaftlichen Chancen der neuen Technologien, die eine Lösung der im Moment bestehenden Probleme des Arbeitsmarktes und der Arbeitsqualität bringen würden. Dagegen betonen Gruppen, die eher an "postmaterialistischen" Werten wie Selbstverwirklichung und Partizipation orientiert sind, die Risiken und setzen auf einen Umbau der Arbeitsgesellschaft (massive Arbeitszeitverkürzungen, garantiertes Mindesteinkommen etc.).

- Für die Risiko-Kommunikation hinsichtlich der im weitesten Sinne "soziokulturellen" Auswirkungen der neuen I&K-Technologien (Kompetenzen der Individuen, gesellschaftliche Integration, Entwicklung der Demokratie) ist in noch stärkerem Maße als für den relativ klar konturierten Bereich "Arbeit" eine Bestimmung der Definition und Prognose von Risiken durch differente Wertorientierungen, Gesellschaftskonzepte und anthropologische Grundannahmen festzustellen. Aussagen etwa über den drohenden Verlust kommunikativer Kompetenz, die Zerstörung kreativer Potentiale der Persönlichkeit, das Risiko gesellschaftlicher Desintegration, über wachsende soziale Ungleichheit oder die Stärkung politischer Macht- und Herrschaftsverhältnisse, wie auch Aussagen über die Lösung all dieser Probleme in einer durch Wohlstand und Freiheit gekennzeichneten "Informationsgesellschaft" sind schon wegen ihres notwendigerweise prognostischen Charakters empirisch nicht zu validieren und beziehen sich im wesentlichen auf gesellschaftstheoretische Annahmen wie etwa das

Habermas'sche Theorem der "Kolonialisierung der Lebenswelt" durch zweckrationale Imperative des politischen und ökonomischen Systems (HABERMAS 1981) oder WEIZENBAUM's Theorem des "Imperialismus der instrumentellen Vernunft" (WEIZENBAUM 1978).

- Differenten politische Orientierungen und gesellschaftliche Ordnungsvorstellungen prägen sowohl die Debatte um die Auswirkungen der neuen Technologien auf das politische System und die Entwicklung der Demokratie als auch die Debatte um die zukünftige Ausgestaltung des Mediensystems.
  - An einem traditionellen, eher "autoritären" Staatsverständnis orientierte Parteien und Individuen sehen in den neuen I&K-Technologien die Chance zur Sicherung von Werten wie Daseinsvorsorge, politische Stabilität und innere Sicherheit. Sie erwarten, daß ein starker Staat die Gewähr zur Sicherung von Demokratie und Wohlstand biete. Dem steht eine weitverbreitete Skepsis gegenüber dem Konzept des "starken Staates" und die Betonung von Werten wie Partizipation, Dezentralität, Selbstverwaltung etc. entgegen. Die Konfliktlinie kann hier grob mit den beiden "Lagern" etablierte Parteien vs. neue soziale Bewegungen umschrieben werden. Insbesondere in der Auseinandersetzung um die Volkszählung wurde deutlich, inwieweit hier auch gegensätzliche Ansichten über die soziale Beherrschbarkeit des Informatisierungsprozesses als auch ein Mangel an Vertrauen in die Fähigkeit und den Willen der staatlichen Administration zu einem verantwortungsvollen Umgang mit den Möglichkeiten der Informationstechnologien (das Ausschließen von Datenmissbrauch) die Risiko-Kommunikation bestimmen.
  - Pläne zur Privatisierung von Rundfunk und Fernsehen und zur Deregulierung des Telekommunikationssystems sind orientiert an Werten wie "freie Programmwahl" und zielen auf einen "offenen Medienmarkt", der die beste Garantie für eine Vielfalt an Informationen, Meinungen und Unterhaltung biete (CDU/CSU). Die Gegner der Deregulierungspolitik halten dagegen, daß diese lediglich partikularen ökonomischen Interessen diene und diesen den demokratischen und bildungspolitischen Auftrag des öffentlich-rechtlichen Rundfunks opfere (SPD/Grüne) (vergl. hierzu HUHN/KOSZYK 1985, 52ff.). In diese Kontroverse ist somit auch ein Konflikt über die gesellschaftliche Verteilung von Risiken und Nutzen der neuen I&K-Technologie eingebunden (Nutzen für die privaten Anbieter von Rundfunkprogrammen und Diensten vs. Risiken für die gesellschaftliche Entwicklung und die Demokratie).

Alles in allem erweist sich die Debatte in ihrer starken Prägung durch differente Wertorientierungen als Teil der allgemeinen politischen Auseinandersetzung um Modernisierungsrisiken und um Sinn und Ziel des wissenschaftlich-technischen Fortschritts.

### 5.2.2 Konfliktparteien und ihre Rolle

Für gesellschaftliche Kontroversen über technologische Risiken lassen sich generell mindestens vier Kategorien von Akteuren oder Konfliktparteien unterscheiden:

1. Verursacher (Produzenten oder Betreiber riskanter Technologien)
2. Exponierte
3. Regulierende Instanzen (Legislative, Administration, Jurisdiktion)
4. Wissenschaftliche Experten

Für die Kontroverse über Risiken und Chancen der neuen I&K-Technologien muß man zunächst feststellen, daß klare Frontstellungen zwischen solchen Akteurstypen, zumindest was die allgemeine öffentliche Diskussion angeht - (anders als etwa bei der Kernenergie) kaum auszumachen sind. Bisher ist es hier allenfalls zu "atmosphärischen Störungen" (PETERMANN 1986, 223) gekommen, aber kaum zu manifesten Konflikten, etwa um unterschiedliche Konzepte oder "Pfade" der Implementation von I&K-Technologien.

Charakteristisch für die Kommunikation über Risiken der neuen I&K-Technologien ist vor allem, daß die Debatte insbesondere für die allgemeinen "sozio-kulturellen" Risiken im wesentlichen auf (sozial)wissenschaftlicher Expertenebene geführt wird. Dies ist in der Hauptsache auf die "gesellschaftliche Vermitteltheit" der "Impacts" dieser Technologie und die damit auf der Ebene des Alltagsverständes nicht unmittelbar einsichtige Betroffenheit von Risiken zurückzuführen sowie auf den prognostischen Charakter der Risikoabschätzung. Befürworter der I&K-Technologien (meist unterstützt von Betreibern und Produzenten) betonen die wirtschaftlichen Vorteile der neuen Technologien und führen bezüglich der Betroffenen das Argument der Entlastung von Routinetätigkeiten an. Die Kritiker gehen - so könnte man vergröbernd sagen - vom "Kolonialisierungsargument" aus und betonen die lebensweitlich zerstörerischen Aspekte der I&K-Technologien. Wissenschaftliche Expertise hat bisher Eingang in die allgemeine öffentliche oder politische Debatte, abgesehen von dem schwer zu evaluierenden Weg der "Publizistik" (verschiedene Experten stellen ihre Thesen zu Risiken der neuen Technologien auch in eher "populärwissenschaftlichen" Veröffentlichungen oder in Presseartikeln vor), vor allem über die Enquete-Kommissionen des Deutschen Bundestages (vergl. Enquete-Kommission 1983, 1987) gefunden.

Der "klassische" Konflikt zwischen Betroffenen einerseits und Betreibern bzw. Produzenten der Technologien andererseits spielt bisher lediglich bezüglich der Implementation von I&K-Technologien im Arbeitsbereich eine Rolle. Hier führt der industrielle Interessengegensatz zwischen Belegschaften/Gewerkschaften auf der einen Seite und Unternehmen/Management auf der anderen Seite zu manifesten Konflikten, die allerdings auch (anders als etwa in der Auseinandersetzung um die Kernenergie) in hohem Maße verrechtlicht und reguliert sind. Die Auseinandersetzungen um die Einführung und die Folgen neuer Technologien ist mehr oder weniger institutionalisiert über Betriebsräte, Mitbestimmungsgremien und rechtliche Regulationen der Konfliktaustragung (Betriebsverfassungsgesetz), was Konflikten durch die Abfederung von Folgen mittels "Sozialplänen" häufig die Spitze nimmt.

Daß es im Unterschied zum Arbeitsbereich bisher im privaten Bereich noch nicht zu Konflikten zwischen Betroffenen und Betreibern neuer Technologien (etwa von Btx) gekommen ist, hängt zum einen sicherlich mit dem noch wenig entwickelten Ausbaustand von I&K-Technologien für den Alltag zusammen. Anders aber auch als im Arbeitsbereich erscheint die Implementation und der Umgang mit den neuen

I&K-Technologien den potentiell Betroffenen nicht als fremdbestimmt. Die Risiko-Übernahme ist freiwillig, die Nutzung noch weitgehend selbstbestimmt. Der "Betroffene" ist weitgehend selbst der "Betreiber" der Technik, weshalb es hier schon an konfliktträchtiger "Reibung" zwischen "Exponierten" und "Betreibern" mangelt. Dies spiegelt sich auch in empirischen Untersuchungen zur Technikakzeptanz wieder, die zeigen, daß mit zunehmender Nähe der Technologie zur Lebenswelt (Alltagstechnologien) die Akzeptanz zunimmt (vergl. FUCHS 1987). Zudem liegen die Risiken der "Alltagsinformatisierung" ja weniger in dem Umgang mit dem einzelnen technischen Artefakt (bspw. Computer), sondern in den aus der akkumulierten und vor allem vernetzten Anwendung sich ergebenden Effekten, sind also letztlich vermittelt über die mit den neuen Technologien implementierte Form der Vergesellschaftung und weniger direkt über das Verhältnis Verursacher-Exponierte. Damit ist aber auch, wie oben bereits gesagt, eine komplexe Beziehung von Risiken und Nutzen gegeben. Der Nutzen der I&K-Technologien liegt für den privaten Nutzer unmittelbar auf der Hand. Die Risiken werden dagegen nur vermittelt über einen langfristigen Prozeß gesellschaftlichen Wandels wirksam und ihr ursächlicher Zusammenhang mit den jeweiligen Technologien ist nicht unmittelbar evident.

Mit zunehmender Verbreitung der neuen Technologien auch im außerberuflichen Alltag dürften in Zukunft aber auch Probleme der Risiko-Kommunikation zwischen (privaten) Nutzern von I&K-Technologien und Produzenten oder Anwendern der technischen Systeme an Bedeutung gewinnen. Probleme wie die Überforderung menschlicher Lern- und Verarbeitungsfähigkeit durch die Komplexität elektronischer Informationsverarbeitungs- und Kommunikationssysteme durch die Verbesserung der "Benutzerfreundlichkeit" der Technologien finden bei den Herstellern noch weitgehend Berücksichtigung, um die Akzeptanz der Systeme zu erhöhen. In den Bildschirmtextpilotprojekten spielte bspw. die Kritik an der Komplexität und Ineffektivität des angebotenen Informationssuchsystems eine wichtige Rolle (vergl. MAYNTZ et al. 1979-1983, Bd. 1). Demgegenüber könnten aber Probleme wie die mangelnde Berücksichtigung kommunikativer Nebenzwecke der von der Dienstleistungsautomatisierung betroffenen Alltagsaktivitäten, d.h. die mangelnde Berücksichtigung "lebensweltlicher" Bedürfnisse der Nutzer von I&K-Technologien durch die an Kriterien wie wirtschaftliche und technische Effizienz orientierten Produzenten und Anwender Anlaß zu Konflikten geben. Bezeichnend ist hier der Umstand, daß Techniker die Frage der Akzeptanz häufig nur unter dem Gesichtspunkt mangelnder Benutzerfreundlichkeit oder Effektivität sehen und bspw. kaum unter dem Aspekt von negativen Auswirkungen auf die alltägliche Herstellung von "Lebensqualität" durch informelle Sozialkontakte. Akzeptanzprobleme geraten hier häufig lediglich unter dem Gesichtspunkt der technischen Verbesserung der Mensch-Maschine-Kommunikation in den Blick (vergl. z.B. POSCHENRIEDER/ZEITLER 1987).

Die politische Administration ist in die Auseinandersetzung um Risiken der I&K-Technologien bisher kaum in regulierender Funktion involviert. Durch das Engagement in der Verkabelungspolitik und im Zusammenhang mit der Volkszählung tritt sie selbst als Betreiber oder Verursacher auf und wird zum Ziel der Kritik von politischen Gruppierungen und neuen sozialen Bewegungen.

Die Kritik an der Durchführung der Volkszählung und die vorgebrachten Bedenken hinsichtlich der Gewährleistung des Datenschutzes haben zu einer Neubewertung der rechtlichen Bestimmungen zum Datenschutz geführt und damit auch die Legislative und die Judikative als regulierende Instanzen in die Diskussion um die politischen Risiken der I&K-Technologien involviert; sowohl auf betrieblicher Ebene (Personalinformationssysteme) als auch auf allgemeinrechtlicher Ebene wurde ein "Recht auf informationelle Selbstbestimmung" festgeschrieben. Außerdem wurden Regelungen zum "Abgleich" behördlicher Datensammlungen, zum Recht der Erhebung persönlicher Daten durch Behörden und zum Recht der Information der Betroffenen über erhobene Daten erlassen. Diese rechtlichen Bestimmungen werden allerdings von Kritikern und Datenschutzbeauftragten auch weiterhin als unzureichend betrachtet (vergl. z.B. von SCHOELER 1986).

Das Engagement des politischen Systems in der Auseinandersetzung um Risiken der Informatisierung in Form eines vom Deutschen Bundestages Initiierten Technology-Assessment in der "Enquete-Kommission neue Informations- und Kommunikationstechniken" (Enquete-Kommission 1983) zeigt durch sein letztendliches Scheitern (Die Kommission legte keinen Abschlußbericht vor und wurde mit dem Regierungswechsel 1983 nach Ablieferung eines Zwischenberichts aufgelöst) inwieweit politische Ordnungsvorstellungen in die Diskussion um technische Risiken hineinwirken und eine regulierende, quasi-neutrale Rolle parlamentarischer Institutionen erschweren. Das Scheitern der Enquete-Kommission fällt zusammen mit dem Engagement der neuen Regierungskoalition für die Verkabelung, d.h. mit der Übernahme der Rolle des Betreibers der durch die Kommission zu bewertenden Technologie (vergl. HOFFMANN-RIEM 1988).

### 5.2.3 Ursachen von Kontroversen und Kommunikationsproblemen

Kontroversen über Risiken der I&K-Technologien haben ihren Ursprung zunächst darin, daß bezüglich der gesellschaftlichen Auswirkungen der neuen I&K-Technologien keine gesicherten Erkenntnisse vorliegen. Diese Unsicherheit des Wissens und der Mangel an validen Daten über die meisten Risikoaspekte der Informatisierung stimuliert einerseits Kontroversen über Risiken, hat andererseits bisher aber auch massive Konflikte weitgehend verhindert.

Ursachen für Kommunikationsprobleme lassen sich kommunikationssoziologisch entweder als Sender-, als Botschafts-, als Medium- oder als Empfänger-Problem begreifen. COVELLO et al. (1986) haben dieses Modell auf Probleme der Risiko-Kommunikation zu übertragen versucht. Die Erklärungskraft dieses Modells für die spezifische Problematik der I&K-Risiken ist aber insofern eingeschränkt, als das Modell von einem mehr oder weniger entwickelten oder gar institutionalisierten gesellschaftlichen Diskurs über Risiken ausgeht. Im Falle der I&K-Technologien ist die Risiko-Kommunikation, zumindest in der allgemeinen Öffentlichkeit, aber bisher nur rudimentär entwickelt, und Kontroversen finden im wesentlichen auf Expertenebene statt. Dennoch lassen sich einige der Probleme der gesellschaftlichen Kommunikation über Risiken der "Informatisierung" mit der von COVELLO et al. vorgeschlagenen Begrifflichkeit beschreiben.

**Botschafts-Probleme** - ergeben sich vor allem aus dem Mangel an empirisch gesichertem Wissen über die gesellschaftlichen Folgen des Einsatzes neuer I&K-Technologien (COVELLO et al.: "large data uncertainties"). Dies liegt wie gesagt zum einen daran, daß gesamtgesellschaftlich betrachtet die "Informatisierung" sicherlich erst am Anfang steht, Ausagen über Folgen also nur auf einer dünnen Datenbasis gemacht werden können. Zum anderen aber sind Risikoabschätzungen gerade für gesellschaftliche Folgen des Einsatzes von Technologien immer stark von gesellschaftlich Deutungsmustern oder theoretischen Annahmen abhängig, wodurch auch nur selten Konsens etwa über die Relevanz von Daten für die Prognose technisch bedingter gesellschaftlicher Veränderungen oder Risiken zu erreichen ist. Hieraus erklärt sich zum Teil die bis zum wechselseitigen Unverständnis reichende Grundsätzlichkeit der Auseinandersetzung (Informatisierung als "Segen" oder "Fluch"), wie auch die relative Folgenlosigkeit solcher Kontroversen für die allgemeine Öffentlichkeit (d.h. der Mangel an manifesten Konflikten). Da Risiken der I&K-Technologien kaum unmittelbar erfahren werden und die Abschätzung von Folgen (Risiken oder Chancen) kaum empirisch zu validieren ist, läßt sich zwar trefflich debattieren, aber unmittelbarer Problemdruck, der sich in manifesten Konflikten entladen könnte, besteht offenbar nicht.

**Sender- oder Quellen-Probleme** - bestimmen hauptsächlich die Kontroverse um den Datenschutz. Mangelndes Vertrauen in politische Institutionen hinsichtlich deren Willen und Möglichkeiten zur Verhinderung von Datenmissbrauch ist eine wesentliche Ursache für die Thematisierung des Risikos einer Zunahme politischer Überwachung und Kontrolle. Ähnliche Probleme zeigen sich in der Kommunikation zwischen Management und Belegschaften über die Folgen der mikroelektronischen Rationalisierung in Produktion und Verwaltung. Gegensätzliche Interesse der Verwertung von Kapital auf der einen und von Arbeitskraft auf der anderen Seite führen insbesondere auf Seiten der Belegschaften zu Mißtrauen bezüglich der "Risikoinformationen" des Managements. Schließlich ist auch die Kritik an den Verkabelungsplänen der Bundespost und an der Zulassung von privaten Fernsehanstalten zu einem Guttell von dem Verdacht gespeist, daß die Betreiber dieser Pläne (Medienkonzerne und Bundespostministerium) weniger allgemeinwohlorientiert handeln, wie es ihre politische Rhetorik vorgibt, sondern eher partikulare wirtschaftliche Interessen verfolgen. Insofern erklären sich auch hier Kontroversen um gesellschaftliche Risiken der I&K-Technologien zumindest zum Teil aus einem Mangel an Vertrauen in die Quellen von Informationen über den Sinn und Zweck der "neuen Medien".

**Medium- oder Kanal-Probleme** - Ein Urteil über die Rolle der Medien im Prozeß der I&K-spezifischen Risiko-Kommunikation wäre nur im Anschluß an detaillierte Inhaltsanalysen zu treffen, dürfte aber insofern Probleme aufwerfen, als eine solche Analyse - zumindest für die Erhebung von "inaccuracies and distortions" in der Berichterstattung (COVELLO et al. a.a.O.) - einen "objektiven" Risikobegriff voraussetzt, an dem die Berichterstattung der Medien zu messen wäre.

**Empfänger-Probleme** - Soweit hierunter Probleme in der Rezeption von Risikoinformation durch "Exponierte" verstanden werden, läßt sich für den Bereich der I&K-Technologien schon deshalb wenig aussagen, weil die Risiko-Kommunikation zwischen Betroffenen und Betreibern oder anderen Akteuren der Risiko-Kommunikation

nikation kaum entwickelt ist. Soweit hierunter Probleme der Risikowahrnehmung verstanden werden, macht es wenig Sinn, wie COVELLO et al. Begriffe wie "inaccurate perceptions" (als Defizit auf Seiten der Empfänger von Risikoinformation) einzuführen. Zumindest für Risiken der I&K-Technologien muß zunächst von "epistemologisch" gleichberechtigten Mustern der Risikowahrnehmung ausgegangen werden, um daran anknüpfend etwa Kommunikationsprobleme zwischen verschiedenen Gruppen zu analysieren.

Auf dieser Ebene kann denn auch eine hinter den mit dem genannten kommunikationssoziologischen Modell beschreibbaren Problemen liegende Ursache für Kontroversen über Risiken der Informatisierung und Mediatisierung ausgemacht werden, nämlich die den Auseinandersetzungen unterlegten verschiedenen politischen, kulturellen und gesellschaftlichen Deutungsmuster. Diese bestimmen insbesondere aufgrund des Wertbezugs der Risiken der Informatisierung ("value threats") sowie des weitgehend spekulativen Charakters der Kontroverse die Wahrnehmung und Definition von Risiken.

Die sozialwissenschaftliche Risikoforschung hat sich in den letzten Jahren darum bemüht, dem Umstand Rechnung zu tragen, daß verschiedene gesellschaftliche Gruppen ihrer Haltung gegenüber Risiken offenbar unterschiedliche Risikobegriffe unterlegen, und ist der Frage nachgegangen, "...welche Merkmale die Wahrnehmung von Risiko charakterisieren und welche Faktoren diese Wahrnehmung beeinflussen" (vergl. JUNGERMANN/SLOVIC, 1987, 6). Die Forschung hat sich dabei immer weiter von einem rein "technischen", durch Schadensausmaß und -wahrscheinlichkeit bestimmten Risikobegriff entfernt und zum einen auf die Bedeutung "qualitativer Risikomerkmale" für das Alltagskonzept von Risiko hingewiesen. Auf der anderen Seite löst sie sich mehr und mehr von einem "objektivistischen" Risikobegriff und begreift Risiko als "collective construct" (DOUGLAS/WILDAVSKY 1982a; vergl. auch JUNGERMANN/SLOVIC 1987, 48), als in gleichem Maße etwa wie religiöse Weltbilder oder politische Ordnungen sozial konstituiert und nur in verschiedenen sozialen Kontexten verständlich:

"Rather than being something that is inherent in the external world, risk and its absence are qualities that are conferred upon it by social process." (THOMPSON/WILDAVSKY, 1982, 147, Herv. im Orig.)

Damit sind Debatten über Risiken aber immer auch Debatten über die Legitimität bestehender sozialer Ordnung und darüber „how best to organize social relations“ (DOUGLAS/WILDAVSKY 1982b, S.50). Dies gilt insbesondere dann, wenn - wie im Falle der I&K-Technologien - das Risikopotential einer Technologie vor allem gerade in einer Veränderung sozialer Beziehungen oder Verhältnisse besteht. Hier gerät die Debatte dann sehr schnell auf die Ebene grundsätzlicher Auseinandersetzungen um Sinn und Ziel des wissenschaftlich-technischen Fortschritts.

Auf dieser Ebene scheint mir denn auch das wesentliche, die Kontroverse über Risiken der Informationstechnologien prägende Deutungsmuster angesiedelt zu sein und zwar die jeweils der Beurteilung von Chancen und Risiken der Technologien unterlegten Konzepte des Bedingungs- und Wirkungszusammenhangs Technik - Gesellschaft (vergl. dazu auch HUBER 1987). *Idealtypisch* - d.h. als zum Zweck der Analyse

konstruierte "reine" Typen, nicht als "reale" Typen - lassen sich vier solcher Konzepte unterscheiden.

1. *Der optimistisch-deterministische Standpunkt*

Das Verhältnis von technischem und gesellschaftlichem Wandel wird als positiv gerichteter Determinierungszusammenhang Technik ==> Gesellschaft verstanden, D.h., die technische Entwicklung bildet den Motor des zivilisatorischen Fortschritts. Die durch die Technik vorangetriebene Rationalisierung des wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Lebens wird im wesentlichen als Prozeß der Entlastung, der Herstellung von Freiheitsräumen, der Versachlichung sozialer Beziehungen, der Erweiterung von Handlungsspielräumen gesehen. Dies scheint das vorherrschende Gesellschaftsbild des traditionellen "Technikers" und "Technokraten" zu sein, das nur wenig Spielraum für die Wahrnehmung evtl. gesellschaftlicher Risiken von Technik bietet. Folglich werden auch "Akzeptanzprobleme" als Rationalitätsdefizite von Mensch und Gesellschaft betrachtet oder bestenfalls als durch eine Weiterentwicklung der Technik in Richtung auf mehr Benutzerfreundlichkeit zu behebendes Anpassungsproblem gesehen (vergl. z.B. POSCHENRIEDER/ZEITLER 1987).

2. *Der pessimistisch-deterministische Standpunkt*

Auch dieser Standpunkt unterstellt eine Determination der gesellschaftlichen Entwicklung durch die Technik, allerdings mit umgekehrten Vorzeichen. Der durch die Technik in Gang gesetzte Rationalisierungsprozeß wird nicht als Entlastungs-, sondern als Entfremdungsprozeß gesehen, als Prozeß der Zerstörung lebensweltlicher Beziehungen, wachsender Abhängigkeit von unüberschaubaren technischen Systemen etc. Viele der Befürchtungen hinsichtlich der Verödung des Alltags und der Auflösung sozialer Beziehungen durch I&K-Technologien beruhen auf einem solchen fortschrittskritisches Technikbild.

3. *Der optimistisch-Instrumentalistische Standpunkt*

Der Charakter der technischen Entwicklung und ihres Einflusses auf die Gesellschaft wird nicht als durch etwa eine der Entwicklung inhärente positiv oder negativ gedeutete Rationalisierungslogik vorherbestimmt begriffen. Technik wird als Instrument verstanden, dessen Charakter von der gesellschaftlichen Anwendung abhängig ist, oder doch zumindest hiervon modifiziert wird. Als Beispiel eines solchen Standpunktes sei etwa das Plädoyer Klaus Häfners (1984) für die "human computerisierte Gesellschaft" genannt. Zwar sieht Häfner durchaus vielfältige gesellschaftliche Risiken der neuen I&K-Technologien; deren Entwicklung selbst wird aber mehr oder weniger als autonomer, nicht gesellschaftlich gesteuerter oder steuerbarer Prozeß verstanden, so daß es letztlich die Aufgabe und Chance der Politik bleibt, die Technik "human" zu gestalten. HAEFNER sieht vor allem für das Bildungssystem die Aufgabe, den Menschen zu einem "kompetenten" und "sozialverträglichen" Umgang mit den neuen Technologien zu befähigen.

4. *Der pessimistisch-Instrumentalistische Standpunkt*

Auch hier wird angenommen, daß die technische Entwicklung abhängig ist von ihrer gesellschaftlichen Gestaltung. Da das gesellschaftliche Handeln aber bestimmt sei von partikularen wirtschaftlichen Interessen, diene der technische

Fortschritt im wesentlichen der Durchsetzung von Profit- und Machtinteressen. Bezuglich der I&K-Technologien finden sich Elemente dieses Standpunktes z.B. In der "linken" Kritik an der Verkabelungspolitik der Bundesregierung oder an der Öffnung von Rundfunk und Fernsehen für private, an wirtschaftlichem Ertrag orientierte Programmanbieter.

Es sei noch einmal darauf hingewiesen, daß es sich hier um eine idealtypische Unterscheidung handelt, die nichts über die "Realitätstüchtigkeit" der jeweiligen Standpunkte aussagen will. Inwieweit solche "Technikkörper" und die Zunahme einer kritischeren Sicht der Technik mit einer realen Zunahme technisch bedingter Risiken im Zuge der "Modernisierung" - wie etwa BECK (1986) postuliert - zusammenhängen, kann hier nicht geklärt werden. Auch soll die gewählte Typologie nicht darüber hinwegtäuschen, daß sich in der gesellschaftlichen Wirklichkeit die genannten Standpunkte vielfach vermischen. Dennoch kann die getroffene Unterscheidung für die Verdeutlichung der die Wahrnehmung von - und die Kommunikation über Risiken bestimmenden wesentlichen Deutungsmuster hilfreich sein.

### **5.3 Ansätze zur Thematisierung von Risiko-Kommunikation**

Da Kontroversen über Risiken der neuen I&K-Technologien, abgesehen vom Arbeitsbereich, bisher kaum in Form manifester Konflikte ausgetragen werden und damit auch kaum institutionalisierte Formen der Konfliktäustragung existieren, werden bisher auch weder öffentlich noch wissenschaftlich Probleme der Risikokommunikation in diesem Technologiefeld im Sinne einer Metakommunikation über Risiko-Kommunikation thematisiert. Ansätze hierzu liegen allenfalls in sozialwissenschaftlichen Feldstudien zur Einführung neuer Technologien in Betrieben und den dabei auftretenden Konflikten vor. Der Schwerpunkt solcher Studien liegt allerdings meist auf dem Konflikthandeln der Belegschaften und weniger in einer Analyse der Wahrnehmung von - und der Kommunikation über technologische Risiken.

### **5.4 Besonderheiten der Kontroverse in der BRD?**

Eine auch die breitere Öffentlichkeit erfassende kontroverse Diskussion um die gesellschaftlichen Folgen der I&K-Technologien findet mittlerweile in allen westlichen Industrieländern statt, vielleicht mit Ausnahme von Japan. Als Besonderheiten der bundesrepublikanischen Kontroverse wären allenfalls eine stärkere Thematisierung der "lebensweltlichen" Risiken der I&K-Technologien, sowie vielleicht eine stärkere Politisierung der Debatte durch das Aufeinanderprallen von an "postmaterialistischen" Werten orientierten sog. "neuen sozialen Bewegungen" und etablierten, an Werten wie Wirtschaftswachstum und technischem Fortschritt orientierten Gruppen und Institutionen zu nennen. Beides ist wohl kaum aus einer spezifischen "I&K-Problematik" in der BRD zu erklären, sondern ist Ausdruck der in der BRD generell schärferen Kontroverse über "Modernisierungsrisiken".

Ein internationaler Vergleich von Umfragedaten zum Image des Computers und zur Einstellung der Bevölkerung zu neuen I&K-Technologien (LANGE 1984, S.45-48) kommt zu dem Ergebnis, daß sich international ein Trend zu einer pessimistischeren

Technikeneinstellung abzeichnet. Während sich aber zu Einzelproblemen wie Datenschutz und Arbeitslosigkeit die Umfrageergebnisse international mehr und mehr an gleichen, zeigt sich hinsichtlich der generellen Sicht "des Computers" und seiner Wirkung auf die Lebensqualität, daß hier in der Bundesrepublik pessimistische Einstellungen überwiegen, während etwa in Großbritannien und den USA die überwiegende Mehrheit der Bevölkerung eindeutig positive Erwartungen hegt. Auch diese Differenz in der generalisierten Einstellung zu den neuen Technologien, bei ähnlichen Einstellungen zu spezifischen Problemen, weist die besondere Bedeutung der allgemeinen "Fortschrittsdiskussion" und möglicherweise der o.g. "Technikbilder" in der BRD hin.

## 6. Forschungsperspektiven und Verwertungszusammenhang

"Kommunikation über Risiken der I&K-Technologien" erweist sich in der Skizzierung ihrer wesentlichen Themen und Probleme als vielschichtiges Feld gesellschaftlicher Kontroverse um die Gefahren und Vorteile technischer Innovationen. So vielfältig aber auch die Argumentationslinien sind, so wenig focussiert und in manifesten Konflikten geronnen ist - trotz des von Befürwortern wie Gegnern zugestandenen immensen gesellschaftlichen Veränderungspotentials der Technologien - häufig die gesellschaftliche Auseinandersetzung hierüber. Aufgrund des im Vergleich zum Machbaren und Beabsichtigten in vielen Bereichen noch wenig entwickelten "Ausbaustandes" verbleibt die Kontroverse meist auf der Ebene allgemeiner Reflektion über potentielle Risiken und Chancen. Dies schränkt auch das Spektrum möglicher Forschungsthemen stark ein.

Auf der anderen Seite läßt der Stand der Forschung zu den gesellschaftlichen Risiken der I&K-Technologien doch wichtige und durchaus zu bearbeitende Fragen offen. Da abgesehen von den bestehenden Forschungslücken hinsichtlich der Abschätzung von Chancen und Risiken der I&K-Technologien auch so gut wie keine Arbeiten vorliegen, die sich mit dem "Meta-Thema" der Kommunikation über Chancen und Risiken auseinandersetzen, eröffnet sich für die Gruppe MUT im Prinzip ein nahezu unüberschaubares Feld von möglichen Forschungsprojekten. Stellt man aber in Rechnung, daß Forschung zur Risiko-Kommunikation sich nicht allein auf die Thematisierung innerwissenschaftlicher Kontroversen beziehen kann, sondern zumindest Ansätze zu einer konfliktorischen oder kontroversen Thematisierung von Risiken und Chancen in der allgemeinen Öffentlichkeit voraussetzt, kämen meiner Meinung nach folgende Themen in Frage:

- Sinnvoll erscheint zunächst eine theoretische oder empirische Beschäftigung mit dem allgemeinen, "ideologischen" Hintergrund der Risiko-Kommunikation über I&K-Technologien. Vorstellbar wäre hier eine an die oben vorgeschlagene Typologie von "Technikbildern" anknüpfende Untersuchung der Frage, welche gesellschaftlichen Deutungsmuster die Wahrnehmung von Chancen und Risiken (bspw. von Herstellern/Betreibern der neuen Technologien, von politischen Gruppierungen/Parteien oder nach Lebensstilen unterschiedenen sozialen Gruppen oder "Subkulturen") prägen. Möglich wäre eine eingehende Analyse von Publikationen verschiedenster Art - von wissenschaftlichen Veröffentlichungen, über Publikationen einschlägiger Unternehmen (Siemens etc.) bis hin zu

Statements in den Medien oder Werbung für einschlägige technische Systeme -, um hierüber die kommunizierten Risiko- (rsp. "Chance"-) Begriffe und die dahinter liegenden "Technikbilder" zu ermitteln. Schwieriger dürfte es sein, die Vorstellungen "privater" (auch potentieller) Nutzer zu erheben. Die von der allgemeinen Bevölkerung bei der Bewertung von Risiken und Chancen der Informatisierung angewandten Risikobegriffe und Technikbilder dürfen nur über eine standardisierte Befragung zu erheben sein, während die Deutungsmuster spezifischer Nutzergruppen ( z.B. Btx-Nutzer, "Hacker") mittels qualitativer Methoden erforscht werden könnten.

Eine solche Aufarbeitung der "gesellschaftlichen Konstruktion" der Risikowahrnehmung könnte dann in speziellere Untersuchungen einfließen.

- *Die Debatte um die Rationalisierung der Arbeit durch Mikroelektronik*

Hier ist es um die Risiken Arbeitsplatzverlust und Qualifikationsverlust zu einer massiven Kontroverse zwischen Betroffenen (Arbeitnehmern) und Anwendern (Unternehmen/Management) sowie zwischen politischen Interessenverbänden gekommen. Interessant wäre hier eine Untersuchung der unterschiedlichen "trade-offs" von Chancen (wirtschaftliche Betriebsführung, Konkurrenzfähigkeit) und Risiken (Arbeitsplatzverlust, Entwertung von Qualifikationen) bei Einführung neuer Technologien zwischen Management und Belegschaften/ Betriebsrat/ Gewerkschaften, wobei auch Möglichkeiten der Verbesserung der Risiko-Kommunikation bspw. durch Partizipation von "Betroffenen" bei der Einführung neuer Technologien erörtert werden könnten.

Hier bietet sich auch die Möglichkeit, mittels Fallstudien prozessuale Aspekte der Risiko-Kommunikation zu untersuchen:

- Welche Strategien werden von den Konfliktparteien in der Auseinandersetzung um Folgen von Rationalisierungsmaßnahmen angewandt?
- Wie verändern sich Argumentationsmuster im Laufe der Auseinandersetzung?
- In welcher Weise beeinflusst die für Arbeitskonflikte typische Verrechtlichung und Institutionalisierung von Modi der Konfliktaustragung die Risiko-Kommunikation? Trägt sie zur Versachlichung der Auseinandersetzung bei? Verhindert sie die Artikulation spezifischer Interessen und die Berücksichtigung gruppenspezifischer Risiken, die sich z.B. aus der sogenannten "Segmentation des Arbeitsmarktes" ergeben?
- Untersucht werden könnte auch, inwieweit bestimmte Partizipationsmodelle angewandt werden oder angewandt werden könnten (Mitbestimmung, "Informed consent"), und inwieweit diese auf andere Felder der Risikokommunikation übertragbar sind.

Aufschlußreich könnte auch eine Untersuchung der bei der Teleheimarbeit möglicherweise auftretenden Intra-personalen Konflikte durch den "trade-off" der wahrgenommenen Chancen und Risiken sein (Möglichkeit der Verbindung von Arbeit und Familie vs. Isolation und mangelnde soziale Sicherheit).

- *Die Auseinandersetzung um den Datenschutz*  
Auch hier sind zwischen Betroffenen (Bürger) und "Anwendern", zum Teil auch zwischen Vertretern der sog. "neuen sozialen Bewegungen" und "etablierten" Parteien, konkrete Risiken wie staatliche Überwachung und Verlust der Privatsphäre Gegenstand der Auseinandersetzung. Aussichtsreich dürfte hier etwa eine Untersuchung der Frage sein, inwieweit die Wahrnehmung von Chancen und Risiken der Datenakkumulation und -Vernetzung vom Grad des Vertrauens in Politik und Administration bestimmt ist (Source Problems).
- *Die Auseinandersetzung um die "Deregulierung" von Rundfunk und Fernsehen sowie Post- und Fernmeldewesen*  
Insbesondere die Verkabelungspolitik des Bundespostministeriums hat den Streit um die neuen I&K-Technologien zum politischen Thema werden lassen. Hier könnte eine Analyse der die verschiedenen Risikowahrnehmungen prägenden gesellschaftlichen und politischen Ordnungsvorstellungen und Interessen sowie der hieraus sich ergebenden Kommunikationsprobleme ansetzen. Methodisch könnte man vielleicht an die von MUT durchgeführte Sozialverträglichkeitsstudie anknüpfen (RENN et al. 1982).
- *Automatisierung von Dienstleistungen*  
Dies scheint insofern ein vielversprechendes Forschungsfeld zu sein, als hier zum einen Risiken (unterschiedliche Zugangs- und Nutzungsmöglichkeiten nach Alter und Bildung, Gefahr sozialer Isolation etc.) deutlich auszumachen sind und auch zwischen Betroffenen und Anwendern thematisiert werden können. Zum anderen werden die genannten Probleme noch nicht (wie z.B. im Fall der Rationalisierungsdebatte oder der Massenkommunikation) von wissenschaftlichen Spezialdisziplinen bearbeitet.  
  
Zu thematisieren wären hier bspw. die Ansprüche von Klienten an kommerzielle und staatliche Dienstleistungen einerseits (Individuelle Beratung, Partizipation) und das Bedürfnis nach Rationalisierung der Dienstleistungstätigkeit bei den privaten Anwendern bzw. der staatlichen Administration andererseits.
- *Allgemeine Auswirkungen der neuen Technologien auf den außerberuflichen Alltag und die sozialen Beziehungen*  
Hier wäre zunächst einmal eine Erhebung der von der Bevölkerung wahrgenommenen Chancen und Risiken der Informatisierung des Alltags (auch im Hinblick auf gruppenspezifische Unterschiede nach Alter, Bildung, soziokulturellen Interessen etc.) nötig.  
  
Interessant hinsichtlich des Problems der (politischen) Ausgestaltung zukünftiger I&K-Landschaften dürfte auch die Thematisierung der Frage sein, welche Komponenten der Alltagskommunikation die potentiellen Nutzer von I&K-Technologien im Vergleich zu Produzenten, Anbietern, Experten und Administration betonen, und inwieweit ein eher "technisch-rationales" Verständnis von Kommunikationsprozessen auf Seiten der letzteren an den "diffusen" Bedürfnissen der Alltagskommunikation vorbeizieht.

### **Verwertungszusammenhang:**

Die gesellschaftliche Verwertung von Forschungsergebnissen zu den genannten Fragestellungen sollte an dem Ziel einer "Rationalisierung" der Kommunikation über Risiken der I&K-Technologien orientiert sein. Da aber die Kontroverse um die Informatisierung - wie gezeigt - stark von gegensätzlichen politischen und gesellschaftlichen Deutungsmustern durchdrungen ist und zum anderen thematisch weniger vom Streit um manifeste, in irgendeiner Weise empirisch zu verifizierende Folgen der neuen Technologien, sondern im wesentlichen von zwar sehr weitreichenden, aber daher häufig auch spekulativen, wertgeleiteten Prognosen bestimmt ist, wird dieses Grobziel nur schwer zu operationalisieren sein. Risiko-Kommunikationsforschung wird sich daher leicht dem Verdacht aussetzen, Verbesserung von Kommunikation immer unter der Prämisse partikularer, gruppenspezifischer Wertgesichtspunkte zu betreiben. Wie sie sich einem solchen Verdacht entziehen könnte, soll hier nicht erörtert werden. Das Problem sollte allerdings als Problem der Glaubwürdigkeit von Risiko-Kommunikationsforschung selbst (Source Problem I) bei der Forschungsplanung berücksichtigt werden.

Potentiell könnte jede der in die Debatte um I&K-Risiken involvierten Gruppen: Administration (Deregulierung, Verkabelungspolitik), politische Parteien und Interessengruppen, Produzenten und Betreiber der Technologien (Akzeptanzsicherung), Betroffene (etwa Belegschaften und Interessenvertretungen) an Forschungen zu Struktur und Problemen der Risiko-Kommunikation über I&K-Technologien zur Optimierung der Artikulation eigener Standpunkte interessiert sein.

Darüber hinaus wäre insbesondere wegen der deutlichen Ausprägung von grundlegenden gesellschaftlichen Deutungsmustern in der Debatte um I&K-Risiken ein Beitrag zur wissenschaftlichen Erhellung gesellschaftlicher Kontroversen über Modernisierungsrisiken und der gesellschaftlichen Technikdebatte zu erwarten.

## **7. Zusammenfassung**

Kommunikation über Risiken der I&K-Technologien heißt im wesentlichen Kommunikation über im weitesten Sinne *sozio-kulturelle* Folgen der "Informatisierung" und "Medialisierung" von gesellschaftlichen Prozessen der Wissensverarbeitung und Kommunikation. Die im einzelnen kontrovers bewerteten Folgen lassen sich zum Zweck der Darstellung nach Anwendungsfeld der Technik und Wirkungsdimensionen unterscheiden. Tabelle 4 faßt die Themen der Kontroverse noch einmal grob zusammen.

### **Risikobegriff**

Daß es sich bei den Risiken der I&K-Technologien in der Hauptsache um soziokulturelle Risiken und nicht (wie bisher in der gesellschaftlichen Kontroverse um technologische Risiken) um Risiken für Umwelt und Gesundheit handelt, bringt spezifische Probleme für die Risiko-Kommunikation in diesem Bereich mit sich.

Handlungskontexte/ Wirkungsdimensionen		Folgen für das Individuum	Folgen für das soziale System	Folgen für das politische System
Arbeit	Risiken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitslosigkeit</li> <li>• Dequalifizierung</li> <li>• Arbeitsentfremdung (Entsinnlichung der Tätigkeiten, Verlust von Entscheidungsspielräumen)</li> <li>• Isolation am Arbeitsplatz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Massenarbeitslosigkeit (Zwei-Drittel-Gesellschaft)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zunahme von Überwachung am Arbeitsplatz durch Personalinformationssysteme</li> <li>• Machtungleichgewicht zwischen Management und Interessenvertretung</li> </ul>
	Chancen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entlastung von Routinetätigkeiten</li> <li>• mehr Kompetenzen durch Dezentralisierung von Strukturen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sozialer Fortschritt durch Rationalisierung von Arbeitsprozessen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbesserung innerbetrieblicher Planung</li> </ul>
	Risiken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verlust von Autonomie und Kreativität</li> <li>• Entzinnlichung von Realität, Realitätsverlust</li> <li>• Entwertung persönlicher Erfahrung</li> <li>• Verlust sozialer Kompetenz durch Rückzug in die "Computerwelt"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weniger ungeplante soziale Kontakte</li> <li>• Wissenskluft</li> <li>• Verlust von Lebensqualität durch Automatisierung von Dienstleistungen</li> <li>• Rationalisierung des Alltagslebens</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überwachungsstaat</li> <li>• mehr Bürgerferne der Verwaltungen</li> </ul>
	Chancen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Individueller Zugang zu Informationen</li> <li>• Entlastung von Konsumarbeit</li> <li>• Erweiterung von Wissen und Handlungsmöglichkeiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterung sozialer Kontaktmöglichkeiten</li> <li>• gesellschaftliche Gleichverteilung von Wissen</li> <li>• Teilnahme am öffentlichen Leben (über "Rückkanal")</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rationalisierung politischer Entscheidungen</li> <li>• bessere Planung</li> <li>• Demokratisierung durch neue Partizipationsmöglichkeiten</li> </ul>

Tabelle 4: Gesellschaftliche Auswirkungen von IuK-Technologien

1. Risiken der I&K-Technologien ergeben sich nicht unmittelbar aus dem technisch-funktionalen Design der entsprechenden technischen Geräte oder Systeme, sondern sind gesellschaftlich vermittelt, d.h., sie werden erst in einem

langfristigen, durch die Einführung von I&K-Technologien in verschiedenste Handlungsbereiche induzierten Prozeß gesellschaftlichen Wandels wirksam. Damit sind die Risiken im Gegensatz zum Nutzen der Technologie nicht unmittelbar erfahrbar. Dieser Umstand ist im wesentlichen verantwortlich für die Abstraktheit oder gar Bellebigkeit der Diskussion über die Folgen der "Informatisierung".

2. Gesellschaftliche Risiken bestehen letztlich in einer Bedrohung wertbehafteter Vorstellungen über individuelle Freiheit und politische Ordnung, gesellschaftliche Macht- und Herrschaftsverhältnisse, Formen der Vergesellschaftung, Natur und Bedürfnisse des Menschen oder ganz allgemein Werte des "guten Lebens". Damit ist die Definition dessen, was als Risiko zu begreifen ist, stark abhängig von gesellschaftlichen Deutungsmustern und wertbezogenen Orientierungen.

#### **Wertbezug der Kontroverse**

Aus diesen Gründen wird die Kontroverse um die Folgen der I&K-Technologien auch kaum in Form eines Streites um die Validität von Daten oder Schätzwerten ausgetragen. Hinter solchen Auseinandersetzungen läßt sich zumindest meist leicht der Wertbezug der Kontroverse ausmachen.

- Unterschiedliche Interessenorientierungen auf Arbeitnehmer- bzw. Arbeitgeberseite und hieraus resultierende unterschiedliche Kosten/Nutzen trade-offs bestimmen die Debatte um die mikroelektronische Rationalisierung von Arbeitsprozessen.
- Divergierende politische Ordnungsvorstellungen unterliegen den Auseinandersetzungen um die politischen Konsequenzen der Speicherung persönlicher Daten (Traditionelles obrigkeitstaatliches Denken vs. Orientierung an Werten wie bspw. individuelle Freiheit)
- Alles in allem läßt sich sagen, daß eher an Werten wie materielle Sicherheit und wirtschaftliches Wachstum orientierte Gruppen die Chancen der I&K-Technologien betonen, während eher an "postmaterialistischen" Werten wie Selbstverwirklichung und Partizipation orientierte Gruppen die Risiken der I&K-Technologien betonen und die Informatisierung der Gesellschaft als "Kolonialisierung" bisher nicht technisierter Lebensbereiche betrachten.

#### **Konfliktparteien und Konfliktniveau**

Charakteristisch für die gesellschaftliche Kommunikation über Risiken der I&K-Technologien ist bisher das relativ niedrige Konflikt niveau und die weitgehende Beschränkung der Kontroverse auf Auseinandersetzungen zwischen Experten.

Der "klassische" Konflikt zwischen Betroffenen einerseits und Betreibern bzw. Produzenten der Technologien andererseits spielt bisher lediglich bezüglich der Implementation von I&K-Technologien im Arbeitsbereich eine Rolle. Die Gegensätzlichkeit der Interessen von Management und Belegschaften hinsichtlich der mikroelektronischen Technisierung von Arbeitsprozessen (Arbeitsplatzinteresse vs. betriebliche Rationalisierung) führt hier zu manifesten Konflikten. Daß es im privaten Bereich noch nicht zu Konflikten zwischen Betroffenen und Betreibern neuer Tech-

nologien (etwa von Btx) gekommen ist, kann zum einen darauf zurückgeführt werden, daß im außerberuflichen Alltag die Implementation und der Umgang mit den neuen I&K-Technologien den potentiell Betroffenen nicht als fremdbestimmt erscheint. Die Betroffenen sind bis zu einem gewissen Grad sozusagen selbst Betreiber der neuen Technologien, weshalb es kaum zu Konflikten zwischen Betroffenen und Betreibern kommen kann. Zudem ist für den privaten Nutzer der I&K-Technologien der Nutzen im Gegensatz zum potentiellen Risiko unmittelbar mit der Be-nutzung gegeben. Bei einer gesamtgesellschaftlichen Verbreitung der neuen Technologien und einem damit gegeben faktischen Nutzungzwang könnten sich aber auch hier Konflikte ergeben.

Problematisch für die politische Administration ist der Umstand, daß sie in die Debatte um Risiken der Informatisierung bisher kaum als regulierende Instanz involviert ist, sondern in der Kontroverse um den Datenschutz (Volkszählung) und die "neuen Medien" (Verkabelungspolitik) selbst als Betreiber oder Partei auftritt. Damit wird die politische Administration zum wichtigsten Ziel der Kritik von Gegnern der I&K-Technologien.

#### **Ursachen von Kommunikationsproblemen**

Das Grundproblem bei der Kommunikation über Risiken neuer I&K-Technologien besteht zunächst darin, daß zu den gesellschaftlichen Folgen der Informatisierung bisher kaum gesicherte Daten vorliegen und auch nur schwer zu erheben sein werden, zum einen wegen des nur mittelbaren Zusammenhangs zwischen technischem Betrieb und Risiko, und zum anderen wegen des starken Wertbezugs der Risiken selbst ("value threats"). Diese Unsicherheit stimuliert Kontroversen über Risiken und Chancen der I&K-Technologien, immunisiert die jeweiligen Argumente aber auch gegen empirische Validierung.

Daneben spielt vor allem in den Auseinandersetzungen um den Datenschutz und die Verkabelungspolitik, wie auch in den Konflikten um betriebliche Rationalisierungsmaßnahmen die Frage des Vertrauens in die Quellen von Informationen über die Folgen der I&K-Technologien eine wichtige Rolle. Die Argumente der Betreiber der jeweiligen Technologien (politische Administration bzw. Management) werden schon deshalb von Seiten der Gegner der neuen Technologien oder der Betroffenen mit Skepsis aufgenommen, weil die genannten Institutionen oder Gruppen in dem Verdacht stehen, entgegen ihren öffentlichen Verlautbarungen, partikulare wirtschaftliche Interessen zu verfolgen.

Neben solchen eher der "Pragmatik" von Kommunikationsprozessen zuzurechnenden Problemen muß aber auf eine grundsätzliche Ursache von Kommunikationsproblemen hingewiesen werden: Die starke Prägung der Debatte um die Risiken der Informatisierung durch divergierende politische, kulturelle und gesellschaftliche Deutungsmuster. Von besonderer Bedeutung sind dabei die der Beurteilung von Risiken der I&K-Technologien je zugrunde gelegten "Technikbilder", d.h. grundsätzliche Vorstellungen über den Zusammenhang von technologischem und gesellschaftlichem Wandel (deterministische vs. instrumentalistische Konzeption) sowie über die Wirkungsrichtung dieses Zusammenhanges ("Entlastung" vs. "Kolonialisierung").

## **Forschungsperspektiven**

Eine wissenschaftliche Thematisierung von Problemen der Kommunikationen über Risiken der I&K-Technologien - im Sinne von Metakommunikation über Risiko-Kommunikation - hat bisher nicht stattgefunden. Allerdings wird das Forschungsfeld auch durch den Mangel an manifesten Konflikten über Risiken der Informatisierung eingeschränkt.

Sinnvoll erscheint es, dort anzusetzen wo das Konfliktfeld deutlich genug konturiert ist, d.h. Konfliktparteien und bestehende oder potentielle Probleme der Risiko-Kommunikation identifizierbar sind. Aussichtsreiche Forschungsfelder wären dann z.B.:

- Die Bedeutung interessengebundener unterschiedlicher trade-offs von Chancen und Risiken bei Management bzw. Belegschaften für Konflikte um die Rationalisierung von Arbeitsprozessen.
- Die Bedeutung des Vertrauens in Politik und Administration für die Wahrnehmung von Risiken der Akkumulation persönlicher Daten in der Auseinandersetzung um den Datenschutz
- Die Bedeutung unterschiedlicher politischer und wirtschaftlicher Ordnungsvorstellungen für die Auseinandersetzung um die "Deregulierung" von Rundfunk und Fernsehen.
- Die Bedeutung von Ansprüchen von Klienten an private und staatliche Dienstleistungen einerseits und des Interesses an Rationalisierung von Dienstleistungen bei privaten und staatlichen Anbietern andererseits für eine mögliche Kontroverse um die Automatisierung von Dienstleistungen.

Wegen der herausragenden Rolle, die allgemeine oder technikbezogene gesellschaftliche Deutungsmuster in der Auseinandersetzung um I&K-Technologien spielen, verspricht eine Untersuchung der Bedeutung solcher Deutungsmuster in verschiedenen Feldern der gesellschaftlichen Kommunikation über Risiken der I&K-Technologien Einsichten auch zu Fragen der allgemeinen Struktur und Problematik gesellschaftlicher Kommunikation über Modernisierungsrisiken.

## **Literatur**

- AIGRAIN, P. (1982): Das produktive Modell. Der Computer und die Mensch-Maschine. In: Österreichische Zeitschrift für Soziologie, 7, 48-63.
- ALBRECHT-LOHMAR, G., PETERS, H.P. (1985): Folgerungen aus den Btx- und Kabelpilotprojekten für künftige I&K-Landschaften. Manuskrift, Jölich.
- ALEMANN, U.v., SCHATZ, H. (1986): Mensch und Technik. Grundlagen und Perspektiven einer sozialverträglichen Technikgestaltung. Opladen.
- BAMMÉ, A., FEUERSTEIN, G. et al. (1983): Die Maschine, das sind wir selbst. Zur Grundlegung einer Sozialpsychologie der Technik. In: Psychosozial, 18, 30-50, Reinbek bei Hamburg.

- BANNON, L. (ed.) (1982): *Information Technology: Impact on the Way of Life*. Dublin.
- BARRAS, R. (1986): *New Technology and the New Services. Towards an Innovation Strategy for Europe*. In: *Futures*, 18, 748-772.
- BECK, U. (1986): *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne*. Frankfurt a.M.
- BECKER, H. (1984): *Bürger in der modernen Informationsgesellschaft. Einstellungen zur Technik und zum Datenschutz*. In: *Informationsgesellschaft oder Überwachungsstaat. Symposium der hessischen Landesregierung*, hrsg. vom Hessendienst der Staatskanzlei, 2 Bd.. Wiesbaden.
- BELL, D. (1973): *The coming of post-industrial society*, New York.
- BELL, D. (1980): *The social framework of the information society*. In: L. Dertouzos, J. Moses (ed.): *The computer age: A twenty-year view*. Cambridge (Mass.)/London, 163-211.
- BIEDENKOPF, K. (1984): *Die Auswirkungen der neuen Informationstechniken auf das politische System der westlichen Demokratien*. In: *Bundesministerium für Forschung und Technologie (Hrsg.): 1984 und danach. Die gesellschaftliche Herausforderung der Informationstechnik*. Bonn, 70-98.
- BIJKER, W.E., HUGHES, T.P., PINCH, T.J. (eds.) (1987): *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge (Mass.).
- BODEN, M.A. (1980): *The social implications of intelligent machines*. In: FORESTER, T. (ed.): *The microelectronics revolution*, Oxford, 439-452.
- BÖCKELMANN, F., NAHR, G. (1981): *Freizeitkontakte über Kabelmedien*. Berlin.
- BRIEFS, U. (1983): *Die Informationsgesellschaft: Anmerkungen zum Mythos des Computerzeitalters*. In: P. Sonntag (Hg.): *Die Zukunft der Informationsgesellschaft*. Frankfurt a.M., 229-239.
- BRIEFS, U. (1986): *Informationstechnologien und Zukunft der Arbeit*. Köln.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR FORSCHUNG UND TECHNOLOGIE (Hg.) (1984): *1984 und danach. Die gesellschaftliche Herausforderung der Informationstechnik*. Bonn.
- COVELLO, V.T., VON WINTERFELDT, D., SLOVIC, P. (1986): *Risk communication: A review of the literature*. In: *Risk Abstracts*, 3, 171-181.
- DAHRENDORF, R. (1983): *Wenn der Arbeitsgesellschaft die Arbeit ausgeht*. In: J. Matthes (Hg.): *Krise der Arbeitsgesellschaft? Verhandlungen des 21. Deutschen Soziologentags in Bamberg 1982*. Frankfurt/New York.
- DOUGLAS, M., WILDAVSKY, A. (1982a): *Risk and culture*. Berkeley (Calif.).
- DOUGLAS, M., WILDAVSKY, A. (1982b): *How can we know the risks we face? Why risk perception is a social process*. In: *Risk Analysis*, 2, 49-51.
- ELKINS, J. (1984): *Auswirkungen der Informations- und Kommunikationstechnik auf die Formen des Zusammenlebens*. In: *Bundesministerium für Forschung und Technologie (Hg.): 1984 und danach. Die gesellschaftliche Herausforderung der Informationstechnik*. Bonn, 616-640.
- ENQUETE-KOMMISSION "NEUE INFORMATIONEN UND KOMMUNIKATIONSTECHNIKEN" (1983): *Zwischenbericht*. Bundestagsdrucksache 9/2442. Bonn.
- ENQUETE-KOMMISSION (1987): *Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in Produktion, Verwaltung, Handwerk und Medizin. Einschätzung und Bewertung von Technikfolgen: Materialien zur Bundestagsdrucksache 10/8601*. Bd. III; Bonn.

- ERLER, G., JAECKEL, M., SASS, J. (1987): Computerheilmarbeit - Die Wirklichkeit ist häufig anders als ihr Ruf. Forschungsbericht des Deutschen JugendInstituts, München.
- EURICH, K. (1983): Das neue der "neuen Medien". Zu den Auswirkungen der Informations-technologie auf das Sozialverhalten. In: Medium, 12, 18-22.
- EURICH, K. (1985): Computerkinder. Reinbek bei Hamburg.
- ESPEJO, M.R., ZIV, J.C. (1982): Communication, delocalization of work and everyday life. In: BANNON et al.(Hg.): Information technology. Impact on the way of life. Dublin, 215-229.
- FEIGENBAUM, E.A., MCCORDUCK, P. (1983): The Fifth Generation. Reading 1983.
- FORESTER, T. (ed.) (1980): Microelectronics revolution: The complete guide to the new technology and its impact on society. Oxford.
- FORSCHUNGSGRUPPE SOZIALÖKONOMISCHER WANDEL (1987): Dienstleistungsinformatisierung - Informatisierung der privaten Haushalte. Manuskrift, Wuppertal.
- FUCHS, D. (1986): Die Akzeptanz moderner Technik in der Bevölkerung. Eine Sekundärana-lyse von Umfragedaten. In: Lompe, K. (Hrsg.): Techniktheorie, Technikforschung, Technikgestaltung. Opladen, 183-232.
- GALLWAS, H.U., HASSEMER, V., SEETZEN, J. (Hrsg.) (1983): Bildschirmtexterprobung in Berlin. Wissenschaftliche Begleituntersuchung. München.
- GARRETT, J., WRIGHT, G. (1980): Micro is beautiful. In: Forester, T. (ed.): The microelectronics revolution. Oxford, 488-496.
- GOURNAY, C. DE (1982): Leisure and cultural activities in the information society. In: BANNON, L. (Hg.): Information technology. Impact on the way of life. Dublin.
- GREENFIELD, P.M. (1987): Kinder und neue Medien. Die Wirkungen von Fernsehen, Videospielen und Computern. München/Weinheim.
- HABERMAS, J. (1981): Theorie des kommunikativen Handelns. Frankfurt a.M.
- HAEFNER, K. (1982): Die neue Bildungskrise. Herausforderungen der Informationstechnik an Bildung und Ausbildung. Basel.
- HAEFNER, K. (1984): Mensch und Computer im Jahre 2000. Ökonomie und Politik für eine human computerisierte Gesellschaft. Basel/Boston/Stuttgart.
- HEINTZ, B. (1987): Die Chip-Generation - Eine neue soziale Bewegung. In: IBM Nachrichten, 37, 290, 17-25.
- HOBOHM, K., JUNGERMANN, H. (1985): Varianten künftiger I&K-Landschaften. Report for the Nuclear Research Centre Jülich. Berlin.
- HOFFMANN-RIEM, W. (1988): Schleichwege zur Nicht-Entscheidung. Fallanalyse zum Schei-tern der Enquete-Kommission "Neue Informations- und Kommunikationstechniken". In: Politische Vierteljahrsschrift, 29, 58-84.
- HOFMEISTER, E. (1981): Mikroelektronik - Elemente des technischen Fortschritts. Wirtschafts- und Gesellschaftliche Grundinformationen 44, hrsg. von der Bundesarbeitsgemeinschaft Schule-Wirtschaft. Köln.
- HUBER, J. (1986): Telearbeit. Ein Zukunftsbild als Politikum. Opladen
- HUBER, J. (1987): Technikbilder und Umwelt. Einige Ergebnisse einer empirischen Untersu-chung zum weltanschaulichen Kontext der Technik- und Umweltpolitik. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung.

- HUHN, W., KOSZYK, K. (1985): Kommunikation und neue Medien, Düsseldorf
- JANSEN, D. (1980): Rationalisierung im Alltag der Industriegesellschaft. Vernunft und Unvernunft neuer Kommunikationsstrategien am Beispiel Japans. Frankfurt a.M.
- JUNGERMANN, H. u.a. (1986): Die Arbeit mit Szenarios bei der Technologiefolgenabschätzung. Bericht für den BMFT, Berlin.
- JUNGERMANN, H., SLOVIC, P. (1991): Die Psychologie der Kognition und Evaluation von Risiko. In: G. Bechmann (Hg.): Risiko und Gesellschaft. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- KENT, S., RAU, T. (1985): Merkmale und Auswirkungen neuer Telekommunikationsdienste. In: Nachrichtentechnische Zeitschrift, 38, 210f.
- KERN, H., SCHUMANN, M. (1984): Das Ende der Arbeitsteilung? Rationalisierung in der industriellen Produktion. München.
- KOCH, C. (1983): Jenseits der Gesellschaft. Die Zukunft im elektronischen Gehäuse. In: Merkur, 37, 735-746.
- KOLLERT, R. (1991): 0,01 Strahlentote pro Jahr - Zum Risikobegriff der nuklearen Risikostudien. In: G. Bechmann (Hg.): Risiko und Gesellschaft. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- KOMMISSION FÜR DEN AUSBAU DES TECHNISCHEN KOMMUNIKATIONSSYSTEMS, KtK (1976): Telekommunikationsbericht. Bonn.
- KROMREY, H. (1984): Neue Kommunikationstechniken in der Freizeit. Das Beispiel Feldversuch Bildschirmtext. In: Angewandte Sozialforschung, 12, 69-77.
- KROMREY, H., JANSEN, D., u.a. (1984): Bochumer Untersuchung im Rahmen der wiss. Begleituntersuchung zum Feldversuch Blx in Düsseldorf/Neuss. Systematische Inhaltsanalyse der Gruppendiskuss. - Ergebnisbericht. Bochum.
- KUBICEK, H., ROLF, A. (1985): Mikropolis. Mit Computernetzen in die "Informationsgesellschaft". Hamburg.
- LANGE, K. (1984): Das Image des Computers in der Bevölkerung. GMD-Studien Nr. 80. St. Augustin,
- LENK, K. (1984): Neue Informations- und Kommunikationstechniken in der gesellschaftlichen Verantwortung. In: Borbé T. (Hg.): Mikroelektronik. Die Folgen für die zwischenmenschliche Kommunikation. Berlin, 59-74.
- LOWI, T.J. (1980): The political impact of information technology. In: Forester, T. (ed.): The microelectronics revolution. Oxford, 453-472.
- LOWI, T.J. (1984): Die dritte Revolution - Eine Überprüfung. In: Bundesministerium für Forschung und Technologie (Hrsg.): 1984 und danach. Die gesellschaftliche Herausforderung der Informationstechnik. Bonn, 99-152.
- LÜSCHER, K. (1984): Neue Medien und Ihre Auswirkungen auf die Familie und die heranwachsende Generation. In: RAU, J., RÜDEN, P.V. (Hrsg.): Die neuen Medien. Eine Gefahr für die Demokratie? Frankfurt a.M., Olten/Wien, 143-154.
- LYON, D. (1986): From "Postindustrialism" to "Information Society": A new Social Transformation? In: Sociology, 20, 577-588.
- MALSCH, T. (1987): Arbeit und Kommunikation im informatisierten Produktionsprozeß Thesen zum Podium I des 23. Deutschen Soziologentages in Hamburg 1986. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung.
- MAMBREY, P., OPPERMANN, R., TEPPER, A. (1986): Computer und Partizipation. Opladen.

- MAST, C. (1985): Medien und Alltag im Wandel. Eine Literaturstudie zu Akzeptanz und Nutzung alter und neuer Medien. Konstanz.
- MAYNTZ, R., LANGE, B.P., LANGENBUCHER, W.G., LERG, W.B., SCHEUCH, E.K., TREINEN, H. (1979-1983): Wissenschaftliche Begleituntersuchung Feldversuch Btx in Düsseldorf/Neuss, 10 Bd., Düsseldorf 1979-1983.
- METTLER-MEIBOM, B. (1985): Prolegomena einer Medienökologie. Ein Beitrag über die fortschreitende Mediatisierung und Informatisierung infolge neuer Fernmeldestrukturen. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung.
- METTLER-MEIBOM, B. (1986): Breitbandtechnologie. Über die Chancen sozialer Vernunft in technologiepolitischen Entscheidungsprozessen. Opladen.
- NAISBITT, J. (1984): Megatrends. 10 Perspektiven, die unser Leben verändern. Bayreuth.
- NEGT, O. (1984): Lebendige Arbeit - Enteignete Zeit. Frankfurt/New York.
- NORA, S., MINC, A. (1979): Die Informatisierung der Gesellschaft. Frankfurt a.M., New York.
- NOWOTNY, H. (1984): New Information Technology. Its impacts on the home, local community and marginal groups. In: Björn-Andersen, N. et al. (eds.): Information society - for richer, for poorer. Amsterdam/New York/Oxford, 97-113.
- PETERMANN, Th. (1986): Zur Akzeptanz neuer Technologie in der Bundesrepublik Deutschland. In: G. Bechmann, F. Meyer-Krahmer (Hg.): Technologiepolitik und Sozialwissenschaft. Frankfurt a.M., 221-245.
- PFLÜGER, J., SCHURZ, R. (1987): Der maschinelle Charakter. Sozialpsychologische Aspekte des Umgangs mit Computern. Opladen.
- POSCHENRIEDER, W., ZEITLER, G. (1987): Bausteine zur Akzeptanz. In: COM - Siemensmagazin für Computer & Communications, 22, 4, 18-21.
- PROTT, J. (1984): Rationalisierung von Arbeit und Freizeit. Verlust kommunikativer Kompetenz? In: R. Crusius, J. Stebani (Hrsg.): Neue Technologien und menschliche Arbeit. Berlin, 233-245.
- RAMMERT, W. (1983): Gegen das Projekt der Informationsgesellschaft: Überlegungen zu grün-alternativen Gegenstrategien. In: Sonntag, P. (Hg.): Die Zukunft der Informationsgesellschaft. Frankfurt a.M., 47-57.
- RENCKSDORF, K. (1984): Menschen und Medien in der postindustriellen Gesellschaft. Neue Beiträge zur Begründung eines alternativen Forschungsansatzes. Berlin 1984 (Beiträge zur Medientheorie und Kommunikationsforschung Bd. 22).
- RENN, O. (1984): Risikowahrnehmung der Kernenergie. Frankfurt a.M., New York.
- RENN, O., ALBRECHT, G., KOTTE, U., PETERS, H.P., STEGELMANN, H.U. (1985): Sozialverträgliche Energiepolitik. Ein Gutachten für die Bundesregierung. München.
- RICE, R.E., LOVE, G. (1987): Electronic emotion - Socioemotional content in a computer-mediated communication network. In: Communication Research, 14, 1, 85-108.
- RONNEBERGER, F. (1982): Neue Medien. Vorteile und Risiken für die Struktur der demokratischen Gesellschaft und den Zusammenhalt der sozialen Gruppen. Eine Literaturstudie. Konstanz.
- RUST, H. (1982): Technologie und Kommunikation im Jahre 2000: Elemente eines Szenarios für die Bundesrepublik. In: Communications, 8, 1/2, 3-54.
- SAXER, U. (1980): Führt ein Mehrangebot an Programmen zu selektivem Rezipientenverhalten? In: Media-Perspektiven, 6, 395-407.

- SCARDIGLI, V., PLASSARD, F., MERCIER, P.-A. (1982): Information society and daily life. In: BANNON, L. et al. (Hg): Information technology. Impact on the way of life. Dublin, 37-54.
- SCHMIDBAUER, M. (1983): Die Kabelpilotprojekte in der Bundesrepublik Deutschland. München.
- SCHOELER, A. VON (Hg.) (1986): Informationsgesellschaft oder Überwachungsstaat. Opladen.
- SCHÜTT, E.C. (1983): Der offene Kanal in den Planungen für die Pilotprojekte. In: Medium, 6, 12-16
- SIMON, H.A. (1979): Consequences of computers for centralization and decentralization. In: Dertouzos, M.L., Moses, J. (eds.): The computer age: A twenty year view. Cambridge (Mass.)/London, 212-228.
- SIMON, H.A. (1980): What computers mean for man and society. In: Forester, T. (ed.): The microelectronics revolution. The complete guide to the new technology and its impact on society. Oxford, 419-433.
- SLOVIC, P., FISCHHOFF, B., LICHTENSTEIN, (1982): Why study risk perception. In: Risk Analysis, 2, 83-93.
- THOMPSON, M., WILDAVSKY, A. (1982): A proposal to create a cultural theory of risk. In: Kunreuther, H.C., Ley, E.V. (eds.): The risk analysis controversy. An institutional perspective. Berlin/Heidelberg/New York, 144-161.
- TOFFLER, A. (1980): The third wave. New York.
- TURKLE, Sh. (1986): Die Wunschmaschine. Der Computer als zweites Ich. Reinbek bei Hamburg.
- VOLPERT, W. (1983): Denkmaschinen und Maschinendenken: Computer programmieren Menschen. In: Psychosozial, 18, 10-29. Reinbek bei Hamburg.
- VOLPERT, W. (1985): Zauberlehrlinge. Weinheim.
- VOLPERT, W. (1986): Perspektiven der "5. Computer-Generation". In: Gewerkschaftliche Monatshefte, 37, 522-531.
- VON WINTERFELDT, D., EDWARDS, W. (1984): Patterns of conflict about risky technologies. In: Risk Analysis, 4, 55-68.
- WEIZENBAUM, J. (1978): Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft. Frankfurt a.M.
- WEIZENBAUM, J. (1979): Once more: The computer revolution. In: Dertouzos, M.L., Moses, J. (eds.): The computer age: A twenty year view. Cambridge (Mass.)/London, 439-464.
- WERSIG, G. (1985): Die kommunikative Revolution. Opladen.

# Risiko-Kommunikation: Anthropogen induzierte Klimaveränderungen

Peter Frankenberger (Universität Mannheim)

---

1.	<b>Das Spurengas/Ozon-Klimaproblem</b>	260
2.	<b>Stand der Forschung zu Klimaveränderungen</b>	262
2.1	Belege des Anstieges des Kohlendioxid-Gehaltes in der Atmosphäre	262
2.2	Die Änderungen des Gehaltes weiterer klimawirksamer Spurengase in der Atmosphäre.	263
2.3	Ursachen des Kohlendioxid- und Spurengasanstieges in der Atmosphäre	263
2.4	Ursachen des Anstieges des Gehaltes weiterer Spurengase der Atmosphäre	268
2.5	Die Wirkung des Kohlendioxid und weiterer Spurengase auf den Strahlungshaushalt der Erde	268
2.6	Meßbare Klimafolgen des Anstiegs des Kohlendioxid-Gehaltes und weiterer Spurengase in der Atmosphäre	287
2.7	Die Ergebnisse von Modellrechnungen der Kohlendioxid/Spurengas-Klimawirkung (für eine Atmosphäre mit doppeltem Kohlendioxid-Gehalt gegenüber der vorindustriellen Zeit (2030-2050))	289
2.8	Die Verzögerung eines eindeutigen Kohlendioxid/Spurengas-Signals durch die Ozeane	279
2.9	Zukunfts-Energie-Szenarien	280
2.10	Die Folgen der Änderungen des Gehaltes der Atmosphäre an Spurengasen auf den Ozon-Haushalt in der Stratosphäre	284
2.11	Der mögliche Antagonismus natürlicher und anthropogener Klimatrends	290
3.	<b>Bewertung des "Risikos" anthropogener Klimaänderungen</b>	292
3.1	Hauptprobleme der Risiko-Perzeption anthropogener Klimaänderungen	292
3.2	"Risiko" in der wissenschaftlichen Kohlendioxid- und Ozon-Literatur	294
3.3	Kommunikation des "Klimarisikos"	298
3.3.1	Verwendung des Begriffes "Risiko" in der Klimaforschung	298
3.3.2	Risiken für das Klima und den Menschen im Rahmen der Klimaforschung	298
3.3.3	Meinungsunterschiede über Klimarisiken	300
3.3.4	Gruppenkonflikte um Klimarisiken	302
3.3.5	Ursachen von Gruppenkonflikten um Klimarisiken und Ansätze zu einer Risiko-Kommunikation	304
3.3.6	Besonderheiten der Klima-Risiko-Diskussion in Deutschland	305
3.3.7	Sozialwissenschaftliche Ansätze zur Klima-Risiko-Kommunikation	305
4.	<b>Schlußbemerkung</b>	308
	<b>Literatur</b>	306

---

## **1. Das Spurengas/Ozon-Klimaproblem**

Der anthropogene Eintrag von klimawirksamen Spurengasen (siehe Abb. 1) begann verstärkt mit der Industrialisierung zur Mitte des vorigen Jahrhunderts. Hauptquelle ist seither die Erzeugung von Energie über die Verbrennung fossiler Energieträger sowie die moderne energieintensive Landwirtschaft. Die stetige Steigerung des Energiebedarfs hat nicht nur die fortschreitende Technologie begründet, diese mindert ja gerade im Jüngster Zeit den relativen Energieeinsatz bei Produktionsprozessen, sondern ist vor allem in Zukunft Folge des rapiden Bevölkerungswachstums, der Verstädterung und einer an sich zu begrüßenden positiven Wirtschaftsentwicklung in den Ländern der "Dritten Welt". Senkenänderungen sind wie Quellenänderungen teilweise anthropogen induziert, teilweise folgen sie feedbacks (z.B. Meereswärmung). Infolge von Biomassenreduktion (Abholzung tropischer Regenwälder) und Bodenverlust (z.B. Desertifikation) fallen vor allem wesentliche Senkenanteile für CO<sub>2</sub> weg. Auch hier verstärkt der Bevölkerungsdruck das Problem. Der verstärkte Eintrag von CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub> vor allem durch die Verbrennung fossiler Energieträger; von CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O und NH<sub>3</sub> in Folge der Intensivierung der Landwirtschaft; von NO und CO in Folge der Zunahme des Kraftverkehrs und von CFCL<sub>3</sub> sowie CF<sub>2</sub>CL<sub>2</sub> in Folge von Treibgasen etc. in die Atmosphäre, erwärmt die Troposphäre und kühlte die Stratosphäre ab. Letzteres trägt über den Eintrag von CFCL<sub>3</sub> sowie CF<sub>2</sub>CL<sub>2</sub> zur "Ausdünnung" der stratosphärischen Ozonschicht bei.

Klimawirkungen werden sein: Erwärmung vor allem der Polargebiete (Arktis), regionale Niederschlagsänderungen, Zunahme der UV-Strahlung, Meerestransgressionen, Änderungen der atmosphärischen Zirkulation. Aus den Klimaänderungen folgen regional differenzierte Änderungen natürlicher und kultureller Ökosysteme, regionale Änderungen der landwirtschaftlichen Produktion und damit der Ernährungslage. Naturkatastrophen, etwa in Folge erhöhter Niederschläge, können verstärkt werden, die Wasserversorgung der Bevölkerung ändert sich regional. Da alle Folgen der Klimaänderung regional differenziert sind, erfolgt eine Umverteilung des Ökopotentials. Daraus kann man mit großer Wahrscheinlichkeit auf "Verteilungskonflikte" schließen.

Da derzeit wirklich merkbare Signale einer Spurengas - Klimaänderung noch fehlen, fällt es schwer, Gegenmaßnahmen einzuleiten. Sie sind politisch auch oft nur schwer vertretbar. Denkbar wäre z.B. eine Substitution "fossiler" Energieerzeugung durch Rationalisierung, Nukleartechnik und "alternative", regenerierbare Energieträger, die Stärkung der Senken, etwa über Aufforstung in den feuchten Tropen. Lösbar ist das Problem sicherlich nicht durch ein "revenons à la nature", sondern nur über rasche technologische Innovationen, die politisch abgesichert und finanziell von den Gesellschaften gefördert werden müßten.

Dazu fehlt es derzeit an zukunftsorientierten Politikern und drängenden Klimasignalen.

In den folgenden Kapiteln soll die Grundlage zum Verständnis der Gesamtproblematik gelegt werden, bevor dann auf die Grundfragen von Risiko-Perzeption, Risiko-Evaluation und Risiko-Management eingegangen wird.

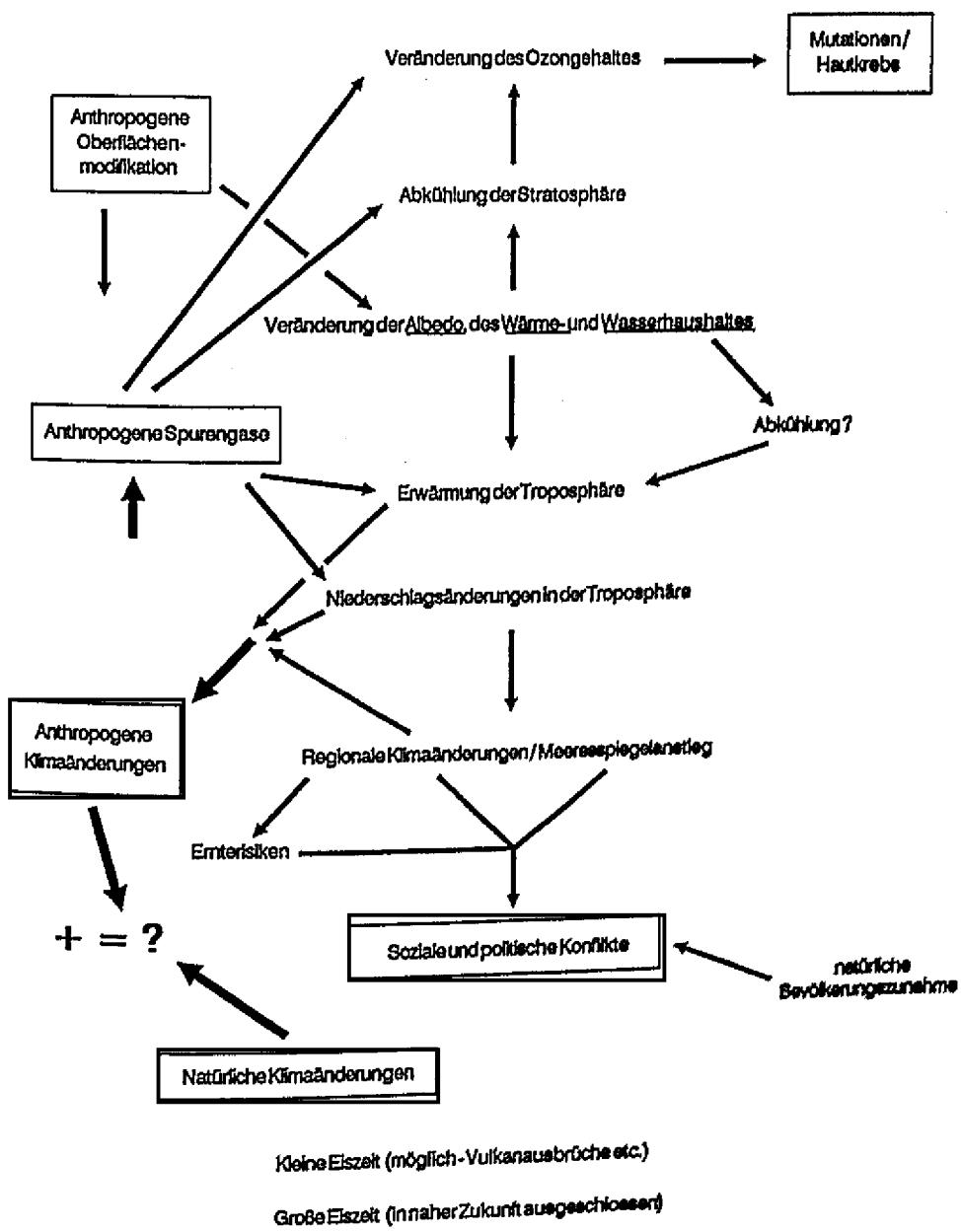


Abbildung 1: Schema zur Klima-Problematik

## **2. Stand der Forschung zu Klimaveränderungen**

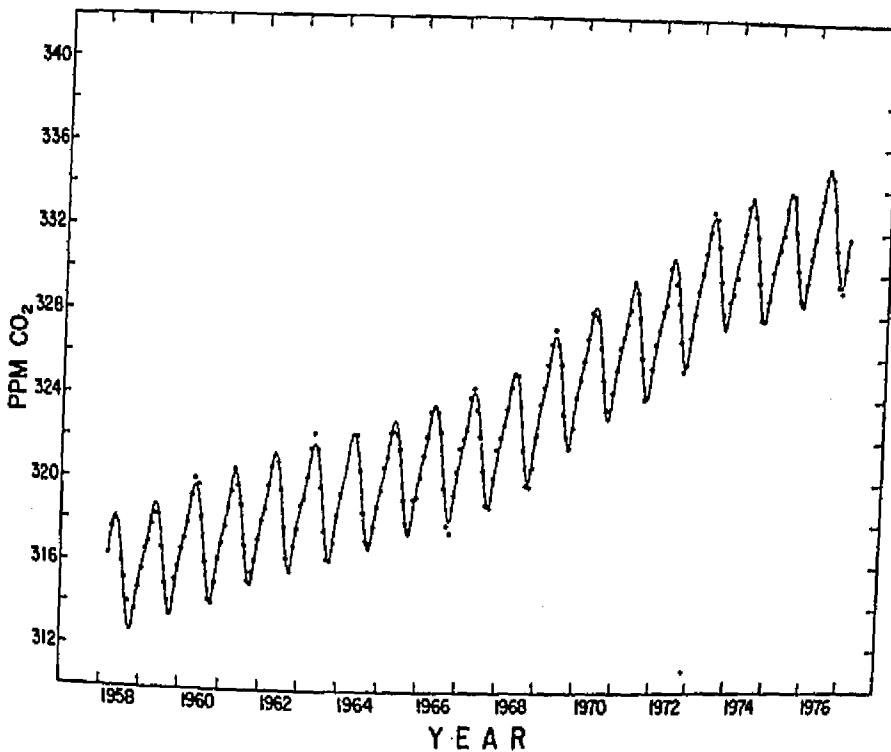
### **2.1 Belege des Anstieges des Kohlendioxid-Gehaltes in der Atmosphäre**

Verlässliche Werte der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre liegen seit 1957 von den Observatorien am Mauna Loa auf Hawaii und vom Südpolargebiet vor (vgl. Abb. 2 und Abb. 3).

Seit 1957 zeigte sich ein genereller Anstieg des CO<sub>2</sub>-Gehaltes in der Atmosphäre vom 315 - 316 ppmv auf ca. 342 ppmv im Jahre 1983. Der gegenwärtige CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre liegt nahe bei 350 ppmv. Die Steigerungstendenz des CO<sub>2</sub>-Gehaltes in der Atmosphäre über dem Südpol ist ähnlich groß wie auf Hawaii (vgl. Abb. 2 mit Abb. 3).

Die saisonalen Schwankungen des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre sind über Hawaii höher als über dem Südpol. Auf der Nordhalbkugel werden nämlich große Flächen von sommergrüner und winterkahler Vegetation eingenommen, welche im Sommer relativ viel CO<sub>2</sub> zur Stoffproduktion verbrauchen. Damit ist zwischen Mai und September auf der Nordhalbkugel der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre stark abgesenkt. Im Winter erreicht er sein Maximum. Um abschätzen zu können, um welchen Betrag der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre seit Beginn der Industrialisierung, also ca. seit 1850 angestiegen ist, bedarf es eines Schätzwertes des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre vor Beginn der Industrialisierung, d.h. vor der intensiven Nutzung fossiler Energieträger wie Kohle und Öl. Aus den Relationen der Kohlenstoffisotope <sup>12</sup>C und <sup>13</sup>C kann man aus Baumringen sowie aus dem Inlandeis den CO<sub>2</sub>-Gehalt vergangener Zeiten einigermaßen präzise abschätzen. Um 1800 lag nach Baumringanalysen der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre bei 230-260 ppmv. Nach Eiszahlerkernanalysen kann man vor 1850 mit 260 ppmv CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre rechnen. Als einen Mittelwert des präindustriellen CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre nimmt man heute 270±10 ppmv CO<sub>2</sub> an. Danach ist seitdem der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre um ca. 100 ppmv angestiegen. Nach dem Zweiten Weltkrieg lag die Wachstumsrate pro Jahr bei etwa 5 %; seit der Energiekrise von 1973 ist sie auf 2,3 % abgesunken. Es ist anzunehmen, daß mit der seit einigen Jahren herrschenden Verbilligung fossiler Energieträger die Produktion von CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre wieder eine höhere Steigerungsrate erreicht. Um den CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre in seiner zeitlichen Änderung besser verfolgen zu können, wurde ein weltweites Meßnetz aufgebaut.

Es umfaßt alleine in der Bundesrepublik Deutschland mehrere Stationen, die zum Teil in sogenannte Reinluftgebieten liegen, wie Schauinsland, zum Teil auch in tiefer gelegenen Lagen, welche stärker von industriellen Ballungsgebieten beeinflußt werden. Der absolute Gehalt an CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre erscheint niedrig, eine Steigerung von 100 ppmv seit Beginn der Industrialisierung absolut gering. Man muß jedoch bedenken, daß Spurengase in der Atmosphäre eine große Wirkung auf den Strahlungshaushalt ausüben, welcher bei weitem den absoluten Volumengehalt übersteigt.



**Abbildung 2:** Entwicklung der atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentration am Mauna Loa, Hawaii im Zeitraum 1958 bis 1976 (Monatswerte)

Quelle: Smagorinsky, J. (1981), S. 662

## 2.2 Die Änderungen des Gehaltes weiterer klimawirksamer Spurengase in der Atmosphäre.

Die Klimawirkung des Spurengases CO<sub>2</sub> wird durch den Eintrag weiterer Spurengase in die Atmosphäre verdoppelt. Dazu gehören Methan (CH<sub>4</sub>) mit einer Steigerungsrate von ca. 1 - 2 %/a (Werte jeweils nach BACH, 1986), das troposphärische Ozon (O<sub>3</sub>) mit einer Steigerungsrate von 7 %/a. Der Anteil der Stickoxide (N<sub>2</sub>O/NO<sub>x</sub>) in der Atmosphäre wächst um 0,2 - 0,3 % pro Jahr. Höher ist die Zuwachsrate der Chlorfluormethane (CFCl<sub>3</sub> und CF<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) mit 3 - 5 %, weiter sind zu nennen, ohne daß exakte Werte vorliegen: Kohlenmonoxid (CO), Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>).

## 2.3 Ursachen des Kohlendioxid- und Spurengasanstieges in der Atmosphäre

Hauptursache des zu beobachtenden CO<sub>2</sub>-Anstieges in der Atmosphäre ist die Energieproduktion vor allem der westlichen Industrieländer. Im Jahre 1900 verbrauchte die Welt ca. 0,5 Terawatt Energie pro Jahr, um 1945 2 Terrawatt, heute ist ein Level von etwa 10 Terawatt erreicht, davon werden 2 Terawatt durch Feuerholz in der Dritten Welt beigesteuert.

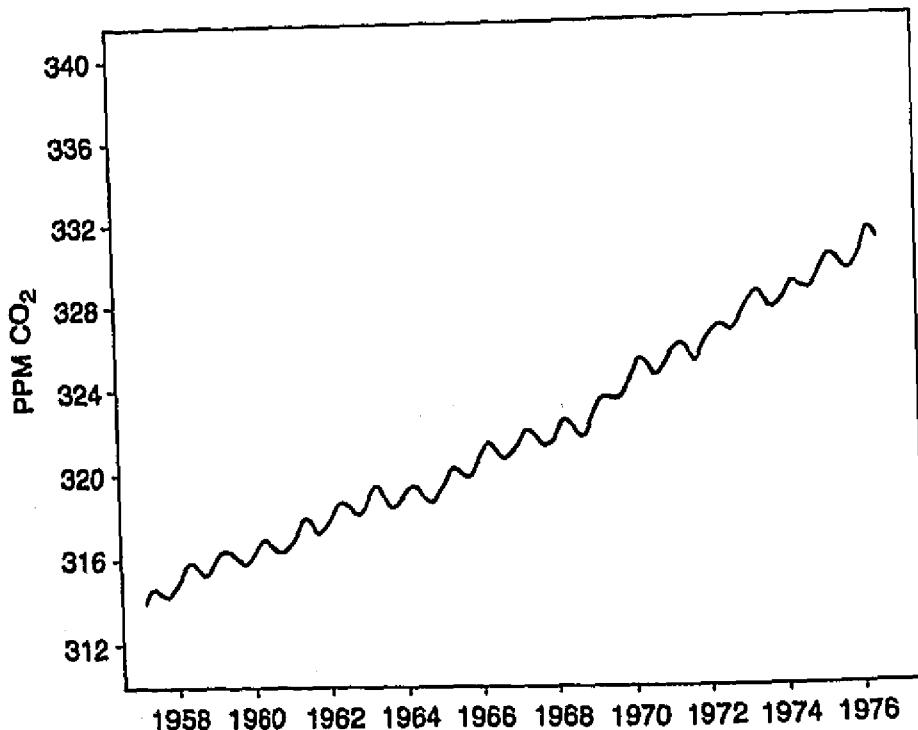


Abbildung 3: Entwicklung der atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentration am Südpol im Zeitraum 1958 bis 1976 (Monatswerte)

Quelle: Smagorinsky, J. (1981), S. 663

Vor allem die Verbrennung fossiler Energieträger wie Gas, Öl und Kohle ließ große Mengen von CO<sub>2</sub> und weiteren Spurengasen als Folge der Verbrennung in die Atmosphäre austreten. Es wird geschätzt, daß im Jahre 1978 ca. 21,5 Gt (Gigatonnen) CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre durch anthropogene Verbrennung abgegeben worden sind. Über die letzten 120 Jahre sind so ca. 610 Gt CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre gelangt. Das im Jahre 1978 "anthropo - zoogen" an die Atmosphäre abgegebene CO<sub>2</sub> machte ca. 8 % des CO<sub>2</sub> aus, das die Biosphäre in diesem Jahr assimilieren konnte. Auch dieser Betrag scheint relativ gering, er hat jedoch den CO<sub>2</sub>-Kreislauf gehörig durcheinander gebracht. Derzeit verbleiben in etwa 50 % des künstlich in die Atmosphäre eingebrachten CO<sub>2</sub> in ihr, 50 % werden in Senken eingearbeitet, vor allem in die Biosphäre und in die Ozeane. Für die weitere Entwicklung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes in der Atmosphäre ist es von entscheidender Bedeutung, welche Aufnahmefähigkeit die sogenannten Senken für das künstlich produzierte, also im natürlichen CO<sub>2</sub>-Kreislauf überschüssige CO<sub>2</sub> leisten können. Auf der Erde existieren zwei große Senken für CO<sub>2</sub>, die terrestrische Biomasse und die Ozeane.

Die terrestrische Biomasse auf der Erde geht infolge der Nutzung durch den Menschen zurück, so daß die Aufnahmefähigkeit der Pflanzenwelt für CO<sub>2</sub> langfristig eher sinken als steigen wird. Eine erhöhte Assimulationsrate der Pflanzen infolge des CO<sub>2</sub>-Anstieges in der Atmosphäre ist nur bedingt zu erwarten, da die höhere Assimulationsrate zumeist durch Nährstoffmangel verhindert wird.

Durch die Abholzung tropischer Wälder werden im Gegenteil ca. 3,6 Gt (Gigatonnen) Kohlenstoff pro Jahr zusätzlich der Atmosphäre zugeführt. Demgegenüber wird durch Aufforstungsmaßnahmen der Atmosphäre nur ca. eine Drittel Gigatonne Kohlenstoff pro Jahr entzogen. Bei Bodenerosion wird über Humusverlust im Boden gebundener Kohlenstoff freigesetzt. Auch Drainage von Boden setzt CO<sub>2</sub> frei. Dieses "edaphische CO<sub>2</sub>" macht 0,6 - 0,8 % des jährlichen CO<sub>2</sub>-Anstieges aus. (vgl. BACH, 1986). Die Wachstumsstimulierung der Pflanzen durch erhöhten CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre und durch einen erhöhten Gehalt der Atmosphäre an NO<sub>x</sub> macht allenfalls 0,5 Gt pro Jahr aus. Die terrestrische Biosphäre wird also in der Summe keine zusätzliche Kohlenstoffsenke sein können. Ihre Aufnahmebereitschaft für das anthropogene CO<sub>2</sub> ist in Zukunft abnehmend.

Die Aufnahmefähigkeit der Ozeane für den vom Menschen zusätzlich produzierten Kohlenstoff hängt weitgehend von den Ozeantemperaturen ab. Es ist langfristig damit zu rechnen, daß infolge des Anstieges des CO<sub>2</sub>-Gehaltes in der Atmosphäre mit steigenden Temperaturen die Meeresoberflächentemperaturen ansteigen und damit die Aufnahmefähigkeit der Ozeane für CO<sub>2</sub> reduziert wird. Wichtig für die CO<sub>2</sub>-Aufnahmefähigkeit der Ozeane ist die Größe der Flächen des sogenannten up-welling und down-welling. Bekannte Gebiete des wechselnden up-welling und down-welling sind etwa die Meeresräume vor der Küste Ecuadors und Perus (El Nino - Phänomen). Dort herrschte in den Jahren 1983/84 ein ungewöhnlich langes down-welling. Die Meerestemperaturen waren ungewöhnlich hoch. In solchen Zeiten, also in Phasen des sogenannten Super-El-Nino ist die Aufnahmefähigkeit der Meere für CO<sub>2</sub> sehr stark begrenzt. Vorhersagen über die Flächen des up- und down-welling der Meere zu machen, ist jedoch unmöglich. Wichtig ist es zu bedenken, daß die CO<sub>2</sub>-Aufnahme durch die Ozeane in Abhängigkeit von den Ozeantiefe verschließen lange, die größten Ozeantiefen eingerechnet, über Jahrzehnte dauern kann. Die Hauptaufnahmemöglichkeiten liegen in den obersten 100m der Ozeanschicht. Die Mischung der obersten 100m mit der Ozeanschicht zwischen 100 und 1000m geht noch relativ rasch vorstatten. Die Mischung mit noch größeren Ozeantiefen geschieht nur sehr langsam.

Die Ozeane bauen aber das anthropogene CO<sub>2</sub> nur sehr langsam ein. Sie weisen gleichsam ein sehr langes CO<sub>2</sub>-Gedächtnis auf. Damit werden die Ozeane allerdings in der Gesamtbilanz noch über 2000 Jahre infolge der heutigen erhöhten CO<sub>2</sub>-Produktion mehr CO<sub>2</sub> wieder an die Atmosphäre abgeben, als sie es natürlicherweise täten, auch wenn man sofort die anthropogene CO<sub>2</sub>-Infektion in die Atmosphäre einstellen würde.

Da man annimmt, daß die obersten 80m des Ozeans in der Zukunft bei weitem nicht mehr so viel CO<sub>2</sub> aufnehmen können, wie sie das seit der Industrialisierung bis heute getan haben und da man weiterhin davon ausgeht, daß der Mensch die terrestrische Biomasse reduzieren wird, ist anzunehmen, daß in Zukunft nur ca. 20 % des zusätzlich vom Menschen in die Atmosphäre abgegebenen CO<sub>2</sub> durch die beiden Senken: terrestrische Biosphäre und Ozeane aufgenommen werden können und also 80 % der CO<sub>2</sub>-Produktion der Industrieländer und der Länder der Dritten Welt in der Atmosphäre verbleiben (BERGER, 1981). Der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre wird in Zukunft rascher ansteigen, auch wenn die CO<sub>2</sub>-Produktion durch die Verbrennung

fossiler Energieträger zurückgehen sollte. Dies um so mehr, wenn Berechnungen richtig sein sollten, daß durch die Abholzung tropischer Regenwälder nicht nur ca. 20 % der weltweiten anthropogenen CO<sub>2</sub>-Produktion geleistet werden, sondern diese vielleicht sogar verdoppelt würde. Zu bedenken ist, daß durch diese Vegetationszerstörung und die Verbrennung des Holzes als Feuerholz nicht nur die CO<sub>2</sub>-Senke minimiert wird. Damit ist der Effekt der Vegetationszerstörung und der Verbrennung von Feuerholz ein doppelter im CO<sub>2</sub>-Haushalt der Atmosphäre.

## **2.4 Ursachen des Anstieges des Gehaltes weiterer Spurengase der Atmosphäre**

Durch Verbrennungsprozesse, wie durch Kraftverkehr, steigt der Anteil der Stickoxide und der Kohlenmonoxide in der Atmosphäre. Die ständige Steigerung der Kraftfahrzeugdichte wird den Ausstoß dieser Stoffe trotz Katalysatoren weiter "garantieren". Die Stickoxide tragen zudem über photochemische Reaktionen zur Vermehrung des troposphärischen Ozons bei. Schwefeldioxid wird durch "fossile" Energieerzeugung in die Atmosphäre eingetragen und wirkt somit nicht nur, wie Ozon, direkt auf die Biosphäre über die Begünstigung der Waldkrankheiten, sondern auch über die Veränderung des Strahlungshaushaltes negativ im Klimasystem "Erde". Methan und Ammoniak, wie auch die Stickoxide, werden vermehrt durch die moderne Landwirtschaft in die Atmosphäre eingetragen (Reiskulturen, Massentierzucht, Düngung). Chlorfluormethane sind Produkte von Sprühdosen (Sprays), Kühlmittel- und Kunststoffverschäumungs-Zusätze.

## **2.5 Die Wirkung des Kohlendioxid und weiterer Spurengase auf den Strahlungshaushalt der Erde**

Warum wirkt nun der Anstieg des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre und der Anstieg weiterer Spurengase erwärmend in den unteren Atmosphärenschichten? Dies ist auf Änderungen im Strahlungshaushalt zurückzuführen. Nach Schätzungen von FLOHN (1986) macht dabei das CO<sub>2</sub> nur ca. 50 % der Klimawirkung der anthropogenen Spurengase aus. Als zusätzliche Wirkungskomponente kommen die o.g. Spurengase sowie Wasserstoff hinzu: Ozon (O<sub>3</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Distickoxid (N<sub>2</sub>O) sowie die Chlorfluorkohlenwasserstoffe.

Bei dem Durchgang der Strahlung von der Sonne durch die Atmosphäre zur Erdoberfläche findet nicht nur eine Wellenänderung zwischen Ein- und Ausstrahlung entsprechend dem Wienschen Verschlebungsgesetz statt, und wird so die kurzwellige Einstrahlung in langwellige Wärmestrahlung transformiert, sondern bestehen in der Atmosphäre sogenannte Fenster, durch die die Ein- bzw. Ausstrahlung relativ ungehindert vorstatten gehen kann. Die Sonne strahlt infolge ihrer hohen Oberflächentemperatur kurzwellig zur Erde, die Ausstrahlung von der Erde geschieht infolge ihrer relativ geringen Oberflächentemperatur im langwelligen Bereich. Die Atmosphäre weist in dem Bereich zwischen 8 und 14 μm sowie zwischen 16 und 20 μm ein sogenanntes Fenster auf, durch das die langwellige Strahlung von der Erde in die Atmosphäre und damit die Energieabgabe der Erde relativ ungehindert erfolgen

kann. Dieses Fenster wird vor allem durch zunehmenden Wasserdampfgehalt der Atmosphäre geschlossen.

$\text{CO}_2$  und Spurengase führen, wenn sie verstärkt in die Atmosphäre eingebaut werden und dort verweilen, zu einer Einengung des Ausstrahlungsfensters im randlichen Sektor. Es folgt daraus eine initiale Temperaturerhöhung auf der Erde, die die Verdunstung verstärkt. Damit wird der Atmosphäre verstärkt Wasserdampf zugeführt, welcher das Ausstrahlungsfenster nun auch in seinen zentralen Teilen einzusperren vermag. Damit geschieht ein großer Teil der  $\text{CO}_2$ /Spurengas Klimawirkung indirekt über eine Anreicherung von Wasserdampf in der Atmosphäre. Die Strahlungsbilanz der Erde wird positiv verändert, weil der zunehmende Gehalt der Atmosphäre an Spurengasen ( $\text{CO}_2$  etc.) die Einstrahlung von der Sonne zur Erde nicht behindert, wohl aber einen Teil der langwelligen Energieabgabe der Erde in die Atmosphäre in den unteren Atmosphärenschichten absorbiert. Damit werden die unteren Atmosphärenschichten erwärmt.

Eine große Unbekannte in der Betrachtung dieser Strahlungsbilanz ist jedoch die Änderung der Bevölkerung infolge der initialen Temperaturerhöhung auf der Erdoberfläche. Eine Verdichtung der Bevölkerung führt zu einer Reduktion der Einstrahlung, aber auch zu einer Erhöhung der Gegenstrahlung durch die Wolken nach unten, indem die Wolken langwellige Ausstrahlung von der Erdoberfläche wieder zurückwerfen. Die Folgen einer Erhöhung der Bevölkerung auf die Strahlungsbilanz sind nur schwer abzuschätzen. Ähnliches gilt für die Erhöhung der Schwebstoffkonzentrationen (Aerosole) in der Atmosphäre infolge vielfältiger Atmosphärenverschmutzung in industriellen Ballungsbereichen, aber auch etwa als Folge der Landschaftszerstörung in den Ländern der Dritten Welt (vgl. FLOHN, 1986). Damit unterliegen alle berechenbaren Klimawirkungen der anthropogenen Atmosphärenmodifikation großen Unbekannten.

## **2.6 Meßbare Klimafolgen des Anstiegs des Kohlendioxid-Gehaltes und weiterer Spurengase in der Atmosphäre**

Aus mehreren Gründen ist es sehr schwierig, derzeit gemessene Trends von Temperatur und Niederschlag auf der Erde auf die zunehmende  $\text{CO}_2$ /Spurengas-Belastung der Atmosphäre zurückzuführen. Zum einen laufen im atmosphärischen Geschehen permanent natürliche Prozesse ab (etwa Vulkanausbrüche), die zu relativ großen Schwankungen von Temperatur und Niederschlag auf der Erde führen, zum anderen wird eine Erwärmung der Erde als Folge des Eintrags anthropogener Spurengase und von  $\text{CO}_2$  in die Atmosphäre durch die Ozeane sehr lange verzögert, denn ein großer Teil der Erwärmung der Erdatmosphäre geschieht über das Ozeanwasser. So muß zunächst einmal die Ozeantemperatur ansteigen, bevor weltweit mit Anstiegen der AtmosphärenTemperaturen gerechnet werden kann. Die Ozeane verzögern die Klimawirkung des  $\text{CO}_2$ - und Spurengas-Anstieges in der Atmosphäre unter Umständen um Jahrzehnte.

Natürliche Ursachen relativ kurzfristiger Fluktuationen der Temperaturen und des Niederschlags auf der Erde sind etwa Schwankungen der Solarkonstanten, etwa des Sonnenradius in einem 76-Jahres-Zyklus. Seit 1961 herrscht aufgrund dieses Phänomens

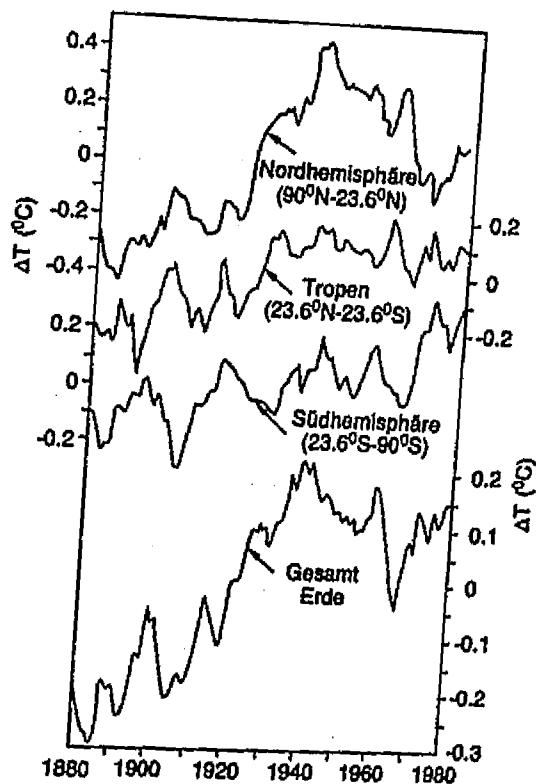
mens ein relativer Abkühlungstrend. Vulkanausbrüche wirken über die Injektion vulkanischer Gase und Feinstäube in die Stratosphäre markant auf den Temperaturhaushalt der Erde ein (vgl. Schönwiese, 1987).

Untersuchungen zu rezenten Temperaturänderungen in großer räumlicher und zeitlicher Auflösung wurden etwa von FRANKENBERG 1984 für das Bundesgebiet durchgeführt. Darin zeigte sich z.B. für den Zeitraum 1959-1978 ein signifikanter Trend der Zunahme der Januar-Temperaturen, aber gleichzeitig ein noch deutlicherer negativer Trend der April-Temperaturen. Ursachen dieser Schwankungen sind im wesentlichen Wetterlagenänderungen. Seit Mitte der 70er Jahre sanken die Januar-Temperaturen in Süddeutschland bis 1987 wieder ab, und war der Negativtrend der April-Temperaturen beendet (vgl. BRENNCKE, FRANKENBERG, GÜNTHER, 1986). Die Änderungen der atmosphärischen Zirkulation kommen als weitere natürliche Ursachen weltweiter Klimaschwankungen hinzu. Alle natürlichen Schwankungen können die Klimawirkung des CO<sub>2</sub>/Spurengas-Anstiegs in der Atmosphäre maskieren.

Betrachten wir jedoch die Sommer- und Frühjahrstemperaturen über die letzten Jahrhunderte, wie es durch die Auswertung ökologischer Zeitreihen von Selten W. LAUERS und P. FRANKENBERGS (1986 und 1987) geschehen ist, so müssen wir feststellen, daß die Zeit ab 1900 bis heute eine Warmphase darstellt, wie sie in der Geschichte seit dem Mittelalter nicht mehr aufgetreten ist. Ob diese Warmphase allerdings eine Folge des Anstiegs des CO<sub>2</sub>/Spurengas-Gehaltes der Atmosphäre ist, muß zunächst einmal dahingestellt sein, denn es zeigen sich in diesen Schwankungen der Temperaturen über Jahrhunderte stets deutlich die Einflüsse der Vulkanismusaktivitäten. Unser Jahrhundert ist bisher von starken andauernden und weltweiten Vulkanismusaktivitäten weitgehend verschont geblieben. Dies hat sicher einen wesentlichen Teil der Erwärmung bewirkt (vgl. Abb. 4).

Jüngste Studien, vor allem von Schönwiese in Frankfurt durchgeführt, belegen eine CO<sub>2</sub>/Spurengas-Wirkung auf den Temperaturhaushalt der Troposphäre. Vor allem aus den Tropen liegen positive Temperaturtrends vor (vgl. FRANKENBERG, 1985). Deutlicher als bei den Temperaturen zeigt sich ein kontinuierlicher Klimawandel der Erde in dem permanenten Anstieg des Pegelstandes unserer Weltmeere um ca. 1,5 mm pro Jahr seit 1880, wie er in Abb. 5 verzeichnet ist. Man kann diesen Meeresspiegelanstieg durchaus auf steigende Temperaturen und damit auf ein Abtauen von Landeis zurückführen. Eine große Rolle spielt dabei das Zurücktauen der Gebirgsgletscher, vielleicht auch des Grönlandeises, während die Eismasse der Antarktis eher zunimmt (vgl. FLOHN, 1986).

Das CO<sub>2</sub>/Spurengas-Experiment der Menschheit läuft also noch nicht lange genug ab, der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre ist auch noch nicht hoch genug, um wirklich eindeutige Klimawirkungen erkennen zu können. Es bedarf daher Modellrechnungen, um abzuschätzen, welche Wirkungen eine Verdoppelung oder Vervierfachung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes in der Atmosphäre auf unser bodennahes Klima haben würde. Realistische Schätzungen gehen davon aus, daß im Jahre 2030 oder 2050 sich der Gehalt an CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre, verglichen mit der vorindustriellen Zeit, verdoppelt haben dürfte. Auf dieses Szenarium stellen sich die meisten Modellrechnungen ein.



**Abbildung 4:**  
Beobachteter Trend der Temperatur in Bodennähe (5jährige gleitende Mittel) in drei Zonen für die gesamte Erde. Rechte Temperaturreihe für die Tropen und das globale Mittel.

Quelle: Flohn, H. (1985), S. 72

## 2.7 Die Ergebnisse von Modellrechnungen der Kohlendioxid/Spurengasklimawirkung (für eine Atmosphäre mit doppeltem Kohlendioxid-Gehalt gegenüber der vorindustriellen Zeit (2030-2050))

Die ersten Berechnungen der Klimawirkungen einer Erhöhung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes in der Atmosphäre gehen bereits auf Arrhenius (1886) zurück. Er schätzte für eine Verdreifachung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre einen weltweiten Temperaturanstieg um 9°C. Weitere Meilensteine in der Berechnung der Temperaturänderungen als Folge des Anstiegs des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre gehen auf Calander und Möller zurück.

An Modellansätzen sind fünf Typen zu unterscheiden: Nulldimensionale Modelle, Energiebilanzmodelle, Zonale Klimamodelle, Stochastische Klimamodelle und Zirkulationsmodelle. Die Vielfalt der Modelle bedingt bereits methodisch eine große Heterogenität der Ergebnisse der Klimawirkung einer Verdoppelung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre. Reine Strahlungsmodelle berechnen die Klimawirkung des CO<sub>2</sub>. Im Strahlungshaushalt der Atmosphäre nulldimensional an einem Erdpunkt. Strahlungskonvektionsmodelle beachten nicht nur die Änderung in der Strahlungsbilanz, sondern auch die Änderungen der Konvektion von Luftpartikeln bei der Berechnung der Klimawirkung des CO<sub>2</sub>-Anstieges in der Atmosphäre. In Tab. 1 sind die Ergebnisse derartiger Modellrechnungen für die Annahme einer Verdoppelung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre wiedergegeben.

## Änderung des Meeressniveaus

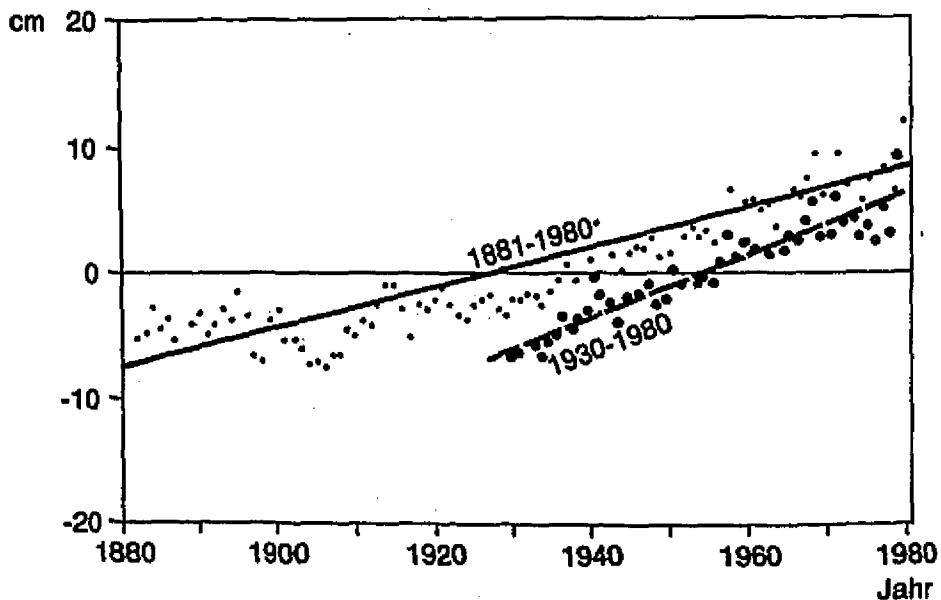


Abbildung 5: Lineare Regression der Änderung des quasi globalen Meeresspiegels.  
Die Werte für 1881 bis 1980 (Punkte) sind weniger repräsentativ  
wie diejenigen für 1930 bis 1980 (Kreise).

Quelle: Barnett, T.P. (1985)

Es zeigen sich Annahmen von Temperaturänderungen gegenüber heute zwischen minimal + 0,5°C (Sommerwill und Rehmer, 1984) und maximal 4,2°C (Wang und Stone, 1980). Alle Ergebnisse weisen in die gleiche Richtung, nämlich eine Erwärmung der unteren Erdatmosphäre; die Beträge, welche prognostiziert werden, sind jedoch sehr unterschiedlich. Alle Modelle zeigen auch einheitlich, daß einer Erwärmung der unteren Atmosphärenschichten bis in eine Höhe von ca. 12 km, d.h. etwa bis zur Obergrenze der Troposphäre, eine Abkühlung der Stratosphäre gegenübersteht (vgl. Abb. 6).

Die Reduzierung der langwelligen Ausstrahlung von der Erde in die Atmosphäre infolge einer verstärkten Absorption langwelliger Strahlung in der Troposphäre bedingt ein Energiedefizit in der Stratosphäre und damit deutliche Abkühlungserscheinungen oberhalb von etwa 25 km. In Tab. 1 sind die unterschiedlichen stratosphärischen Abkühlungsbeträge unter Annahme einer Verdoppelung und einer Vervierfachung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre wiedergegeben. Diese stratosphärische Abkühlung spielt vermutlich eine wichtige Rolle bei der Ausdünnung des Ozongehaltes der Stratosphäre.

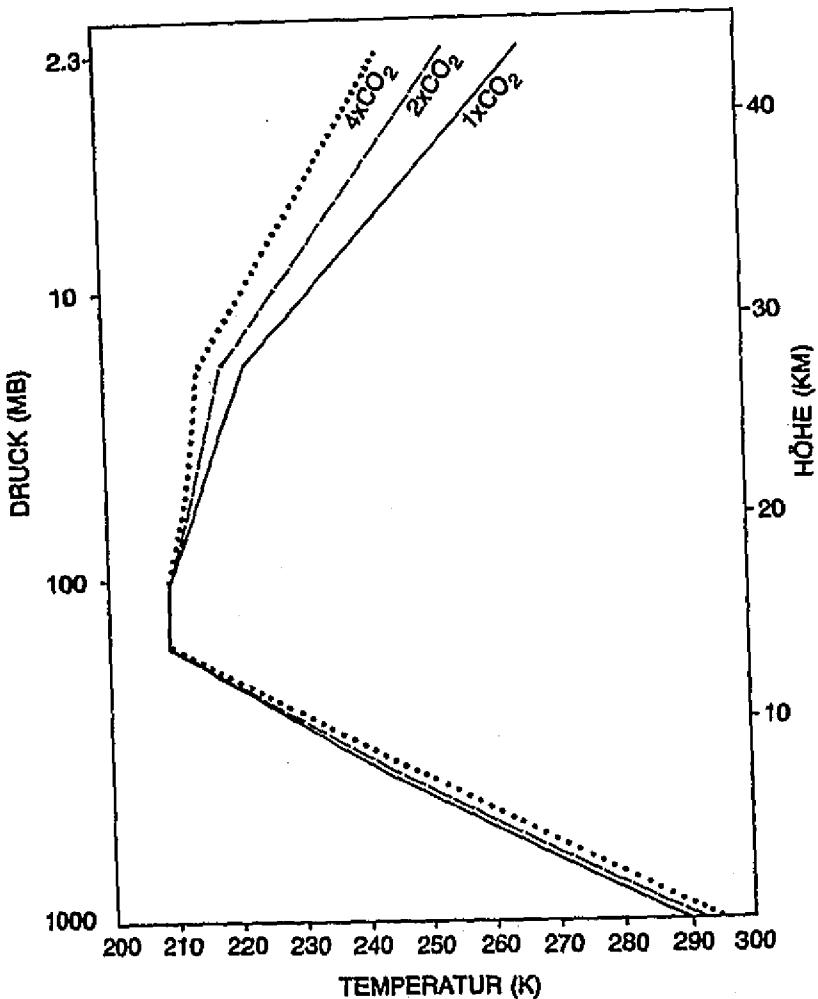
Die derzeit besten Prognosen der Klimawirkung einer Verdoppelung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes in der Atmosphäre sind über Zirkulationsmodelle (GCM) zu erzielen. Sie be-

	Study	$\Delta T_s$ (K)
1967	Manabe and Wetherald	1.33 - 2.92
1971	Manabe	1.90
1977	Augustsson and Ramanathan	1.98 - 3.20
1978	Rowntree and Walker	0.78 - 2.76
1979	Hunt and Wells	1.82 - 2.20
1980	Wang and Stone	2.00 - 4.20
1981	Charlock	1.58 - 2.25
1981	Hansen et al.	1.22 - 3.50
1981 a	Hummel and Kuhn	0.79 - 1.94
1981 b	Hummel and Kuhn	0.80 - 1.20
1981	Hummel and Reck	1.71 - 2.05
1981	Hunt	0.69 - 1.82
1981	Wang et al.	1.47 - 2.80
1982	Hummel	1.29 - 1.83
1982	Lindzen et al.	1.46 - 1.93
1984	Lal and Ramanathan	1.80 - 2.40
1984	Sommerville and Remer	0.48 - 1.74

**Tabelle 1:** Hypothetische Veränderung der Oberflächentemperaturen unter Annahme einer Verdoppelung der CO<sub>2</sub>-Konzentration nach Strahlungskonvektivmodellen verschiedener Autoren

Quelle: Schlesinger, M.E. (1986), S. 39

ziehen als mehrdimensionale Modelle die Änderung der Atmosphärenströmung in die Analyse der Klimawirkung des steigenden CO<sub>2</sub>-Gehaltes ein und können damit auch die regional unterschiedlichen Erwärmungsraten oder Änderungsraten von Feuchte und Bewölkung abschätzen. Allerdings "laufen" derzeit sehr unterschiedliche Zirkulationsmodelle in den Laboratorien. Keines kann über lange Zeit die Realität der atmosphärischen Zirkulation und aller Randbedingungen unseres Klimas, wie des Reliefs, der Vegetation und der Ozeane voll erfassen. Vor allem die Modellierung der Ozeane und der Bevölkerung ist nach wie vor schwierig. So stellen die gekoppelten Atmosphären/Ozean-Zirkulationsmodelle (OGCM) die derzeitige Krönung der Prognosemöglichkeiten dar. Einfache atmosphärische Zirkulationsmodelle sind im eigentlichen Sinne noch nicht einmal dreidimensional. Die heutigen vieldimensionalen Modelle berücksichtigen als Sphären die Ozeane, die Eismassen und die Landmassen der Erde sowie die übergestülpte Atmosphäre. Allerdings kann die Ozean-Zirkulation nur bis in relativ geringe Tiefen simuliert werden. Hauptvorteil der Zirkulationsmodelle ist, daß sie die Rückkopplungen (feed-backs) berücksichtigen können, vor allem die Änderung der Schneedecke und auch die Änderung der Meeresoberflächentemperaturen jeweils in Verbindung mit der Änderung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes und der darin eingebundenen direkten Änderung des Temperaturhaushaltes der unteren Atmosphäre. Eines der ältesten Zirkulationsmodelle, aber gleichzeitig eines der bekanntesten, ist das von Manabe und

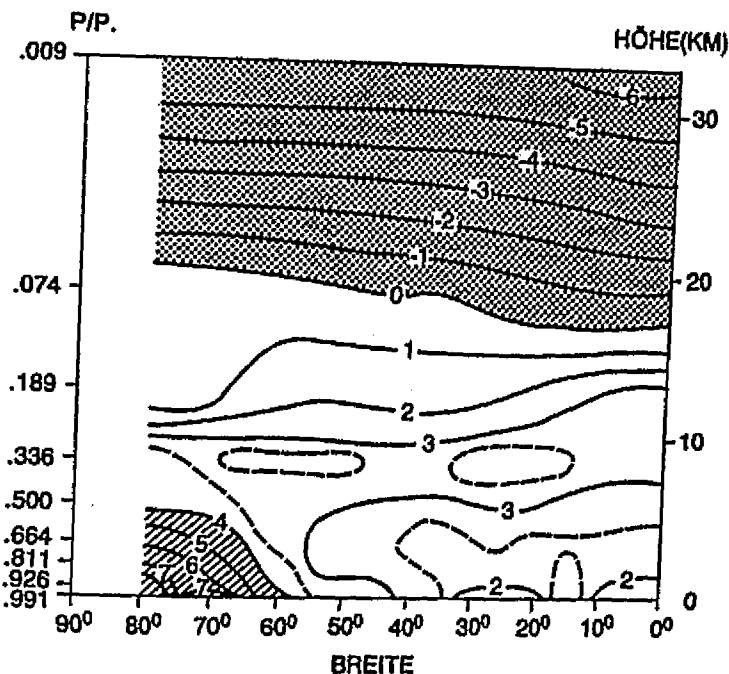


**Abbildung 6:** Vertikaler Temperaturgradient, berechnet nach eindimensionalen Strahlungs-Konvektivmodellen unter Annahme verschiedener CO<sub>2</sub>-Konzentrationen

Quelle: Smagorinsky, J. (1981), S. 671

Wetherald, welches im Jahre 1975 vorgestellt wurde. Die Abb. 7 zeigt die entsprechende Klimawirkung einer Verdoppelung des CO<sub>2</sub>-Gehalts der Atmosphäre, differenziert nach Höhe und Breitengraden.

Dieses Modell bezieht den Ozean jedoch nur relativ einfach in seine Berechnungen ein. Er ist als Quelle der Verdunstung, aber weder als Wärmespeicher, noch als Wärmetransporteur integriert. Es werden die Temperaturen zweier Standards der CO<sub>2</sub>-Konzentration der Atmosphäre, nämlich von 300 ppm mit 600 ppm verglichen. Unterhalb einer Grenzschicht in ca. 18 - 20 km Höhe (Stratosphäre) erweist sich eine troposphärische Erwärmung, darüber eine stratosphärische Abkühlung. Differenziert

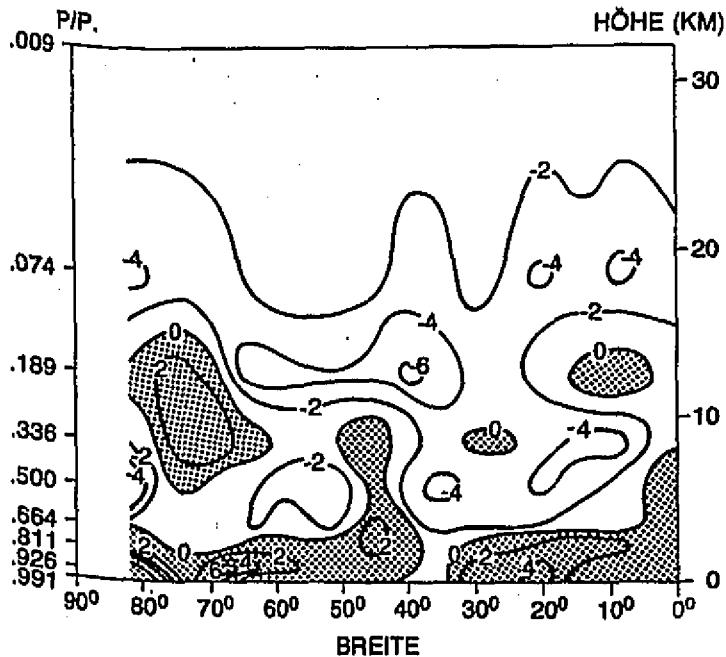


**Abbildung 7:** Temperaturveränderungen ( $^{\circ}\text{K}$ ) bei Verdoppelung des atmosphärischen  $\text{CO}_2$ -Gehaltes; Meridian-Höhenschnitt.  
Die Punktierung zeigt eine Temperaturabnahme.

Quelle: Smagorinsky, J. (1981), S. 675

man die bodennahe Erwärmung der Atmosphäre nach Breitengraden, so zeigen die niederen Breiten allenfalls mittlere jährliche Temperaturerhöhungen von 2 - 3°C. Markante Temperaturerhöhungen treten erst nördlich von 60°C nördlicher Breite auf. Dort können sich nach dem Modell von Manabe/Wetherald die Temperaturen um bis zu 10°C im Jahresmittel erhöhen. Dies liegt an der Rückkopplung der Klimawirkung des verdoppelten  $\text{CO}_2$ -Gehaltes der Atmosphäre mit einer starken Reduktion des arktischen Meereises, welche eine erhebliche Verminderung der kurzweligen Albedo, also der Rückstrahlung der Erde im kurzweligen Bereich, bedeutet und damit einen erheblich höheren Energieeintrag in die bodennahen polaren Schichten bedingt. Manabe und Wetherald haben zudem die Änderung der relativen Feuchte als Folge der  $\text{CO}_2$ -Zunahme in der Atmosphäre berechnet. Es zeigt sich (vgl. Abb. 8) zunächst einmal wiederum eine horizontale Differenzierung mit einer Zunahme der Luftfeuchte in den unteren Troposphärenschichten und einer Reduktion der Feuchte in nahezu allen höher gelegenen Atmosphärenschichten.

Feuchtigkeitszunahme In höheren Schichten findet sich inselhaft nur über dem Nordpolargebiet und in einigen tropischen Bereichen. Damit hängen naturgemäß auch Änderungen in der Bewölkung zusammen. Die Klimawirkung über Bewölkungsänderung wird jedoch als gering angesehen, da sich die Feuchtigkeitsabnahme in den höheren Schichten und die Feuchtigkeitszunahme in den nie-

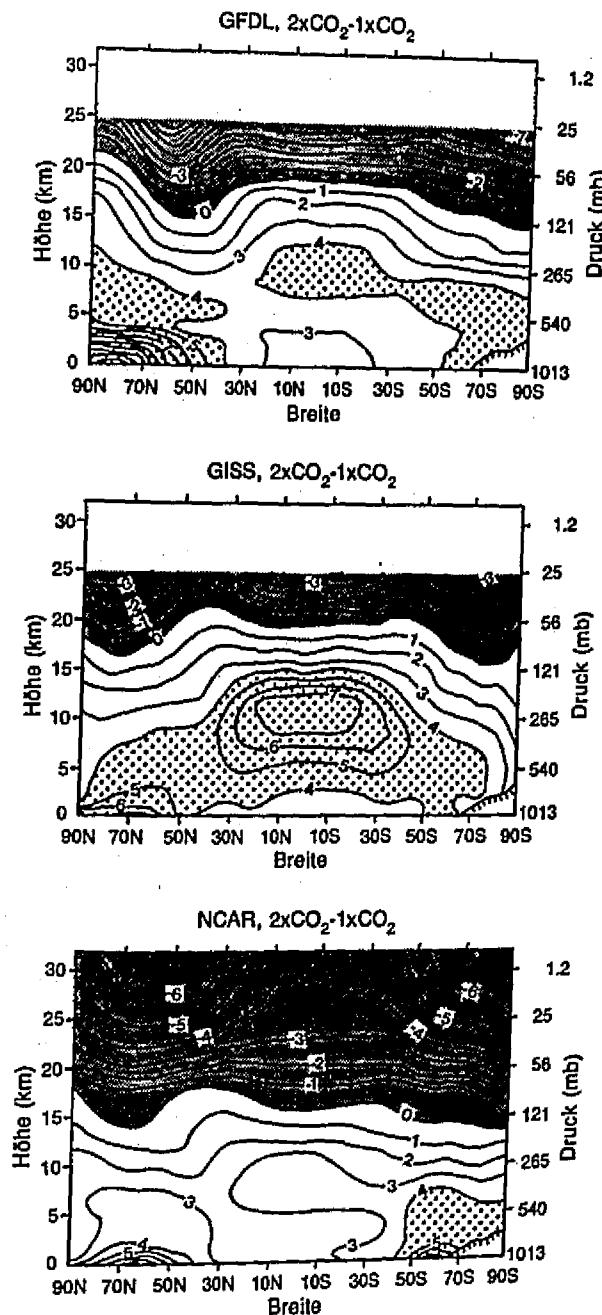


**Abbildung 8:** Veränderung der relativen Feuchte bei Verdoppelung des atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Gehaltes; Meridian-Höhenschnitt.  
Die Punktierung zeigt eine Zunahme der relativen Feuchte.

Quelle: Smagorinsky, J. (1981), S. 677

deren Schichten gegenseitig in der Wolkenbildung neutralisieren. Es bleibt jedoch zu bedenken, daß die Bewölkung auf der Erde eine relativ große Rolle für die abzuschätzende Klimawirkung einer Verdoppelung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre spielen kann. Alleine eine fünfprozentige Änderung der Bewölkung und eine Änderung der Höhenstockwerke der Bewölkung um 500 m würde eine Temperaturänderung auf der Erdoberfläche von 3 - 5°C auslösen können. Eine einprozentige Änderung der Bewölkung könnte etwa ein Viertel des Anstiegs des CO<sub>2</sub>-Gehaltes in der Atmosphäre maskieren. Somit bleibt die Bewölkung eine große Unbekannte im Spiel der Klimawirkungsszenarien des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre.

In Abb. 9 sind die Ergebnisse verschiedener jüngster Modellrechnungen der Folgen einer Verdoppelung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre auf die Temperaturen vergleichend untereinandergestellt. Sie betreffen allerdings lediglich die Monate Dezember, Januar und Februar. Es handelt sich um folgende Modelle: das GFDL-Modell von Wetherald und Manabe aus dem Jahre 1986, erstellt im Labor für Geophysical Fluid Dynamics, das GISS-Modell von Hansen u.a. aus dem Jahre 1984, erstellt im Goddard Institute for Space Studies und das NCAR-Modell von Washington und Meehl aus dem Jahre 1984, erstellt am National Center for Atmospheric Research. Alle Modelle zeigen eine ähnliche Tendenz, nämlich Temperaturabnahmen im Stratosphärenbereich und Temperaturerhöhungen in der Troposphäre. Es ist zu be-



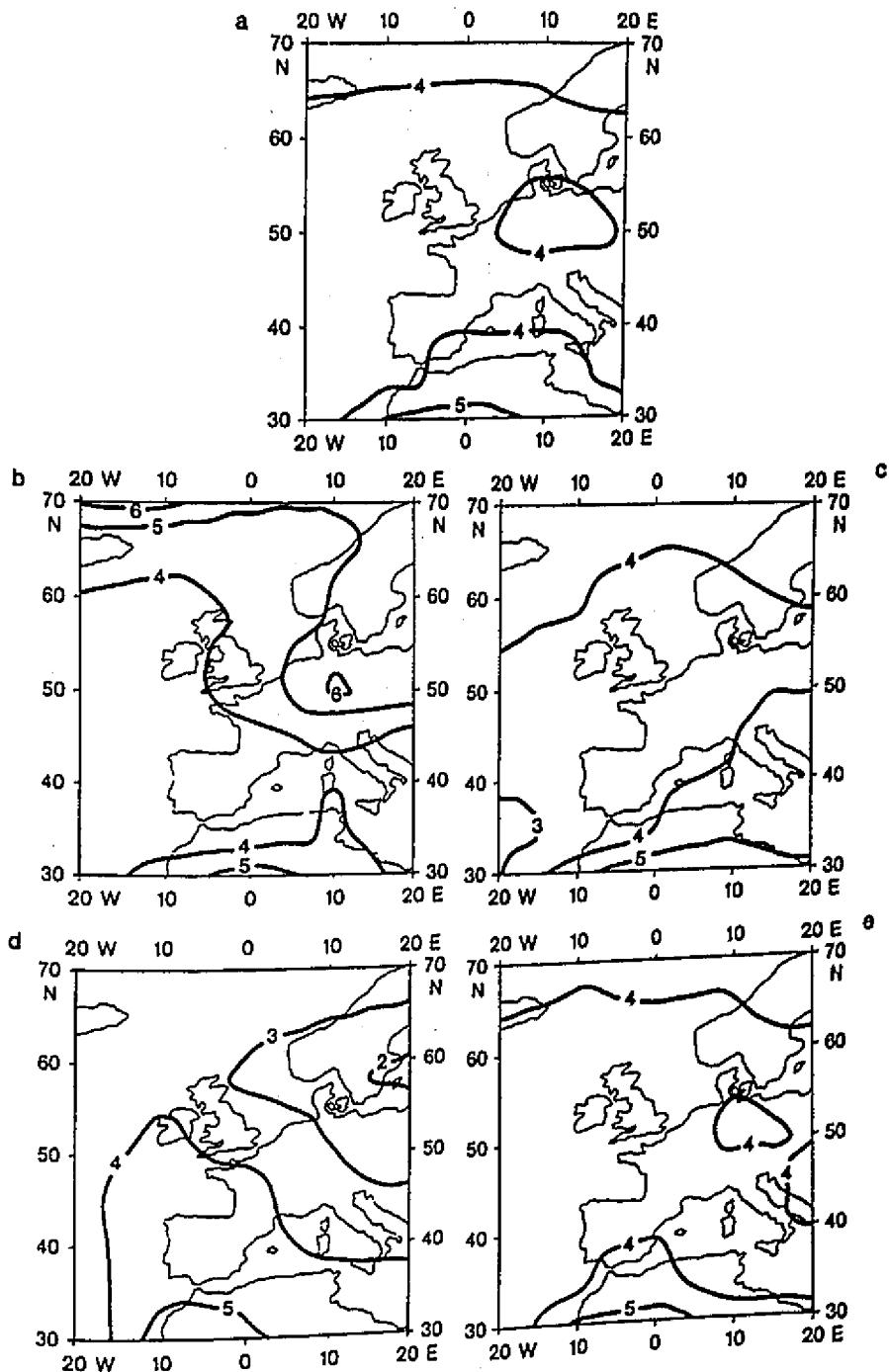
**Abbildung 9:** Simulation der Dezember-Januar-Februar (DJF)-Mitteltemperaturen unter Annahme eines doppelten CO<sub>2</sub>-Gehaltes nach verschiedenen Modellen

Quelle: Schlesinger, M.E. (1986), S. 40

achten, daß die Breitenkreiserstreckung dieser Modelle vom Äquator sowohl nach Norden als auch nach Süden reicht. Die Temperaturänderungen über dem Südpol sind einheitlich weit schwächer ausgebildet als über dem Nordpol. Alle Modelle zei-

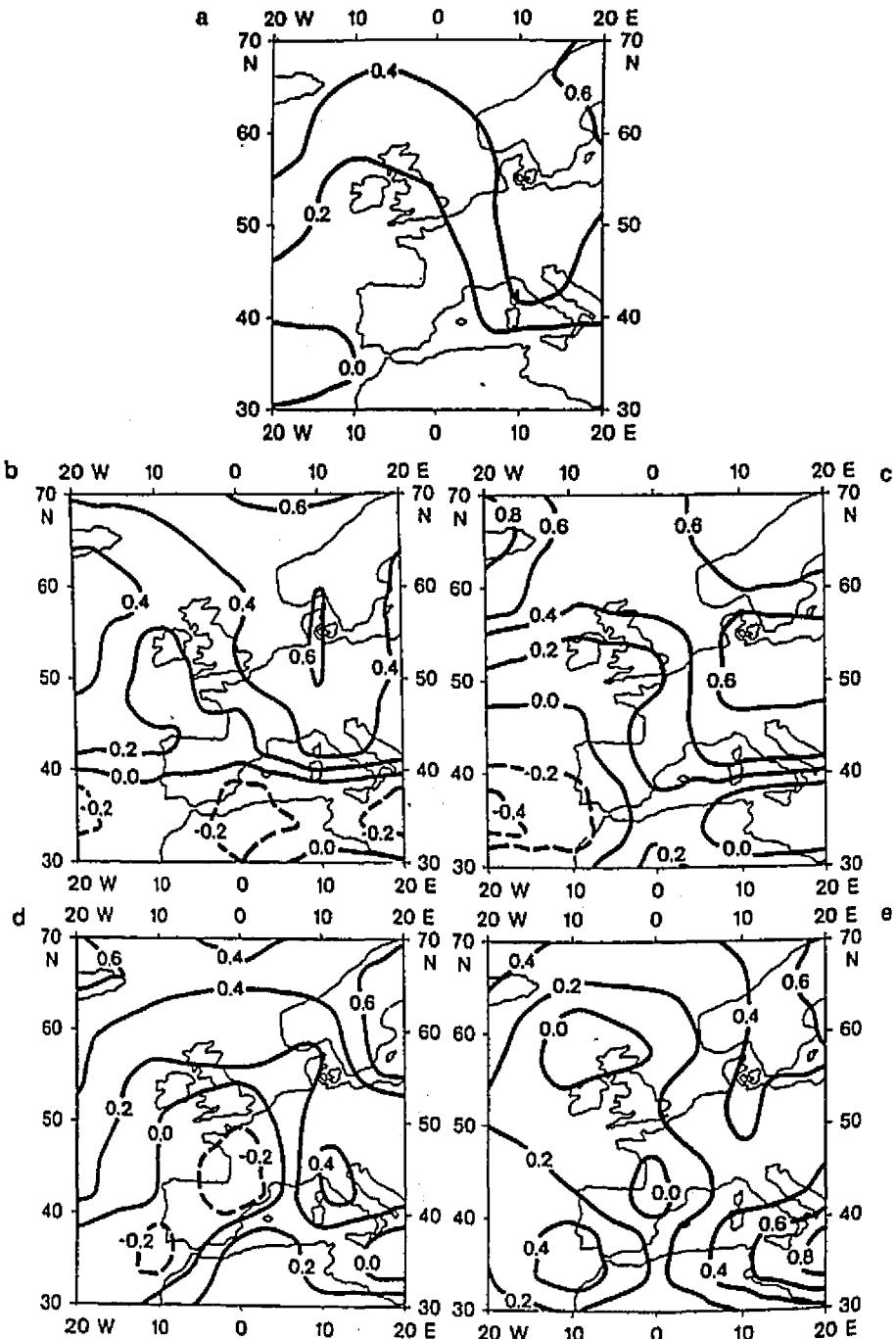
gen auch eine Übereinstimmung in den größten Temperaturerhöhungen über den Nordpolargebieten. Von Modell zu Modell zeigen sich dennoch gravierende Unterschiede der Temperaturreaktion auf eine mögliche Verdoppelung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre. Das GFDL-Modell weist eine Temperaturerhöhung im bodennahen Bereich der Arktis von über 14°C aus, während das GISS-Modell und das NCAR-Modell einheitlich Temperaturerhöhungen von "nur" 7°C zeigen. Übereinstimmend erscheint im Bereich der Tropen die größte Temperaturzunahme nicht im bodennahen Bereich, sondern in einer Höhe um 10 km. Hier zeigt das NCAR-Modell die größten Temperaturerhöhungen von mehr als +7°C in der höheren Troposphäre über dem Äquator. Dies könnte zusammen mit einer bodennahen Erwärmung des Nordpolargebietes das Hauptschwunggrad der Zirkulation der Atmosphäre, den Energiekontrast Äquator/Pol stark verändern!

BACH, Jung und Knottenberg (1985) untersuchten für Westeuropa nach verschiedenen atmosphärischen Zirkulationsmodellen in größerer räumlicher Auflösung die Wirkung einer Verdoppelung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre auf das Klima. Die Abb. 10a und 10b zeigen die Raummuster der Temperaturänderungen nach dem GISS-Experiment, getrennt für das Jahresmittel, den Winter, Frühjahr, Sommer und Herbst. In Abb. 10b sind in gleicher jahreszeitlicher Auflösung die Folgen der Verdoppelung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes für die Niederschlagsaufkommen dargestellt. Für den Bereich von Nordafrika bis Skandinavien ergeben sich Mitteltemperaturerhöhungen von 3 - 5°C. Im Jahresmittel zeigt der saharische Raum mit über 5°C die höchste Temperaturzunahme. Dies gilt auch in den einzelnen Jahreszeiten unter Ausnahme des Winters, der die höchsten Temperaturerhöhungen im Bereich Skandinaviens und des Nordpolarmeeres ausweist. Damit wird deutlich, und dies gilt für alle Modellexperimente, daß die Temperaturerhöhung am stärksten im Nordpolarbereich im Winter ausgeprägt ist. Es wird allerdings auch im Bereich Mitteleuropas sowie des östlichen Westeuropa eine Erhöhung der Wintertemperaturen um 5 - 6°C zu verzeichnen sein. Die Sommertemperaturen dürften nach dem GISS-Experiment in den europäischen Mittelbreiten um 3 - 4°C aufgrund einer Verdoppelung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes in der Atmosphäre ansteigen. Dieses würde vom Temperaturregime her bedeuten, daß unser Klima subtropische Züge annähme. Es wäre in Westeuropa allerdings kein Winterregen-Klima zu erwarten. Im Jahresmittel würde lediglich im Südwesten des Untersuchungsgebietes der Niederschlag unter dem heutigen Niveau liegen, während ansonsten ein Niederschlagsanstieg um 0,1 - 0,6 mm pro Tag gegenüber heute bei einer Verdoppelung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes in der Atmosphäre zu erwarten wäre. Betrachtet man die Niederschlagsänderungen in den einzelnen Jahreszeiten, so zeigen sich vor allem im Winter negative Niederschlagsabweichungen im südlichen Mittelmeerraum sowie in Nordafrika. Dies könnte ökologisch von großer Bedeutung sein, da dort Vegetation und Landnutzung an Winterregen angepaßt sind. Dafür würden sich allerdings in weiten Teilen des Mittelmeerraumes die Herbstniederschläge, wenn auch nur relativ geringfügig, erhöhen. Im westeuropäischen Bereich wäre mit einer Abnahme der Sommerregen zu rechnen. Insgesamt ergäbe sich kaum eine ökologische Benachteiligung irgendwelches Teiles des westlichen Europas aufgrund von Niederschlagsänderungen infolge der Änderungen des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre nach dem GISS-Modell. Andere Zirkulationsmodelle, so das BMO-Modell, weisen jedoch bereits bei einer Verdoppelung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre erhebliche Niederschlagsänderungen aus.



**Abbildung 10a:** Regionale Temperaturveränderungen (K) unter Annahme einer doppelten  $\text{CO}_2$ -Konzentration nach Berechnungen des GISS-Modell  
 a: Jahresmittel b: Winter c: Frühling d: Sommer e: Herbst

Quelle: BACH et al. (1985), S. 89



**Abbildung 10b:** Regionale Niederschlagsverteilung (mm/Tag) unter Annahme einer Verdopplung der  $\text{CO}_2$ -Konzentration nach Berechnungen des GISS-Modells  
**a:** Jahresmittel **b:** Winter **c:** Frühling **d:** Sommer **e:** Herbst

Quelle: BACH et al. (1985), S. 90

Das BMO-Experiment geht von einer Erhöhung der Meeresoberflächen-Temperaturen um 2°C bei einer Verdoppelung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre aus. In diesem Falle wäre bereits im Jahresmittel mit einer erheblichen Reduktion der Niederschläge südlich von 50°C Breite zu rechnen. Die Niederschläge würden dort vor allem im Winterzeitraum um etwa 1 mm pro Tag zurückgehen. Dies würde bedeuten, daß die an sich schon relativ ariden Gebiete vor allem Nordafrikas und von Teilen Spaniens sowie Italiens noch arider würden, als sie es heute sind. Dies hätte erhebliche negative Auswirkungen auf die dortige Landwirtschaft.

Eine der zentralen Fragen im Zusammenhang mit dem Temperaturanstieg im polaren Bereich ist das Verhalten der Eisschilde. Es ist anzunehmen, daß die Festlandseisschilde in Grönland sowie in der Antarktis zunächst einmal nur sehr schwach auf die Temperaturerhöhungen reagieren werden. Problematischer ist das Verhalten des arktischen Meereseises. Zumindest teilweise wird das polare Packeis bei einer Verdoppelung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes in der Atmosphäre abtauen. Bei einer Temperaturerhöhung um 5°C, dies wäre eine konservative Schätzung für die arktischen Gebiete, würde das Packeis in den Monaten August bis September vollständig verschwinden. Möglicherweise würde allerdings das arktische Meereseis, wenn es einmal vollständig abgetaut worden ist, sich auch im Winter nicht mehr regenerieren können, vor allem deshalb nicht, weil im eisfreien Sommer zuviel Wärme im Meer gespeichert und infolge der Abwesenheit der Eisschicht eine Mischung des kalten Oberflächenwassers mit dem wärmeren Tiefenwasser erleichtert würde. Ein eisfreies Gebiet der Arktis bei einer Vereisung der Antarktis würde wesentlich gravierendere Klimaänderungen mit sich bringen, als sie bei den bisherigen Experimenten errechnet worden sind. Nicht nur ein drastischer Anstieg des Meeresspiegels wäre zu erwarten, sondern vor allem eine ruckartige Verlagerung der Klimazonen nach Norden. Die Klimagürtel der Erde sind mit ihren Windsystemen gleichsam zwischen den beiden Eskappen fixiert. Eine sogenannte unipolare Vereisung, d.h. eine Vereisung lediglich der Antarktis, würde zu Zuständen des Klimas zurückführen, wie sie im Tertiär geherrscht haben.

Bei allen Modellen ist lediglich die Klimawirkung einer Verdoppelung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre berücksichtigt worden. Unter Einbeziehung der übrigen klimawirksamen Spurengase könnte die Wirkung erheblich markanter ausfallen, bis zu einem Faktor 2!

Trotz aller hochdiversifizierter Modelle bleiben die Klimaprognosen hypothetisch. Nur eindeutige Klimawirkungen könnten die Gesellschaften zu aktiven Schritten gegen weitere starke Einträge von CO<sub>2</sub> und anderen Spurengasen in die Atmosphäre bewegen, vornehmlich die Ozeane verhindern derzeit die Wahrnehmung des CO<sub>2</sub>-Signals.

## 2.8 Die Verzögerung eines eindeutigen Kohlendioxid/Spurengas-Signals durch die Ozeane

Die Ozeane reagieren relativ träge auf Temperaturveränderungen in der Atmosphäre. Nach Ozean/Atmosphärenmodellen beträgt die Zeitverzögerung in den oberflächennahen Bereichen der Ozeane mindestens 16 Jahre (s.u.).

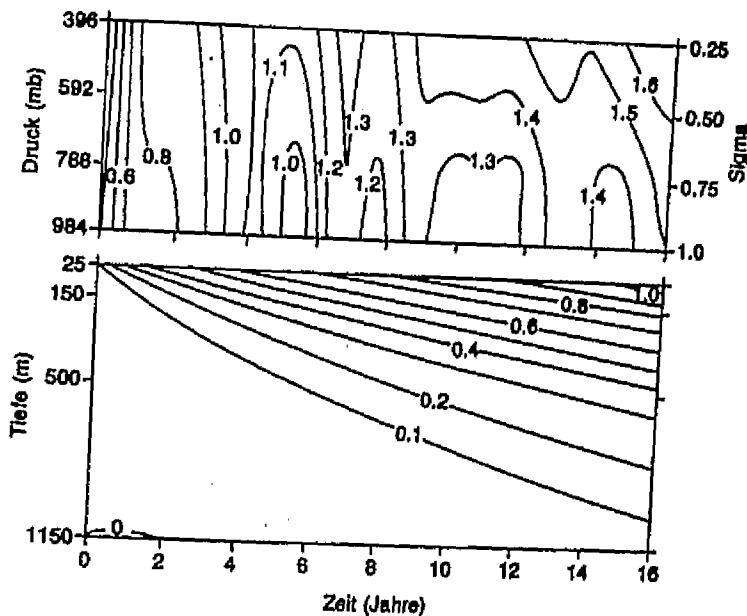
Derartige Zirkulationsmodelle werden als OGCM's bezeichnet, weil sie den Ozean mit seiner Zirkulation bis in ca. 1000 m Meerestiefe in die Modellanalyse integrieren. Einbezogen sind auch etwa Bedingungen, wie die Salinität des Ozeans und die Dicke des Packeises auf den Ozeanflächen. Es zeigt sich in einem Modellexperiment von SCHLESINGER (1986), daß eine Erwärmung der oberen Schichten des Ozeans erst nach drei Jahren post  $2 \times \text{CO}_2$  zu erwarten ist, und daß erst nach einem Ablauf von 16 Jahren die Oberflächentemperatur des Ozeans sich um  $1^\circ\text{C}$  erhöht hat. Erst nach weiteren vier Jahren hat die Atmosphäre mit einer Temperaturerhöhung um  $1^\circ\text{C}$  auf die Verdoppelung des  $\text{CO}_2$ -Gehaltes in der Atmosphäre reagiert. Der Schwellenwert von  $1,5^\circ\text{C}$  Temperaturerhöhung im Bereich der bodennahen Atmosphäre wird erst nach einem Ablauf von mehr als 16 Jahren deutlich. Diese "time lags" liegen darin begründet, daß die bodennahen Temperaturen auf dem Land sehr eng mit den Oberflächentemperaturen der Meere zusammenhängen. Das OGCM-Modell zeigt den Zustand der Temperaturen in Atmosphäre und Ozean 16 Jahre nach einer abrupten Verdoppelung des  $\text{CO}_2$ -Gehaltes in der Atmosphäre. Es verdeutlicht so auch den "time lag" bis sich ein neues Gleichgewicht zwischen Atmosphäre und Ozeanen herstellt. In Abb. 11 ist das regional differenzierte Ergebnis der Temperaturänderungen in der Atmosphäre und im Ozean nach dem vorgenannten gekoppelten atmosphärischen Zirkulationsmodell der Oregon State University dargestellt. Maximale Erwärmungen des Ozeans an der Oberfläche bzw. in den oberflächennahen Bereichen sind im Bereich von  $30^\circ\text{C}$  Nord und  $30^\circ\text{C}$  Süd zu konstatieren. Auch erweist sich eine Koppelung der regionalen Muster der Änderung der Temperaturen auf den Landoberflächen mit der Änderung der Meerestemperaturen.

Es ist somit nicht zu erwarten, daß schon in naher Zukunft drastische Änderungen der Temperaturen und des Niederschlags auf der Erde eintreten werden. Dies liegt an der trügen Reaktion der Ozeane auf initiale Temperaturänderungen in der Atmosphäre. Die zukünftigen Temperaturänderungen in der Atmosphäre hängen wesentlich von dem zukünftigen Energie-Scenario ab. Es sollen daher einige Energie-Szenarien von NIEHAUS dargestellt sein, die die unterschiedliche Wirkung verschiedener Zukunftsstrategien auf den  $\text{CO}_2$ -Haushalt der Atmosphäre und damit auf zu erwartende Temperaturänderungen wiedergeben.

## 2.9 Zukunfts-Energie-Szenarien

Als erstes Szenarium sei das "Base-case" Energie-Scenario dargestellt (Abb. 12a + 12b).

Der maximale Energieverbrauch von 65 Tera-Watt wird auf den Zeitraum zwischen 2060 und 2080 gelegt. Es wird davon ausgegangen, daß die Nuklearenergie den größten Teil der Energieproduktion leistet. Der Verbrauch fossiler Energieträger, deren Verbrennung für die Steigerung des Sputengas-Gehaltes in der Atmosphäre verantwortlich ist, soll nach diesem Szenarium unmittelbar post 2000 seinen Höhepunkt überschritten haben und danach drastisch zurückgehen. Voraussetzung für dieses Szenarium ist allerdings die Anwendung fortgeschrittener Nukleartechnologie, wie des Schnellen Brüters und der Hochtemperatur-Reaktoren. Das Szenarium erweist als Klimawirkung eine Reduktion der  $\text{CO}_2$ -Emission in die Atmosphäre mit

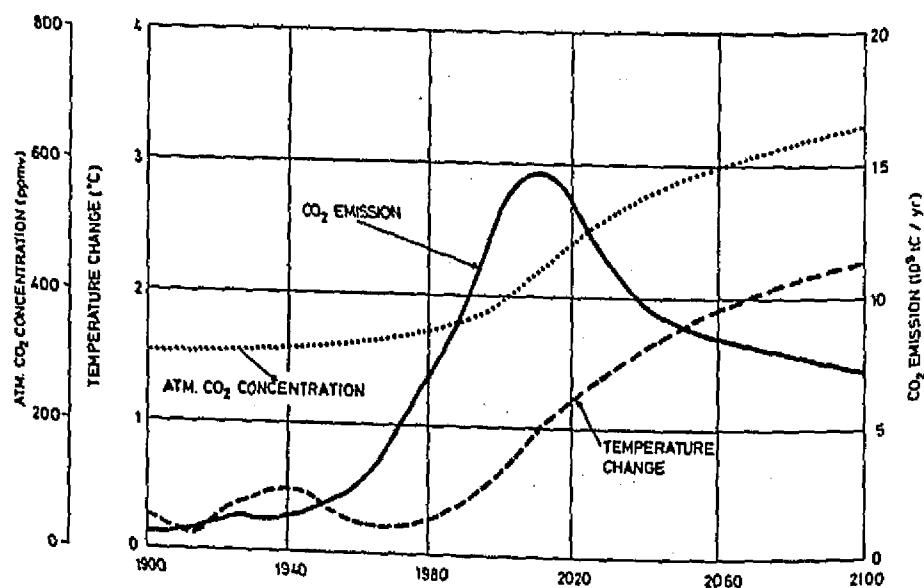
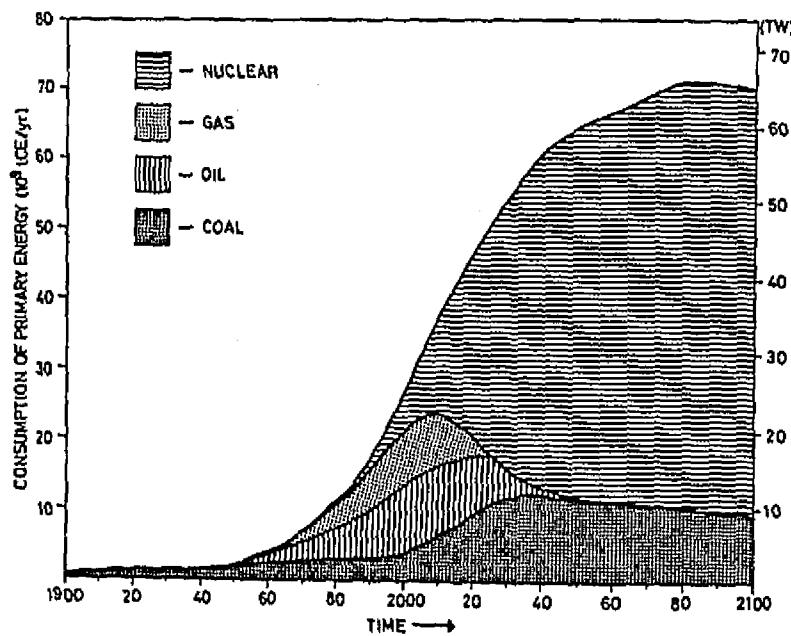


**Abbildung 11:** Breitengradabhängige Verteilung der Temperaturdifferenzen zwischen dem Zustand eines doppelten  $\text{CO}_2$ -Gehaltes und dem aktuellen  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Atmosphäre (oben) und der Ozeane (unten)  
Dargestellt ist der Zustand im 16. Jahr nach Verdopplung des  $\text{CO}_2$ -Gehaltes

Quelle: Schlesinger, M.E., 1986, S. 47

Zeitverzögerung nach dem Höhepunkt der Verbrennung fossiler Energieträger und infolge davon nach dem Jahre 2020 eine nur relativ gemäßigte Zunahme des  $\text{CO}_2$ -Gehaltes in der Atmosphäre. Danach wird um 2020 rein aufgrund der Änderungen des  $\text{CO}_2$ -Gehaltes der Atmosphäre mit einer Temperaturerhöhung um etwas mehr als  $1^\circ\text{C}$  gerechnet werden müssen, um 2100 mit einer Temperaturerhöhung um  $2^\circ\text{C}$ . Unter Einbeziehung aller Spurengase könnte sich die Klimawirkung aller hier besprochenen Szenarien hinsichtlich der Temperaturen verdoppeln.

Das zweite Energie-Szenario (vgl. Abb. 13a + b) geht davon aus, daß die Nuklearenergie in Zukunft politisch nicht mehr vertretbar ist. Es ist dies das sogenannte 50 Tera-Watt "fossil fuel" Energie-Scenario. Nach dem Jahre 2020 soll nahezu ausschließlich Kohle für die Deckung des Energiebedarfs verbraucht werden. Dabei würde der  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Atmosphäre gegen Ende des nächsten Jahrhunderts auf ca. 1500 ppm ansteigen. Die Temperaturerhöhung würde um das Jahr 2030 - 2040 bei  $2.5^\circ\text{C}$  liegen, um das Jahr 2100 bei über  $5^\circ\text{C}$ . Auch bei einem Verbrauch von 30 TW würde der  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Atmosphäre um den vierfachen Betrag höher sein als heute und die Temperatur weltweit um  $4^\circ\text{C}$  ansteigen. Der gesteigerte Verbrauch fossiler Energie würde also auch bei erheblicher Reduktion der Stelgerung des Energieverbrauchs zu drastischen Klimaänderungen führen.



**Abbildung 12a:** Szenario zum Primärenergieverbrauch bis zum Jahr 2100

**Abbildung 12b:** Veränderung des CO<sub>2</sub>-Haushaltes bis zum Jahr 2100 unter Zugrundelegung des o.g. Szenarios

Quelle: Niehaus, F. (1981), S. 653

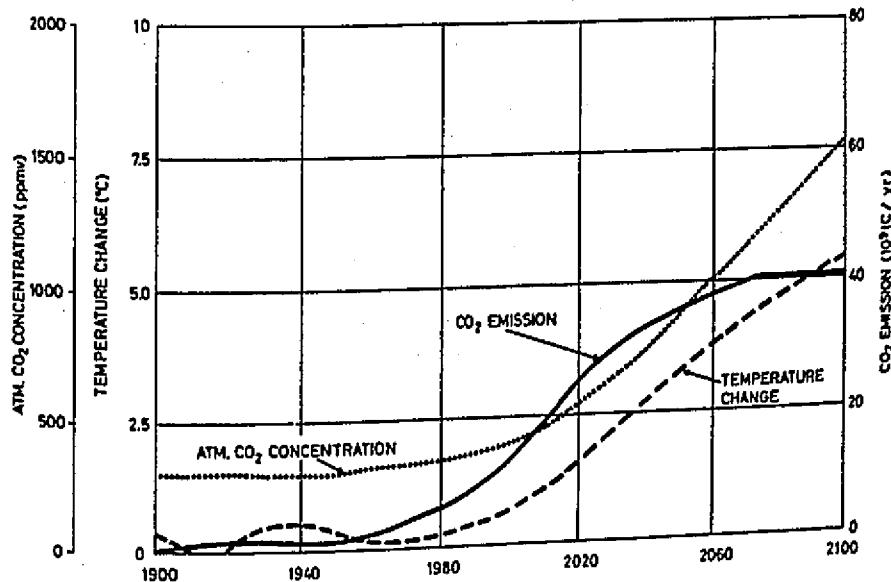
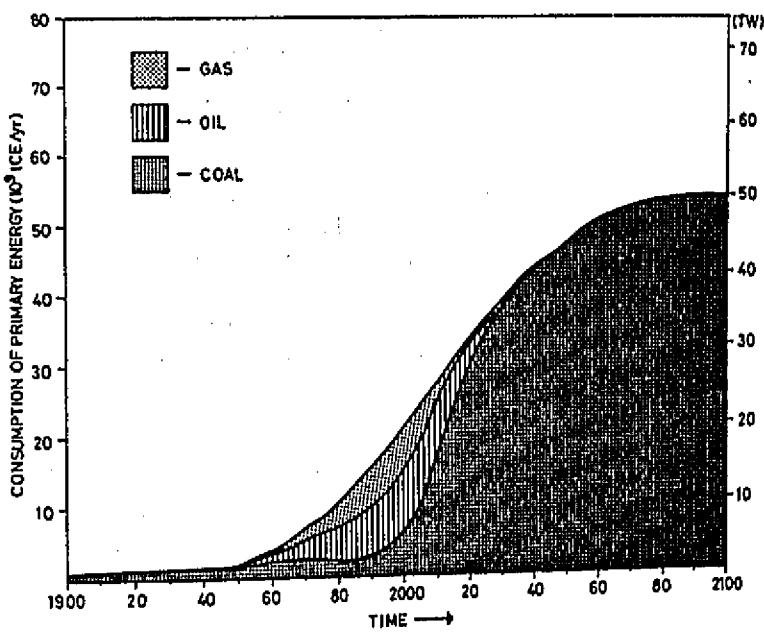


Abbildung 13a: "50-TW"-Szenario zum fossilen Energieverbrauch

Abbildung 13b: Veränderung des CO<sub>2</sub>-Haushaltes bis zum Jahr 2100 unter Zugrundelegung des o.g. Szenarios

Quelle: Niehaus, F. (1981), S. 654

Die sogenannte 50 TW CO<sub>2</sub>-Strategie geht davon aus, daß um das Jahr 2000 ein CO<sub>2</sub>-Signal deutlich wird und drastische Maßnahmen ergriffen werden, den Verbrauch fossiler Energieträger einzuschränken und diese fossilen Energieträger durch Sonnenenergie und Nuklearenergie zu ersetzen (Abb. 14a).

Um die Mitte des nächsten Jahrhunderts würde dennoch ein CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre von 430 ppm erreicht. Es wird aber in Abb. 14b deutlich, daß die CO<sub>2</sub>-Emission nach dem Jahre 1985 drastisch zurückginge, und die CO<sub>2</sub>-Konzentration der Atmosphäre um 2030 oder 2040 ihren Höhepunkt überschritte. Danach würden die Temperaturen auf der Erde bis zum Jahre 2050 weltweit um weniger als 1°C ansteigen und danach sogar die Temperaturerhöhung gegenüber heute leicht zurückgehen. Unter Einbeziehung aller Spurengase würde wohl dennoch eine Erwärmung resultieren.

Abschließend zeigt die Abb. 15 zwei Energie-Szenarien, die als High-Scenario und Low-Scenario bezeichnet werden. Es sind dies die sogenannten IIASA-Scenarios der Vereinigten Staaten. Sie gehen von mehreren Grundbedingungen aus: Die Weltbevölkerung wird bis zum Jahre 2030, für diesen Zeitraum sind die Modelle erstellt worden, um den Faktor 2 ansteigen. Die Brutto-Sozialprodukte auf der Erde werden steigen, und zwar um den Faktor 6,4 bzw. 3,6. Die Welt-Primärenergie-Produktion pro Kopf der Bevölkerung wird sich auf 4,5 Kw (High Scenario) bzw. 2,8 Kw (Low-Scenario) erhöhen. Nach dem Low-Scenario wird sich um 2030 der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre auf 430 ppm erhöht haben, nach dem High-Scenario auf 500 ppm. Die CO<sub>2</sub>-bedingten Temperaturerhöhungen werden danach bei 0,8°C respektive 1,1°C liegen. Der totale Energie-Verbrauch der beiden Modelle differiert im Jahre 2030 zwischen 35,65 TW des High-Scenario-Modells und 22,39 TW des Low-Scenario-Modells.

Infolge der anthropogenen Nutzung fossiler Brennstoffe wird sich jedoch nicht nur der Gehalt an CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre, sondern auch von anderen Spurengasen ändern. Damit verstärkt sich die Klimawirkung in Troposphäre und Stratosphäre, womit die Problematik des stratosphärischen "Ozon-Lochs" im deutlichen Zusammenhang steht.

## **2.10 Die Folgen der Änderungen des Gehaltes der Atmosphäre an Spurengasen auf den Ozon-Haushalt in der Stratosphäre**

Nach Modellannahmen von Groves und Tuck (1979), wird eine drastische Reduktion des Ozongehaltes der Atmosphäre im Stratosphärenbereich unter anderem als Folge der Abkühlung der Stratosphäre angenommen. Damit war ein Gedankengang aufgegriffen, der bisher in der Diskussion um das "Ozon-Loch" noch wenig zum Tragen kam, nämlich der Zusammenhang zwischen Spurengasänderungen in der Atmosphäre und den Änderungen im Ozongehalt der Stratosphäre. Verantwortlich für den Abbau des Ozons in der höheren Atmosphäre ist nach BERGER allerdings nicht direkt die Änderung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes und weiterer Spurengase der Atmosphäre, sondern die bis zum Jahre 2024 bis 2040 zu erwartende Verdoppelung des troposphärischen N<sub>2</sub>O-Gehaltes als Folge des Verbrauchs von stickstoffhaltigen Düngern. Vorausge-

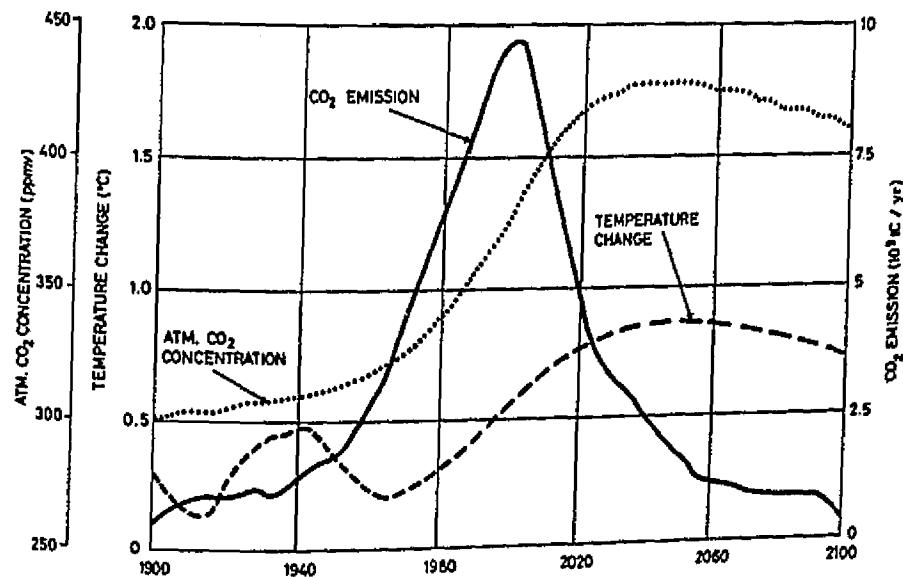
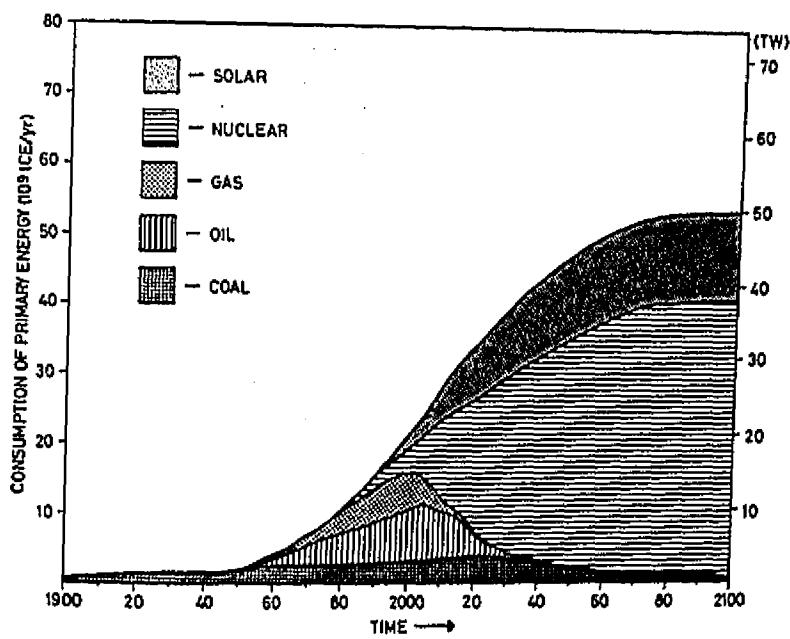


Abbildung 14a: "50-TW2  $\text{CO}_2$ -Strategie"

Abbildung 14b: Veränderung des  $\text{CO}_2$ -Haushaltes bis zum Jahr 2100 unter Zugrundelegung des o.g. Szenarios

Quelle: Niehaus, F. (1981), S. 655

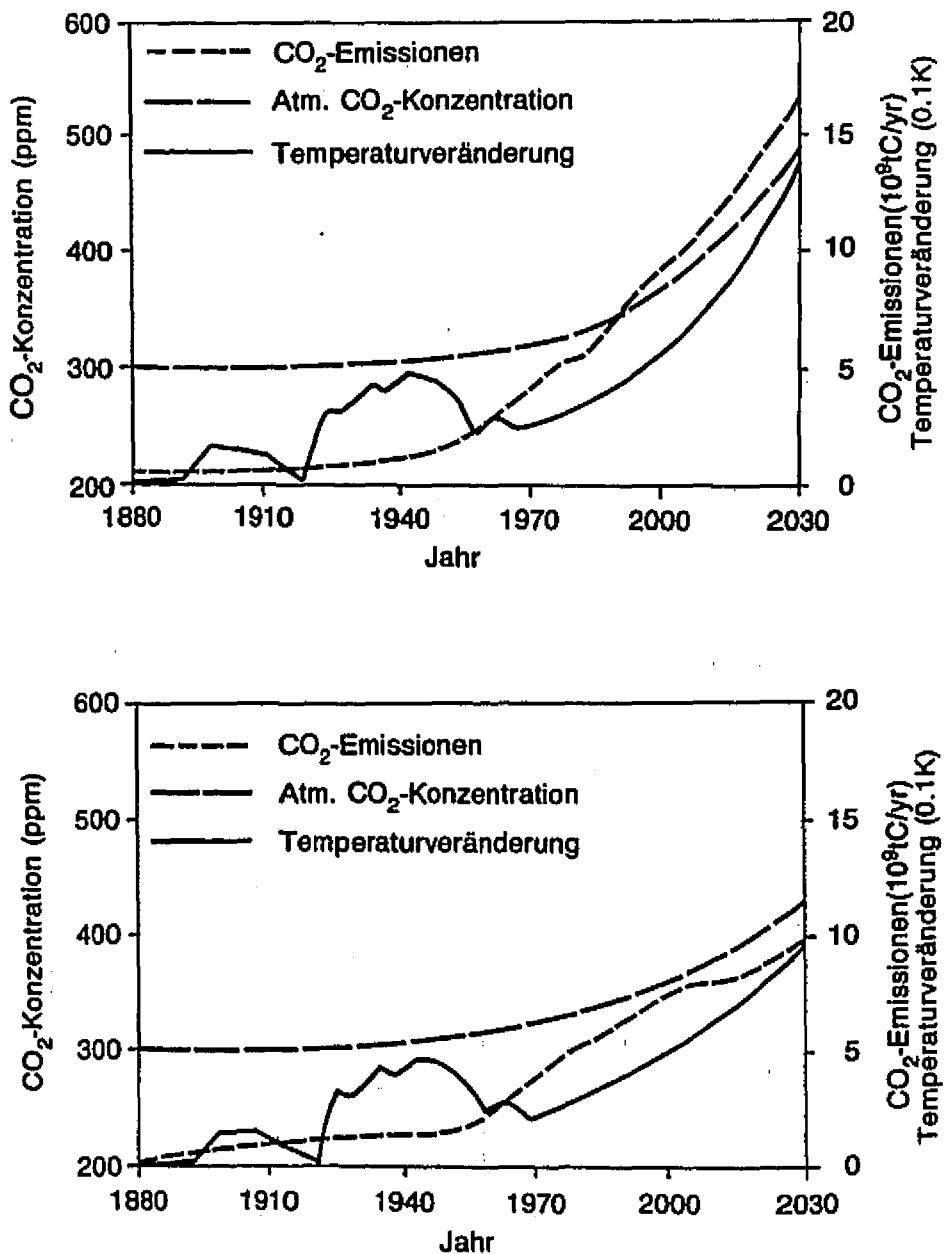


Abbildung 15: Alternativszenarien zur Veränderung des CO<sub>2</sub>-Haushaltes nach IIASA

Quelle: Niehaus, F. (1981), S. 658

setzt wird eine Erhöhung der direkten Produktion von  $N_2O$  von gegenwärtig 2,2 Mt pro Jahr auf 30 Mt um das Jahr 2050. Die damit einhergehende Verdoppelung des  $N_2O$ -Gehaltes der Atmosphäre würde einen Erwärmungsbeitrag um  $+0,7^\circ C$  in der unteren Troposphäre bedingen; vor allem aber infolge von Dissoziation in der Stratosphäre zu einer Erhöhung des dortigen NO-Gehaltes führen und infolge davon zu einem "Abbau" des Ozons. In der jüngeren Diskussion wird aber vor allem die Änderung des CFM-Gehaltes der Atmosphäre für den "Abbau" des Ozons verantwortlich gemacht. Chlorfluorkohlenwasserstoffe werden vor allem aus Treibgasen und Kühlmitteln freigesetzt, Treibgase der Spraydosen sind unter dem Begriff "Freone" bekannt ( $CFC_3$  und  $CF_2Cl_2$ ). Diese Chlorfluorkohlenwasserstoffe werden auch mitverantwortlich für die Baumkrankheiten, vor allen Dingen im Schwarzwald, gemacht und tragen zudem als weiteres Spurengas zur Erwärmung der unteren Atmosphäre bei. In der Stratosphäre zeltigen sie über die Störung des Ozonsystems eine noch gravierende Klimawirkung, nämlich die Verstärkung der UV-Einstrahlung auf die Erde.

Die Belege für eine Ausdünnung des Ozonschutzschildes in der Stratosphäre gerade über der Antarktis sind eindeutig. Sie basieren auf Messungen der Satelliten Nimbus 4 und Nimbus 7 sowie der Ozonmeßstation Halley Bay des "British Arctic Survey". Die Station misst den Ozongehalt mit einem Dobson-Photometer bzw. mit der Luminiszenzmethode über Ballonaufstiege. Die Satelliten messen die Lichtintensität der Wellenlängen im UV-Bereich nicht direkt, sondern über das von der Atmosphäre gestreute Sonnenlicht, da sie ja anders als die Photometer nicht von der Erde durch die Atmosphäre gegen die Sonne "blicken" können. Der Ozongehalt wird also über die Intensität der UV-Strahlung gemessen. Beide korrelieren negativ miteinander. Die Maßeinheiten sind Dobson-Units (1 DU =  $10^{-3}$  atm-cm).

Nach den Messungen ist die mittlere Ozonkonzentration des Oktober seit 1979 über der Antarktis ständig zurückgegangen (vgl. jeweils ZABEL 1987, KLEY 1974). Im Verlaufe des Winters sinkt die Ozonmenge natürlicherweise bis zu einem Minimum im Oktober ab. Der Ozongehalt vermindert sich dabei um 0,6% pro Tag in 12 - 20 km Höhe, gleichzeitig sinken die Temperaturen und verstärkt sich der Polarwirbel bei starkem Anstieg der Schwefelsäurekonzentration der "Polar stratospheric clouds" (PSC's). Dies ist ein natürlicher Vorgang.

Diese Vorgänge stehen mit dem Wechsel von Polartag und Polarnacht in Zusammenhang: Während des Polartages sind zunächst Temperatur, Ozon- und Aerosolkonzentration konstant, zum Herbst sinken die Temperaturen vor allem in der Stratosphäre stark ab. Im Winter bedingt resultierende Störungswirbel eine gewisse Abschließung der antarktischen Stratosphäre nach außen. Die Aerosolkonzentration der PSC's steigt bei noch weiter sinkenden Temperaturen. Mit Anbruch des Polartages geht die Aerosolkonzentration wieder zurück, die Temperaturen erreichen bald ihr Minimum, die Ozonkonzentration beginnt zu sinken. Im Oktober erreichen bei schon wieder steigenden Temperaturen Aerosol- und Ozonkonzentrationen ihre normalen Werte. In November und Dezember bricht der Polarwirbel zusammen. Es kommt wieder ein Luftmassenaustausch mit niederen Breiten zustande, die Ozonkonzentration steigt wieder an (Zabel, 1987).

Dieses natürliche Ozonloch der Übergangsphase Polarnacht/Polartag (antarktischer Frühling) vertieft sich nun seit 1975 und weitet sich aus. Bis 1987 war der Minimalwert der Ozonkonzentration während des antarktischen Frühlings von 260 D.U. um 40 % gesunken. Der Minimalbereich hatte sich stetig ausgedehnt und bereits 1985 die gesamte Antarktis bedeckt. 1986 schien die Vertiefung und flächenhafte Ausdehnung des "Ozonlochs" gestoppt, doch 1987 bedeckte es eine größere Fläche als je zuvor, die weit über den antarktischen Kontinent hinausging. Diese Satellitenbeobachtungen werden durch Messungen sowohl der Britischen Station Halley Bay als auch der Japanischen Meßstation Syowa gestützt.

Zum Verständnis der "Ozonloch - Hypothesen" muß zunächst einmal die natürliche Ozonbildung verstanden sein.

In der Stratosphäre spaltet energiereiches kurzwelliges Licht der Wellenlänge kleiner 240nm O<sub>2</sub>. Ein Sauerstoff-Atom vereinigt sich dann mit einem Sauerstoff-Molekül zu O<sub>3</sub>, also Ozon. Durch Photolyse wird O<sub>3</sub> auch wieder in O<sub>2</sub> und O zerlegt (2 O<sub>2</sub>). In der Troposphäre entsteht Ozon über die Photolyse von NO<sub>2</sub> durch weniger energiereiche Strahlung der Wellenlängen kleiner 400nm (NO + O). Das von NO<sub>2</sub> abgespaltete Sauerstoffatom verbindet sich dann mit O<sub>2</sub> zu troposphärischem Ozon. Durch verstärkten Eintrag von NO<sub>2</sub> in die Troposphäre steigt ihr Ozongehalt an. Dies wird auch für die Waldkrankheiten mitverantwortlich gemacht.

Bei der Ozonbildung in der Stratosphäre dient die kurzwellige UV-Strahlung als Energiequelle. Je weniger O<sub>2</sub> dort gespalten wird, desto mehr UV gelangt in die unteren Atmosphärenschichten. Mit zunehmender UV-Strahlung auf die Erdoberfläche werden Mutationen befürchtet sowie Steigerungen der Hautkrebsraten. Dem könnten die Steigerungen des troposphärischen Ozons entgegenwirken. Vor allem der Stickoxidausstoß der Kraftfahrzeuge fördert seine Bildung.

Zur Erklärung der Vertiefung und Ausweitung des Ozonlochs während des antarktischen Frühlings wurde eine Vielzahl von Hypothesen ins Feld geführt. So werden als natürliche Ursachen genannt: Verstärkte Vulkantätigkeit und Differenzen der Sonnenaktivität (hohe Sonnenaktivität bedingt hohe Stickoxidkonzentrationen und über NO-Radikale niedrige Ozonkonzentrationen; Messungen zeigen aber geringe NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Stratosphäre). Eine Abkühlung der Stratosphäre über den Polen als Folge des El Chichon Ausbruchs soll relativ ozonarme Luft in den resultierenden verstärkten Wirbel aus der Troposphäre in die Stratosphäre "ziehen". Die notwendigen Aufwärtswinde konnten jedoch nicht festgestellt werden.

Am wahrscheinlichsten ist daher die "anthropogene" Hypothese des Ozonabbaus durch Chlorfluorkohlenwasserstoffe. Wegen ihrer langsamen Zerfallsgeschwindigkeit gelangen sie in die Stratosphäre. Licht spaltet von Ihnen dort Chlor-Atome ab. Ihre Konzentration ist am Südpol seit 1982 um 5,5%/a bis 1986 angestiegen. Ein Teil der Chlor-Atome wird aber natürlicherweise über NO<sub>2</sub> in das weniger aktive Chlornitrat überführt. Auf den PSC's wird dieses jedoch in schneller zersetzbare Verbindungen umgesetzt (Zabel, 1987). Mit Anbruch des Polartages geben die zerfallenden Polar stratospheric clouds dann sehr schnell große Mengen von Cl-Atomen ab. Dort, wo die PSC's verschwinden, entstehen nach Beobachtung die "Ozonlücken". Hauptagens sind die radikalen CL-Atome, die extrem viele Ozonmoleküle zerstören.

bevor sie selbst neue Verbindungen eingehen. Danach hängt die Ozonproblematik deutlich vom anthropogenen Eintrag von Chlorfluorkohlenwasserstoffen in die Atmosphäre ab. Dieser steigt jährlich noch um 3 - 5% an. Die sinkenden Temperaturen in der Stratosphäre, die eventuell bereits ein deutliches CO<sub>2</sub>/Spurengas-Klimasignal darstellen, blockieren nun nach Crutzen (Mainz) die "Methanbremse" des Ozonabbaus. Mit höheren Temperaturen bremst Methan gleichsam die Aggressivität der Cl-Atome. Insofern hängen die Verstärkung und Ausweitung des Ozonloches, die nun auch für die Arktis festgestellt werden konnte, auch mit der zu beobachtenden Abkühlung der Stratosphäre zusammen.

Die stratosphärische Ozonschicht spielt für das Leben auf der Erde eine sehr große Rolle. Ozon wirkt gleichsam als UVB-Filter. Es konzentriert sich in der Atmosphäre in der Schicht zwischen 10 und 50 km Höhe. Zwar erreicht es dort nur einen Anteil von 0,00006 % des Volumens, ohne Ozon in dieser Höhe gäbe es allerdings wohl kaum Leben auf der Erde. Bei einer Verringerung des Ozongehaltes in der Stratosphäre um 1 % würde der UVB-Anteil der Strahlung, der an der Erdoberfläche ankommt, sich um 2 % erhöhen. Es ist allerdings noch nicht eindeutig geklärt, in welcher Weise und ob überhaupt die Chlorfluorkohlenwasserstoffe den Ozonschirm der Stratosphäre angreifen. Die Wahrscheinlichkeit, daß die Temperaturänderungen in der Stratosphäre bzw. die Änderungen des CO<sub>2</sub>-Gehaltes in der Atmosphäre sich negativ auf die Ozonschicht auswirken, sind nach Modellrechnungen jedoch sehr wahrscheinlich (vgl. RANDOW, 1987). Die Modell-Experimente der Wirkung der Chlorfluorkohlenwasserstoffe auf den Ozongehalt der Atmosphäre sind allerdings erheblich vereinfacht, gegenüber der Kompliziertheit der Reaktionsketten in der Natur. Daher haftet allen Computersimulationen eine relativ hohe Irrtumswahrscheinlichkeit an. Zudem muß davon ausgegangen werden, daß sich einige Spurengase, die auf Grund der menschlichen Aktivitäten vermehrt in die Atmosphäre eindringen, hemmend auf den Abbau der Ozonschicht wirken. Dazu gehört Methan. Von RANDOW (1987) unterteilte die Analytiker der Ursachen der Ozonreduktion in der Atmosphäre in die Gruppen der Chemiker und der Dynamiker. Die Chemiker halten die Chlor-Fluor-Kohlenwasserstoffe für die Hauptübeltäter. Die Dynamiker bezweifeln, daß dies die alleinige Ursache sein könnte. Die Dynamiker führen eine zirkulationsdynamisch bedingte Abkühlung der stratosphärischen Temperaturen während des polaren Winters an. Während der letzten sieben Jahre seien die Temperaturen in der polaren Stratosphäre um ca. 18°C gefallen. Nun könnte man die Temperaturabnahme in der Stratosphäre allerdings auch in Zusammenhang mit der Steigerung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre bringen. Crutzen von dem Mainzer Max-Planck-Institut für Chemie fand nun heraus, daß infolge der Temperaturabsenkungen über dem Südpol, vor allem im antarktischen Frühjahr, die sogenannte Methan-Bremse nicht mehr funktioniere. Nach Crutzen, dem sogenannten Arnold-Crutzen Modell, entsteht bei tiefen Temperaturen in der Stratosphäre über dem Südpolargebiet, bei Temperaturen unter -70°C, aus Stickoxiden vermehrt Salpetersäure. Eine Folge davon ist der Anstieg des OH-Gehaltes in der Stratosphäre, welches überaus reaktionsfreudig ist. Dieses OH soll die gasförmige Salzsäure abbauen und Chlorverbindungen freisetzen, welche in Reaktionsketten das stratosphärische Ozon aufzehren.

Faßt man diese Theorien zusammen und sieht die Änderung des Ozongehaltes in der Atmosphäre in Zusammenhang mit der gesamten CO<sub>2</sub>-Problematik, so könnte es

sein, daß das Temperatursignal der Erhöhung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre und des Gehaltes an weiteren klimawirksamen Spurenstoffen sich noch nicht im bodennahen Bereich unserer Klimastationen zeigt, wohl aber in einer Abkühlung der Stratosphäre. Damit wären nach dem Arnold-Crutzen-Modell in der Atmosphäre Bedingungen geschaffen, die zu einem Abbau der stratosphärischen Ozonschicht führen. Das Arnold-Crutzen-Modell sieht als eine Hauptursache des Abbaus der Ozonschicht in der Stratosphäre einerseits sowohl die Temperaturabnahme in der Stratosphäre, andererseits die Freisetzung von Chlor-Fluor-Kohlenwasserstoffen. In der Reaktionskette spielen jedoch die Stickoxide ebenfalls eine große Rolle, so daß der Gedankengang der Wirkung einer vermehrten Freisetzung von N<sub>2</sub>O auf den Ozongehalt in der Stratosphäre durchaus in das Arnold-Crutzen-Modell zu integrieren wäre. Auch könnte man damit die Theorien der Chemiker und der Dynamiker verbinden. Möglicherweise wird die Abnahme der Temperaturen in der Stratosphäre ja nicht oder nicht nur durch einen erhöhten CO<sub>2</sub>-Gehalt und die Erhöhung des Gehaltes weiterer Spurenstoffe in der Atmosphäre bedingt, sondern wie die Dynamiker wissen wollen, durch Änderungen der Zirkulationsbedingungen in der Atmosphäre und Vulkaneruptionen etc.

Modellexperimente zeigen auf, daß mit der Verringerung des Ozongehaltes in der Stratosphäre evtl. eine Erhöhung des troposphärischen Ozongehaltes verbunden ist, weshalb eine Wirkung auf die Lebewelt der Erde nicht unbedingt zu erwarten ist. Es muß jedoch gefragt werden, inwieweit nicht gleichsam präventiv weitgehend auf Chlor-Fluor-Kohlenwasserstoffe verzichtet werden kann, rein aus dem Verdacht gegen sie, daß sie die Ozonschicht angreifen könnten. Vor allem auf Treibgase in Spraydosen könnten wir ohne jede ökonomische Konsequenz verzichten. Insofern sind derartige Gesetze in den Vereinigten Staaten seit langem erlassen worden.

Abschließend sei jedoch auf ein Phänomen verwiesen, welches nahezu alle Überlegungen zur Änderung des Klimas auf der Erde als Folge anthropogener Eingriffe in das Klimasystem zumindest kurzzeitig "über den Haufen" werfen könnte.

## 2.11 Der mögliche Antagonismus natürlicher und anthropogener Klimatrends

Bereits in den bisherigen Ausführungen wurde darauf hingewiesen, daß das Klima sich nicht nur auf Grund anthropogener Veränderungen der Zusammensetzung der Atmosphäre ändert, sondern daß langzyklische und auch kurzyklische natürliche Temperaturänderungen und Niederschlagsänderungen eine sehr große Rolle spielen und evtl. alle anthropogenen Änderungen maskieren oder sogar umkehren können. Wenn wir die Änderungen im Witterungsgeschehen der letzten Jahrhunderte betrachten, wie sie durch eine Studie von LAUER und FRANKENBERG aus dem Jahre 1986 nunmehr für die Rheinpfalz bekannt sind, so haben sich in der jüngsten Vergangenheit gravierende natürliche Änderungen vor allem des Temperaturgeschehens in unserem Raum abgespielt. Es wechselten Phasen extrem kalter Winter mit Phasen warmer Winter, Phasen verregneter Frühjahre und verregneter Sommer mit Phasen sonnenreicher Frühjahre und Sommer ab. Nie zuvor war jedoch das Klima so warm und für den Anbau der Agrarprodukte so günstig wie etwa seit Beginn unseres Jahrhunderts. Inzwischen weiß man, daß Vulkanausbrüche gravierende Einwirkungen auf das Klimasystem haben können, nämlich durch die Injektion

vulkanischer Gase in die Stratosphäre; weniger durch die direkte Abblendung des Sonnenlichtes infolge des Vulkanstaubes in den unteren Atmosphärenschichten (vgl. Schönwiese, 1987). So können wir inzwischen mit dem Ausbruch des Tambora zu Beginn des 19. Jahrhunderts die kalten Phasen seit etwa 1816 in Verbindung bringen. Das Jahr 1816 war ein Jahr ohne Sommer, als Folge der stratosphärischen Gasgehaltsänderungen. Auf der anderen Seite ändert sich auch die Abstrahlung der Energie von der Sonne in relativ kurzzeitigen Zyklen unter anderem von 75 Jahren. Derzeit befinden wir uns wahrscheinlich in einem Strahlungsminimum, weshalb auch wohl der Klimawirkungseffekt der Erhöhung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre noch nicht eindeutig zu registrieren ist. Um das Jahr 2010 ist jedoch mit einem Maximum der Abstrahlung von Energie der Sonne zu rechnen. Damit dürfte auch die Erwärmung zu Beginn des nächsten Jahrhunderts höher ausfallen, als rein nach den CO<sub>2</sub>-Gehalsänderungen anzunehmen wäre. Auf der anderen Seite befinden wir uns noch mitten in den langfristigen Zyklen von Glazial und Interglazial, wie sie seit der Vereisung der Antarktis aufgetreten sind. Seit etwa 1,5 - 2 Mio Jahren beherrschen die Wechsel von Eiszeiten und Zwischeneiszeiten langzyklisch das Klima auf der Nordhalbkugel unserer Erde. Das Eintreten von Eiszeiten und Zwischeneiszeiten kann inzwischen recht gut mit Änderungen der sogenannten Erdbahnpараметern in Zusammenhang gebracht werden. Das heißt, die Bahn der Erde um die Sonne ändert sich, und der Neigungswinkel der Erdachse schwankt ebenfalls. Derzeit leben wir in einem warmen Interglazial, das in der Vergangenheit allerdings kaum länger als 10.000 Jahre währte. Da nach dem Ende der letzten Kaltzeit bereits ca. 10.000 Jahre vergangen sind, muß man für die nächsten Jahrtausende damit rechnen, daß sich eine neue Kaltphase einstellt. Nach den Erdbahnparameterberechnungen ist allerdings in den nächsten 2000 - 5000 Jahren kaum mit einem derart drastischen natürlichen Temperaturrückgang als Folge der Änderung der Erdbahnpараметer zu rechnen, daß wir von einer kommenden Eiszeit sprechen könnten. Allerdings muß mit einem Abfall der Temperaturen irgendwann in den nächsten Jahrtausenden gerechnet werden. Es ist auch bekannt, daß als Folge der Reduktion der Biosphäre mit Eintreten der Kaltphasen der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre drastisch zurückging; und damit eine Rückkoppelung einsetzte, die die Abkühlung in der Troposphäre verstärkte. Möglicherweise verhindert nun der Anstieg des CO<sub>2</sub>-Gehaltes in der Atmosphäre auf Grund der anthropogenen Energieproduktion etc. für die nächsten Jahrtausende eine drastische Abkühlung. Es kann also durchaus sein, daß die anthropogenen Effekte sehr langfristig gesehen nicht unbedingt negativ wirken, sondern in Sicht auf die nächsten Jahrtausende unter Umständen Lebensräume auf der Erde erhalten. In jedem Fall ist jedoch damit zu rechnen, gleich ob der Mensch nun auf das Klima einwirkt oder nicht, daß sich Klimaänderungen auf der Erde ergeben und damit Regionen ökologisch benachteiligt werden, die für den Menschen vorher Gunsträume waren und umgekehrt. Das Klima auf der Erde ist nicht stabil. Wir können es mit keiner Naturschutzmaßnahme dazu bewegen, sich nicht zu ändern. Die Frage ist nur, wie spielen anthropogene Klimaeffekte mit den natürlichen Klimaeffekten zusammen. Sie können in eine positive Rückkoppelung treten, wie es etwa für das Jahr 2010 zu erwarten ist, wenn ein natürlicher Erwärmungstrend mit dem anthropogenen Erwärmungstrend koinzidiert, sie können sich allerdings auch ausgleichen, wie es für die fertere Zukunft zu erwarten sein wird. Wir können aber in keinem Fall so tun, als ließe sich das Ökosystem unseres Planeten stabil halten. Seine Fortexistenz hängt ganz wesentlich von internen Schwankungen gerade des Klimageschehens ab. So

wird die beste Zukunftsentscheidung darin liegen, Extreme zu vermeiden, einseitige extreme Folgerungen der Klimaanalysen für die Energieproduktion auf der Erde nämlich. Wichtig ist es allerdings, die Phänomene der Änderungen der Atmosphäre genau im Auge zu behalten und auch zu bedenken, daß Entscheidungen, die wir heute treffen, sehr langfristige Wirkungen haben und ihre Auswirkungen unter Umständen erst in Jahrhunderten zu spüren sein werden. Im Gegensatz zu den Menschen der Vergangenheit, die seit dem Neolithikum gravierende Einwirkungen auf den Naturhaushalt ausübten, sind wir heute in der Lage, auf Grund wissenschaftlicher Erkenntnisse verantwortungsbewußter zu handeln und besser abzuschätzen, welche Wirkungen unser Tun im Haushalt der Natur zeitigt.

### **3. Bewertung des "Risikos" anthropogener Klimaänderungen**

Jede Klimaänderung, auch die von Menschen induzierte, birgt Gefahren, also Risiken für den Menschen in sich. Lebensräume verändern sich in ökosystemarer Hinsicht. Nach der sachlich-naturwissenschaftlichen Information soll nun im zweiten Hauptteil der Analyse auf die Fragen der Risiko-Perzeption, der Risiko-Evaluation und auch des Risiko-Managements anthropogener Klimaänderungen detailliert eingegangen werden. Dabei soll das Risiko für den Menschen, die Wahrnehmung dieses Risikos durch die gesellschaftlichen Gruppen und die Möglichkeit von Risikovermeidungen (siehe Energie-Szenarien) behandelt werden.

#### **3.1 Hauptprobleme der Risiko-Perzeption anthropogener Klimaänderungen**

Hauptproblem der Risiko-Perzeption der Spurengas-Problematik ist der Mangel an spürbaren Umweltsignalen (vgl. Abb. 16).

Insofern wird dem Laien das Problem nicht derart bewußt, wie z.B. Atmosphärenverunreinigungen, die sich in Waldkrankheiten oder Menschenkrankheiten (Krupphusten etc.) äußern. Allenfalls wird die Problematik des Ozonlochs als Stelzgerung des meßbaren Hauptkrebsrisikos begriffen, weil eine unmittelbare Betroffenheit erzeugt wird. Es fällt auch schwer, dem Europäer aus nördlichen Regionen positive Temperaturtrends als Folge der Spurengasanreicherungen in der Atmosphäre als Risiko zu verdeutlichen. Dies ist allenfalls über den drohenden Meeresspiegelanstieg zu vermitteln. Daher zeigte der "Spiegel" als Risiko auch auf einem Titelbild zur CO<sub>2</sub>-Problematik den Kölner Dom im Meer. Auch zukünftige Risiken der Niederschlagsänderungen lassen sich kaum vermitteln, zudem ja alle Zukunftsrisiken klimatischer Art auch für den Laien auf nicht nachvollziehbaren Modellrechnungen basieren. Daher versuchen einige Wissenschaftler, rezente Klimaereignisse auf die Spurengasanreicherungen zurückzuführen, obwohl dafür keine streng wissenschaftlichen Beweise vorliegen. So bringt Graßl (SWF-Interview) die Dürre in einigen tropischen Gebieten (Saheldürre etc.) mit dem Spurengasgehaltsanstieg in der Atmosphäre in Zusammenhang und Richter (1987) dieselben mit den Starkregen-Katastrophen des Veltlin im Sommer 1987. Hier liegt nun das Problem, bei anderweitiger Erklärung der Ereignisse, das Vertrauen in die Modelle der Klimatologie und überhaupt den Glauben an ein CO<sub>2</sub>/Spurengasrisiko zu erschüttern.

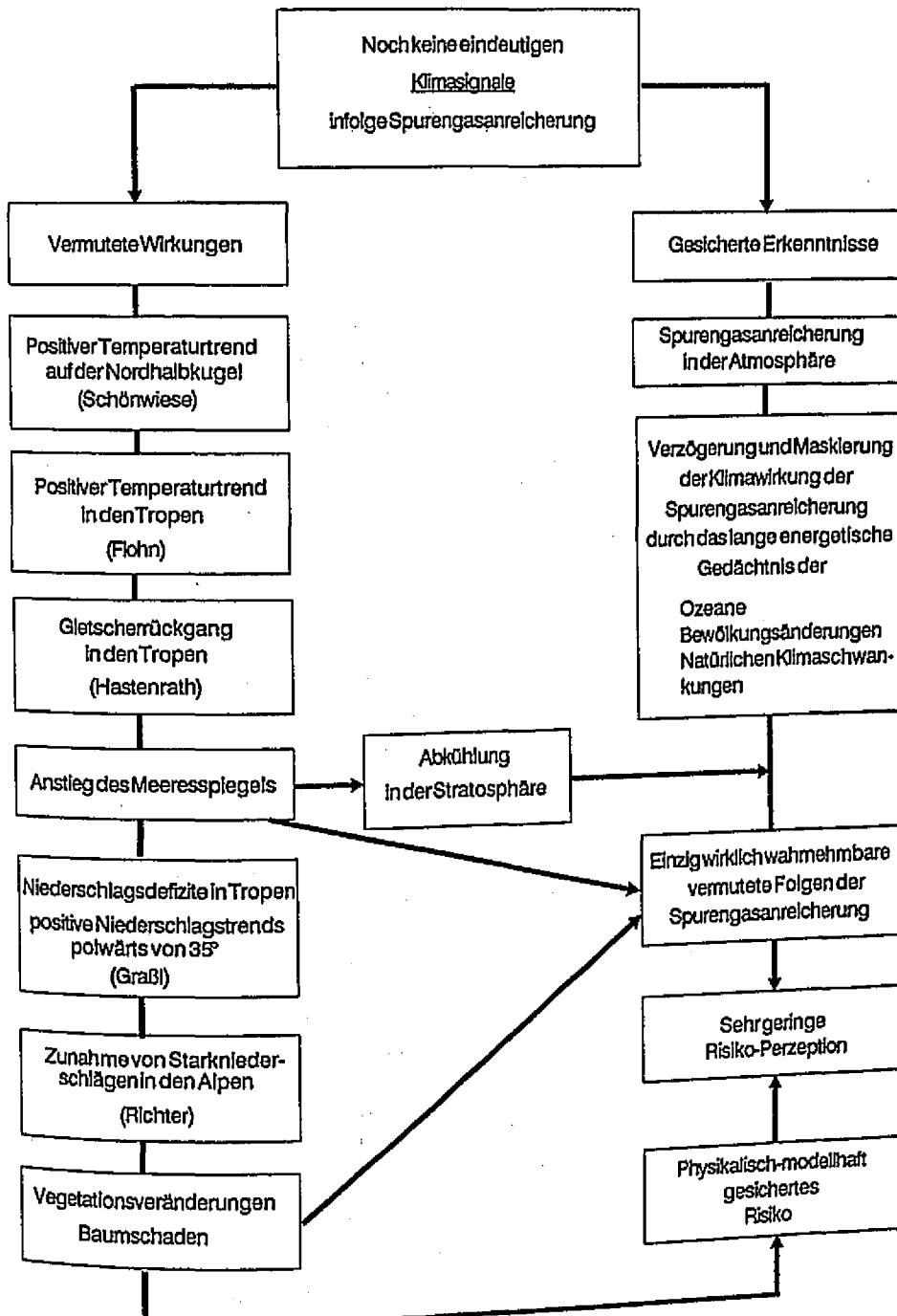


Abbildung 16: Schema zur Perzeption der Spurengas-Risiken

Wirklich meßbar sind an Temperaturänderungen allenfalls Abkühlungen in der Stratosphäre, die allerdings auch nicht streng auf die CO<sub>2</sub>/Spurengasanreicherungen zurückgeführt werden können, allerdings eine große Rolle bei dem Ozonabbau spielt.

len, der noch am ehesten als bedrohlich empfunden wird. Es steht also einem nur wenig faßbaren Risiko ein modellhaft weitgehend gesichertes Risiko weltweiter Klimaveränderungen gegenüber. Die Wirkungen werden durch energetische Gedächtnisse (Ozeane) verzögert oder durch natürliche Klimapendelungen maskiert. Wenn das Risiko erst spürbar ist, dann wird ein Gegensteuern kaum mehr möglich sein. Es gilt also, ein Risiko der Zukunft schon jetzt bewußt zu machen, ohne bislang klare Folgen der anthropogenen Spurengasanreicherungen in der Atmosphäre aufzulegen zu können. Da die zukünftige Klimaentwicklung weitgehend von der Energieerzeugung abhängt, ist sie steuerbar und daher ist die Bewußtmachung der Risiken nicht nur notwendig, sondern sie kann das Eintreten negativer Klimaveränderungen verhindern. Dabei besteht jedoch das Problem, daß auch Regionen von den Klimaveränderungen profitieren werden, nämlich nach den bisherigen Modellen alle mehrferner Gebiete des nördlichen Europa, die wärmer, nicht aber arider werden. In Ihnen werden die Ernteerträge steigen. Der Mittelmeerraum wird aber wohl wie die Great Plains arider. Das Ernterisiko steigt dort. So können regionale Konflikte entstehen, weil der Druck zu handeln je nach prognostizierter Betroffenheit sehr unterschiedlich ist.

### 3.2 "Risiko" in der wissenschaftlichen Kohlendioxid- und Ozon-Literatur

Das Risiko der anthropogenen induzierten Klimaveränderungen ist mit großer Breitenwirkung in Global 2000 (1981), dem Bericht an den Amerikanischen Präsidenten, erstmals deutlich auf der "politischen" Bühne ausgesprochen worden. Darin wird von einer möglichen Erwärmung der Erde mit möglicherweise gravierenden Folgen für die Landwirtschaft geschrieben. Ein anderes Risiko wurde in einem möglichen Abschmelzen der grönlandischen und antarktischen Eismassen gesehen, das zu einem Ansteigen des Meeresspiegels führen würde. Auch das heute in der Presse viel diskutierte "Ozonproblem" (s.u.) ist zu Ende der 70er Jahre bereits voll erkannt gewesen. Global 2000 (1981) führt die Gefährdungen der Ozonschicht durch Fluorkohlenwasserstoff-Emissionen und N<sub>2</sub>O-Emissionen aus der Denitrifikation von Stickstoffdünger aus. Das Risiko vermehrten Hautkrebses wurde ebenso deutlich angesprochen. Auch bestünde allgemein das Risiko von Mutationen, so bei Feldfrüchten, wodurch auch die Schädigung der Ozonschicht Ernterisiken bedingte.

Die rein wissenschaftliche meteorologische bzw. klimatologische Literatur behandelt das Thema der Risiken von Klimaveränderungen kaum, sondern "beschränkt" sich auf die physikalischen Zusammenhänge im Strahlensaustausch der Erde bzw. auf Modellrechnungen. Die Folgewirkungen der prognostizierten Klimaveränderungen auf den "Menschen" werden allenfalls angedeutet, so Meeresspiegelanstiege bzw. Hautkrebsprobleme (s.o.). Da die Klimawirkungen bisher kaum registrierbar sind, und die Klimaveränderungen der Zukunft nur aufgrund von Modellrechnungen mit, vor allem in regionaler Sicht, hohen Standardfehlern ausgesagt werden können, muß jede Risikoabschätzung für den Menschen Spekulation bleiben und ist daher weitgehend auf die "populärwissenschaftliche" Literatur beschränkt, wobei eher von einer Gefahr für das Klima als für den Menschen geschrieben steht.

Im Jahre 1976 erschien in diesem Sinne erstmals das epochemachende Buch von SCHNEIDER "Klima in Gefahr", der erste Bestseller in der Thematik der anthropogenen

induzierten Klimarisiken. Die Klimarisiken waren durch das in den USA bewußt gewordene Ozonrisiko, vor allem aber durch die Saheldürre seit 1969 publik geworden. Damals erlebte die Klimarisikoforschung ihre "Initialzündung" und stieg überhaupt der Rang der Klimaforschung. Drei Fragenkreise kamen damals nahezu gleichzeitig im Sinne von "Risiko" auf: "Ist die Saheldürre zumindest teilweise anthropogen verursacht"; "führt die Ozonausdünnung zu Hautkrebs"; "gehen wir anthropogen induziert einer Warmzeit oder de natura einer neuen Eiszeit entgegen?" Das Eiszetszenarium wurde durch N. CALDERS 1974 erschienenes Buch "The Weather Machine", mit dem Untertitel der deutschen Übersetzung "Droht eine neue Eiszelt?" populär. Seitdem haben eigentlich ohne Unterbrechung, wenn auch verstärkt in jüngster umweltbewußter Zeit, die Medien diese Klima-Risiko-Fragen aufgegriffen. SCHNEIDER (1978) wurde durch die Frage eines Journalisten das Dilemma der Risiko-Prognosen des Klimas ohne aktuelle Spürbarkeit verdeutlicht: "Glauben Sie nicht, daß heute zu viele Wissenschaftler wie Sie vom bösen Wolf sprechen, obwohl uns vielleicht gar kein solches Tier bedroht?" Er konnte nur mit der "Wahrscheinlichkeit menschlicher Katastrophen" antworten. Seitdem verläuft auch die Risiko-Kommunikation zwischen den Wissenschaftlern in den drei Ebenen der Optimisten, der Pessimisten und der "neutralen" reinen Naturwissenschaftler (der Mehrheit), die sich zu den potentiellen Klimagefahren für den Menschen nicht äußern wollen, weil dazu streng naturwissenschaftliche Grundlagen fehlen. Niemand vermag derzeit "natürliche" von "anthropogenen induzierten" Klimatrends zu trennen. SCHNEIDER forderte indes eine Risiko-Perzeption durch die Politiker auf den begründeten Verdacht hin, daß "Wölfe im Wald lauern", ohne zu wissen, hinter welchem Baum. Wenn die Risiken erst voll meßbar sind, dann ist es für Gegenmaßnahmen häufig zu spät. Wagen sich die Klimaforscher auch sehr unterschiedlich weit vor in der Aussage der künftigen Klimarisiken für den Menschen, so besteht doch heute Einigkeit darin, daß die anthropogene Zufuhr von Spurengasen ( $\text{CO}_2$ , etc.) in die Atmosphäre zu einer Erwärmung des Klimas führen wird. Ob hingegen das Ozonloch über der Antarktis rein anthropogen ausgedehnt und vertieft ist, bleibt umstritten (siehe Teil 2).

SCHNEIDER rät zur Genesis-Strategie (1 Mose, Träume des Pharao), um wie der Pharao durch Vorratswirtschaft sieben mageren Jahren vorzubeugen, die zukünftigen Klimarisiken, soweit der Mensch sie verursacht, zu dämpfen. Voraussetzung für die Akzeptanz von Schriften gegen die Klimagefahr sei eine Aufklärung der Öffentlichkeit, was SCHNEIDER mit seinem Buch versucht hat. Damit wollte er erstmals eine Risiko-Perzeption durch den Laien erreichen als Voraussetzung politischer Entscheidung zur Reduktion des anthropogenen induzierten zukünftigen Klimarisikos. Insofern ist sein Buch voll "persönlicher Meinungen", weil die reine Darstellung der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse für den Laien wenig überzeugend sein dürfte. Wer fürchtet schon ein "wärmeres Klima"? SCHNEIDER fühlte sich als Intellektueller, der über die Grenzen der "vertrauten Gelehrsamkeit" hinweg wirken wollte. Es schien ihm wichtig zu wissen, "wie man angesichts von Ungewißheiten" zu handeln hat. Es sei unabdingbar, sich auf die "nicht ungewöhnliche" Klimakatastrophe einzustellen. Es wird also die Perzeption eines vermuteten Risikos verlangt.

Bei der gerade in den USA verbreiteten "Krebsangst" hat diese relativ frühe Diskussion der Klimarisiken zu einer verbreiteten Perzeption des "Ozonrisikos" und damit

zu einem Verbot der FCKW's in Spraydosen geführt. Damit waren SCHNEIDERs Gedanken und auch die Anregungen aus "Global 2000" aufgegriffen worden.

Die Risiko-Kommunikation hatte damals jedoch kaum unter den Klimawissenschaftlern, sondern zwischen wenigen Popularisten und der Öffentlichkeit stattgefunden, wobei den Popularisten naturgemäß ihre "Vereinfachung" von den Fachkollegen übel genommen wurde.

Schon 1975 war die Diskussion um Klimarisiken zwischen Warm- und Kaltzeit in den USA auf breiter Grundlage im Gange. Das globale Risiko wurde durch den "Report of the Panel on Climatic Variation" der US National Academy of Sciences (1975) in einem markanten Satz zusammengefaßt: "Eine große Klimaänderung würde ökonomische und soziale Umstellungen weltweiten Ausmaßes erzwingen, denn die bisher entwickelten globalen Systeme der Nahrungsmittelproduktion und Bevölkerung hängen vom Klima ab." Dabei wurde sowohl das Risiko einer natürlichen nahen Eiszeit wie auch einer anthropogenen induzierten Warmzeit intensivst in der Öffentlichkeit diskutiert. Damals zerbrach in den USA das Wissenschaftsgebäude einer von Gesellschaftsstrukturen bestimmten Welt, während in Deutschland die Gesellschaftswissenschaften noch den "Zukunftston" ziemlich deutlich alleine angaben und Klimatologie als "nicht-gesellschaftsrelevant" galt. Damals erkannte man in den USA den wichtigen Zusammenhang zwischen zukünftigem Klima und zukünftiger Energieerzeugung, ohne daß jedoch daraus Folgen wie angesichts der Ozonproblematik abgeleitet worden wären. Dies liegt daran, daß die zukünftige Energieerzeugung gleichsam zwischen zwei Risiken wählen muß. Die kurzfristig "sichere" Energieerzeugung über fossile Energieträger bedingt wesentlich das Erwärmungsrisiko des Klimas durch Anreicherung von CO<sub>2</sub> und weiteren Spurengasen in der Atmosphäre. Die Kernenergie vermeidet diese Risiken, enthält aber "nähere" Risiken. Alternativen sind bisher nicht in Sicht. Insofern scheuen sich die Politiker, Konsequenzen aus der Perzeption des "CO<sub>2</sub>-Risikos" für unser Klima zu ziehen. Die bisher beste, wenn auch ungewollte Gegenmaßnahme war die Verteuerung des Ölpreises durch die OPEC, ein wahrhaft "ökologischer" Beschuß aus der Sicht der Klima-Wissenschaft, weil er zur Energieeinsparung drängte.

In Deutschland ist die Erkenntnis des "Klimarisikos" erst mit einem "time lag" allgemein geworden. Gerade H. FLOHN (1985) hatte jedoch sehr früh auf die amerikanische Risikoforschung aufmerksam gemacht. Er ist sogar sehr früh den Weg der Regionallisierung des Risikos zukünftiger Klimaänderungen gegangen. W. BACH hat, aus den USA kommend, das Klimarisiko auch in Deutschland einem breiten Leserkreis zugänglich gemacht. Im Jahre 1982 erschien sein Buch: "Gefahr für unser Klima - Wege aus der CO<sub>2</sub>-Bedrohung durch sinnvollen Energieeinsatz", das bereits in seinem Titel den vollen Inhalt zusammenfaßt. Auch dieses Buch wurde in der Fachwelt umstritten diskutiert, weil der Autor das Klimarisiko über das naturwissenschaftlich streng Nachweisbare hinaus verständlich zu machen versuchte. Auf mehr als 40 Seiten ging mit ihm erstmals ein deutscher Klimaforscher auf die "Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die Gesellschaft" ein (S. 135-177) sowie ebenso ausführlich (S. 175-302) auf "Vorsorgemaßnahmen zur Vermeldung eines CO<sub>2</sub>/Klimaproblems" wie auf "Zukunftschancen". Damals waren sich in der Bundesrepublik Deutschland auch die Regierenden des "Klimarisikos" bewußt geworden und star-

teten im Herbst 1983 das bereits von der Vorgänger-Regierung konzipierte "Klimaprojekt der Bundesregierung" (BMFT). Es zielt auf die Erfassung zukünftiger Klimazustände auch unter Aufarbeitung des Paläoklimas. Globale und mesoskalige Klimamodelle sollen u.a. auch die Risiken in Zukunft anderer Klimazustände verdeutlichen.

Die "AGF" (Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen) versucht darüber hinaus, die bundesdeutschen Forschungen des "Menschlichen Einflusses auf das Klima" zu bündeln. Auf der jüngsten das Klima betreffenden Tagung (AGF, 1987) stand die anthropogene Klimamodifikation im Vordergrund. Die Vorträge betrafen jedoch die noch keineswegs abgeschlossene Grundlagenforschung (Ozean-Klima; Meeres-Klima; CO<sub>2</sub>-Kreislauf) und beinhaltete so nicht irgendwelche Risikoaussagen für den Menschen. Es bedarf eben noch vieler basis-wissenschaftlicher Anstrengungen, das Klimasystem überhaupt zu verstehen. Die Vielzahl relevanter Einflußgrößen läßt heute eher Ansätze wie die "Chaostheorie" als "einfache" Schlußfolgerung zu, wie sie einer Risikoforschung dienlich wären.

Zwar fehlt es an Risikoausführungen in der wissenschaftlichen Literatur, doch wagen einzelne Forscher sich auf streng wissenschaftlich nicht gesichertem Terrain von Gefahrenprognosen. So äußerte sich H. Graßl vom GKSS-Forschungszentrum in Geesthacht in einem Spiegel-Interview (Nr. 49/1987, S. 268) über die Weltklima-Gefahren gerade des "Ozonloches" über der Antarktis und des "Treibhausklimas" (CO<sub>2</sub>-Problem). Er warnte vor der Verschiebung von Klimazonen, denen die hydrologischen Systeme nicht angepaßt sind und vor resultierenden Ernterisiken. Er ging aber auch auf die Imponderabilität der Klima-Risiko-Prognosen ein, so die Modelle der Bevölkerungsänderung (siehe Teil 2).

In der Presse wird seit einigen Jahren das Risiko des anthropogen verursachten Klimawandels häufiger diskutiert, so im Spiegel 33/1986 die "Klima-Katastrophe" einer Erwärmung mit weltweitem Meeresspiegelanstieg. Ihr widmete der Spiegel sogar das Titelbild des Kölner Domes im Meeresswasser. Dies entspricht jedoch keiner seriösen Prognose. Der Spiegel 49/1987 widmete sich detailliert dem "Ozonlochrisko" des Hautkrebses und verstärkter Mutationen bei allen Lebewesen. Sehr seriös hat "Die Zeit" sich der Problematik des "Ozonlochs" (vgl. RANDOW, 1987) angenommen. Dennoch blieb die Breitenwirkung einer Risiko-Perzeption in der Bevölkerung weitgehend aus, weil keine spürbaren Folgen zu registrieren sind. Nach dem letzten Sommer war es für "Bild" und andere Zeitungen offenbar lukrativer, vor einer neuen "kleinen Eiszeit" zu warnen, als vor dem "Treibhauseffekt" zunehmenden CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre. So findet eine Risiko-Kommunikation über Klimaprobleme allenfalls im Expertenkreis statt, wobei sehr schnell der Schluß gezogen wird, daß alle diesbezüglichen Aussagen vage sind und man zunächst einmal die Grundlagenforschung weiter vorantreiben müßte. Die Experten-Kommunikationen über die CO<sub>2</sub>- und Ozon-Klimaprobleme verlaufen kaum strittig, es sei denn en detail. Wegen der Schwierigkeit der rein physikalischen bzw. chemischen und biotischen Materie lassen sich die Zusammenhänge dem Laien jedoch kaum vermitteln. Andererseits ist es für diejenigen, die das Problem verstanden haben, schwer, Konsequenzen zu ziehen (Energieszenarien), weil es keine risikolose Energieerzeugung

gibt, und die Energieerzeugung nun einmal die Haupteinflußgröße anthropogener Klimamodifikation ist.

Der Begriff des "Risikos" fällt in der wissenschaftlichen Literatur kaum. Es wird eher von Gefahren für das Klima als von Risiken der Klimamodifikation für den Menschen geschrieben. BACH (1982) verwendet den Begriff bei: "Risikoarme Energie- und Klimapolitik", also zur Kennzeichnung politischer Strategien, welche das Klimarisiko der Zukunft vermindern können. Ansonsten fällt der Begriff in der wissenschaftlichen Literatur kaum einmal.

### **3.3 Kommunikation des "Klimarisikos"**

Aufgrund der bisherigen Darlegungen des Sachteils (Kap. 2) und des Risikoteils der Expertise lassen sich nun neun Basisfragen zur "Risiko-Kommunikation" im Rahmen der Klimaprobleme beantworten.

#### **3.3.1 Verwendung des Begriffes "Risiko" in der Klimaforschung**

Die Erforschung der Ursachen und Wirkungen der Zufuhr anthropogener Spurengase in die Atmosphäre verwendet den Begriff des Risikos kaum (s.o.). Analog wird allerdings von "Gefahr" geschrieben. Dabei ist in der Regel "Gefahr für das Klima" gemeint, also die Gefahr der Änderung des Klimas durch "anthropogene Klimaeffekte" (vgl. FLOHN, 1985). Bewußt ist dabei, daß das Klima auch von Natur aus transitiv ist. Die Alternative der anthropogenen Klimamodifikationen ist also nicht Klimastabilität, sondern natürliche Klimaschwankung oder Klimapendelung (im Sinne von Rudloff). Als Gefahr anthropogener Klimamodifikationen wird ihre Geschwindigkeit und ihre eventuelle Kohärenz mit natürlichen Trends gesehen. Die "Risiken" für den Menschen finden sich in der naturwissenschaftlichen Fachliteratur nur angedeutet. Die populärwissenschaftliche Literatur beschreibt - naturgemäß spektakulär - darüber hinaus Risiken der anthropogenen Klimamodifikation für den Menschen (SCHNEIDER, 1978, BACH 1982, Global 2000). Daneben wird allerdings auch das "Risiko natürlicher Klimaänderungen" für den Menschen behandelt (CALDER, 1977). Die Menschheit steht danach zeitlich in einem Interglazial zwischen den Gefahren (Risiken) natürlicher und anthropogener Klimamodifikation.

#### **3.3.2 Risiken für das Klima und den Menschen im Rahmen der Klimaforschung**

Geht man bei der Auflistung der Klimarisiken über die CO<sub>2</sub>-Ozonproblematik hinaus, so lassen sich folgende derzeit im Mittelpunkt der Forschung stehende Klimarisiken anthropogener und natürlicher Art auflisten (zu Details siehe oben, Kap. 2).

- Das Risiko der Erwärmung der Troposphäre und der Abkühlung der Stratosphäre durch die Injektion anthropogener Spurengase (CO<sub>2</sub> etc.) in die Atmosphäre und damit einhergehend drastische Veränderungen der atmosphärischen Zirkulation (einfach gesagt: "Verschlebung" von Klimazonen).

- Das Risiko weltweiter Niederschlagsänderungen durch die Anreicherung anthropogener Spurengase in der Atmosphäre mit gravierenden Folgen für die Ernteerträge. Hier werden sich "begünstigte" und "benachteiligte" Regionen ergeben (z.B. höhere Niederschläge im nördlichen West/Mitteleuropa; Aridisierung des Mittelmeerraumes und der Great Plains). In der Niederschlagsumverteilung (siehe Modelle im Sachteil) liegt ein hohes Potential sozialer und politischer Konflikte. Innerhalb politischer Großräume (EG, USA, UdSSR, China) werden sich die Konflikte noch ausgleichen lassen, nicht aber in der Dritten Welt der Kleinstaaten (etwa Sahelzone).
- Das Risiko eines weltweiten Meeresspiegelanstiegs als Erwärmungsfolge durch das Rücktauen von Gebirgsgletschern oder gar des Grönlandischen Inlandeises. Selbst in jüngste Schulbücher (Heimat und Welt 7/8 f. Hessen, Westermann-Verlag) hat diese Problematik mit einer Karte womöglich überfluteter Gebiete in Norddeutschland bereits Eingang gefunden. Betroffen davon wären alle Küstengebiete, die sich heute kaum mehr als 10m über den rezenten Meeresspiegel erheben. Wie aus den aridisierten Gebieten würde es aus den überfluteten Bereichen zu Migrationsbewegungen in weniger benachteiligte oder sogar begünstigte Regionen kommen, entweder geordnet oder unter schweren Konflikten, ähnlich der Völkerwanderungszeit.
- Das "Basisrisiko" der anthropogenen "Oberflächenmodifikation". Mit der Umwandlung von "natürlicher Oberfläche" in "Kulturläche" hat der Mensch seit dem Neolithikum folgende Rahmenparameter des Klimasystems entscheidend verändert und tut dies heute noch, z.B. in Interaktionen mit den vorgenannten Risiken: Albedo, Rauigkeit, Wasser- und Wärmehaushalt, wobei die anthropogene Modifikation der beiden letzteren über Oberflächenveränderungen durch die Bowen-Ratio, die Relation fühlbarer und latenter Wärme, verknüpft ist. Klimaänderungen durch anthropogene Modifikation des Strahlungshaushaltes (Spurengase etc.) stehen in engem "feed back" mit Klimaänderungen durch anthropogene Oberflächenmodifikationen. Die Abholzung tropischer Regenwälder ändert dort z.B. die Albedo, die Rauigkeit, die Landschaftsverdunstung (vgl. LAUER und FRANKENBERG, 1981), damit die Bowen-Ratio sowie die Kohlenstoffsenke. Das Verbrennen des gerodeten Holzes setzt zusätzliche Spurengase (v.a. CO<sub>2</sub>) frei. Mit der Verdunstung ändern sich aber auch weitere Parameter des Wasserhaushaltes: Abfluß und langfristig auch der Niederschlag. So ist die Saheldürre sehr wahrscheinlich auch eine Folge der Abholzung von Wäldern in Westafrika. Da alle Klimarisiken sich in einem System abspielen, sind sie eng miteinander verknüpft und daher nur schwer isoliert zu analysieren.
- Das Risiko der "Ausdünnung" der Ozonschicht durch Injektion bereits beim "Erwärmungsrisiko" wirksamer Gase in die Stratosphäre und infolge der Abkühlung der Stratosphäre, einhergehend mit der Änderung des globalen Strahlungshaushaltes, durch den Eintrag anthropogener Spurengase in die untere Atmosphäre. Da der "Ozonschutzschild" der Atmosphäre unmittelbar lebenserhaltend wirkt, weil er die mutierende UV-Strahlung größtenteils "verbraucht", folgt aus seiner Störung das Risiko von Mutationen bei allen

Lebenswesen und primär das Risiko vermehrten Hautkrebses, v.a. bei hellhäutigen Rassen (vgl. FRANKENBERG, 1985).

- Das Risiko der Anreicherung anthropogener Aerosole in der Troposphäre durch Verbrennungsvorgänge, welche das Erwärmungsrisiko mit bedingt haben. Es überwiegt heute die Meinung, daß diese Aerosolanreicherungen die anthropogene Erwärmung verstärken (FLOHN, 1985).
- Das Risiko natürlicher Klimaänderungen in Interaktion mit den anthropogenen Klimamodifikationen wird vor allem von Seiten der Paläoklimatologie untersucht. Dabei bedeuten die Berechnungen der Erdbahnparameter (Exzentrizität, Schiefe der Ekliptik etc.) für die nähere Zukunft anthropogener Klimamodifikationen keine gravierenden Änderungen der Solarkonstanten. Ketten von Vulkanausbrüchen, die nicht prognostizierbar sind, könnten jedoch Rückfälle in eine "kleine Eiszeit" bedeuten, wie sie mit Kernphasen etwa zwischen 1550 und 1620 herrschte oder 1816 ein Jahr ohne Sommer bedingte (vgl. LAUER und FRANKENBERG, 1986).

Das Schema in Abb. 17 soll die Verknüpfung dieser Sachverhalte aufzeigen.

Die Vielzahl von Einflußgrößen des Klimasystems und die geringe Prognostizierbarkeit kurzfristiger "natürlicher Klimaänderungen", auch von Meerestemperaturen und Zirkulationsmustern (Meridionaltyp/Zonaltyp) erschweren Klimaprognosen und damit Risikoevaluationen für den Menschen. Aus dieser "Unsicherheit", einhergehend mit derzeit noch kaum möglicher Erfahrbarkeit des Klimarisikos, folgt die schwierige Perzeption der Klimarisiken durch die Allgemeinheit.

### **3.3.3 Meinungsunterschiede über Klimarisiken**

In der seriösen Welt der Naturwissenschaft sind die Klimafolgen der anthropogenen Spurengasanreicherung in der Atmosphäre inzwischen unumstritten. Allgemein wird eine troposphärische Erwärmung und eine stratosphärische Abkühlung erwartet. Ausmaße und Raummuster differieren jedoch erheblich, je nach Modellansatz (siehe Kap. 2). Die Entwicklung leistungsfähiger GroBbrechenanlagen wird in Zukunft "bessere" Ergebnisse erwarten lassen, da das Klimasystem dann detaillierter parameterisiert werden kann. Umstritten ist vor allem noch die Rolle der Bewölkungsänderungen im Rahmen der anthropogenen Klimamodifikationen. Veränderungen der Wolkenhöhen und vor allem der Wolkenbedeckung können regional die Klimawirkung der Spurengase sogar übercompensieren. Von Seiten der Paläoklimatologie wird darüber hinaus der Analogfall des "neolithischen Klimaoptimums" angeführt, welches mit deutlich höheren Temperaturen als heute auf die Kaltzeit post ca. 8500 B.P. folgte und soweit bekannt, weltweit eine ökologische Gunstphase des Klimas gewesen ist. Auch erinnert die Paläoklimatologie daran, daß wir derzeit in einem Interglazial leben und daher die anthropogene Erwärmung der Troposphäre die nächste Eiszeit zugunsten der Erhaltung weiterer Lebensräume für den Menschen zumindest hinauszögern könnte (FRENZEL, HOHENHEIM, SWF-Interviews). Es ist also durchaus umstritten, ob die derzeit ablaufende anthropogene Klimamodifikation für die Menschheit global gesehen und in langen

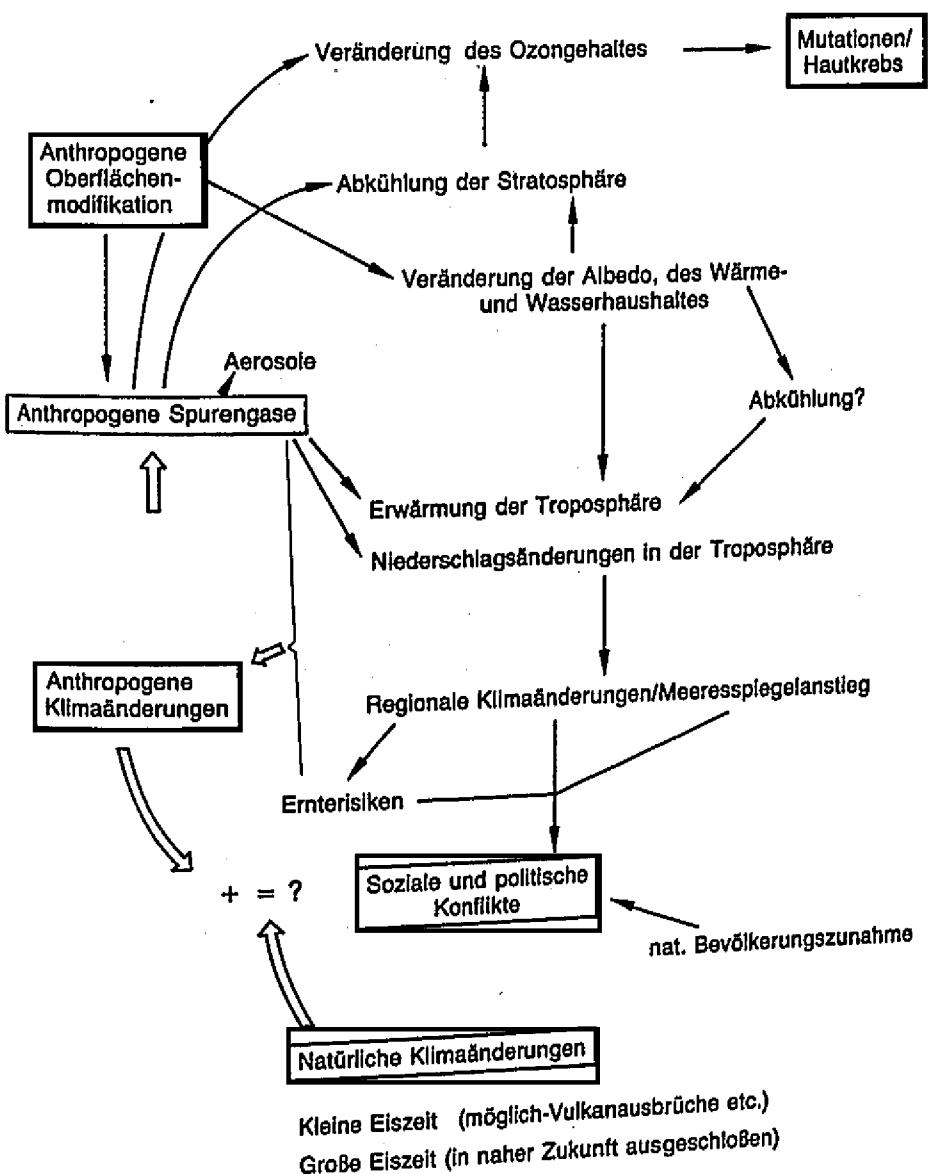


Abbildung 17: Schema zum Risiko von Klimaänderungen

Zeiträumen gedacht von Nachteil sein muß. Kurzfristig birgt sie jedoch sicher ein hohes Konfliktpotential. Strittiger als das CO<sub>2</sub>-Risiko wird in der Fachwelt das Ozon-Risiko diskutiert. Hier stehen sich noch heute die Fronten der "Chemiker" und der "Dynamiker" gegenüber, die das Ozonloch primär anthropogen (Chlorfluor-Kohlenwasserstoffe) oder primär natürlich erklären wollen (siehe Sachteil). Die möglichen Folgen für den Menschen (Mutationen) sind jedoch unabhängig von der Natur des Ozonloches. Jedoch nehmen die Dynamiker an, daß der Prozeß der Ver-

tiefung und Ausdehnung des Ozonloches auf die Polargebiete beschränkt bliebe und damit kaum ein Risiko für die Menschen existiere, zumal der Prozeß auch rückläufig sein könne, während die "Chemiker" mit einer weltweiten Ausdünnung des "Ozonschutzschildes" rechnen. Die neuesten Messungen unterstützen eher die 'Chemiker'. Allerdings könnte die troposphärische Ozonanreicherung in den industrialisierten Staaten infolge des Kraftverkehrs etc. das Hautkrebsrisiko mindern, so daß auch die Wirkungen auf den Menschen nur schwer abschätzbar sind. Veränderungen der Hautkrebsstatistik (vgl. FRANKENBERG, 1986) lassen sich zudem kaum auf die Ozonproblematik zurückführen, da der Drang zu Sonnenbädern in subtropischen Regionen ("Germanengrill") wahrscheinlich gravierender wirkt. Der Summationseffekt von Verhalten und Zunahme der Strahlung könnte jedoch verheerend sein, zumal das Sonnenbaden in "Reinluftgebieten" stattfindet.

### 3.3.4 Gruppenkonflikte um Klimarisiken

Die Gruppenkonflikte um Klimarisiken lassen sich auf den Punkt der zukünftigen Energiestrategien reduzieren, welche für die zukünftige anthropogene Spurengaszufluhr in die Atmosphäre und damit die anthropogene Klimamodifikation entscheidend sind. Daher sind die zukünftigen Energieszenarien in Kap. 2 relativ ausführlich behandelt worden. Es zeichnen sich folgende gruppenspezifischen Energieszenarien ab, je nachdem ob das Nuklearrisiko oder das Klimarisiko höher bewertet werden. Daneben stehen die Strategien der Energieeinsparung und der Alternativenergien. Jede Strategie ist gleichsam gruppenspezifisch.

Bei einer hohen Bewertung des zukünftigen Klimarisikos vor allem durch die anthropogene CO<sub>2</sub>-Zufuhr in die Atmosphäre und gleichzeitiger Erkenntnis, daß alternative Energien (Sonne, Wind) nicht in hinreichendem Maße verfügbar sind, bietet sich die Kernenergie an, nicht nur den in Zukunft noch steigenden Energiebedarf zu decken, sondern auch die Energieerzeugung über die Verbrennung fossiler Rohstoffe zu ersetzen und damit die CO<sub>2</sub>-Belastung der Atmosphäre zu mindern. Diese These, welche rein atmosphären-wissenschaftlich durchaus einen Lösungsansatz bietet, wird naturgemäß von den Industrie- und Wirtschaftszweigen vertreten, welche mit dem Bau von Kernkraftwerken in Verbindung stehen. Bei verstärktem Einsatz der Kernenergie könnten zudem auch andere Atmosphärenbelastungen, wie durch Schwefeldioxid aus der Verbrennung fossiler Rohstoffe verminder werden.

Spätestens seit "Tschernobyl" steht dieser Propagierung der Kernenergie eine "öffentliche Meinung" gegenüber, die das lokale Risiko von Kernkraftwerken höher bewertet als das langfristigere und wesentlich globalere Klimarisiko. Zu den Kernkraftgegnern zählen die "Grünen" als ökologisch-politische Bewegung und weitere politische Partialgruppen aller Parteien, die sich allerdings zu den Klimarisiken aus der konventionellen Energieerzeugung wohl bewußt wenig äußern, da sie sonst Kernkraftrisiko und Klimarisiko gegeneinander abwägen müßten, mit offenem Ausgang! Gegen den verstärkten Einsatz der Kernkraft und für die weitere Energieerzeugung über die Verbrennung fossiler Rohstoffe sind bestimmte Regierungen (Nordrhein-Westfalen) oder Wirtschaftsverbände (Ruhrkohleverband) aus ebenso egoistischen wirtschaftlichen Gesichtspunkten wie manche Befürworter der Kernenergie.

Eine dritte Gruppe erkennt das Dilemma zwischen Kernkraftrisiko und Klimarisiko, man könnte diese heterogene Gruppe als "Intellektuelle Ökologen" bezeichnen (z.B. Spörl in Baden-Württemberg). Sie entwerfen ein Energiekonzept drastischer Einsparungen an Energie durch den Einsatz von Hochtechnologie (Supraleiter etc.), der hochtechnologischen Filterung der Abgase konventioneller Kraftwerke (für CO<sub>2</sub> noch nicht gelöst!) und der Nutzung alternativer regenerabler Energien (Sonnenenergie, Windenergie, Wasserkraft). Objektiv betrachtet reichen allerdings alternative Energien nicht aus, global den Energiebedarfswuchs zu decken, geschweige denn "risikoreichere" Energieerzeugung zu substituieren. Die dritte Gruppe rekrutiert sich aus allen politischen und ökonomischen Bereichen. Sie ähnelt damit einer vierten Gruppe, den "intellektuellen Pragmatiken", welche sowohl das Kernkraft- als auch das Klimarisiko hoch bewerten und daher vor allem einseitige Entscheidungen verhindern wollen. Zu ihr tendieren im politischen Spektrum etwa der Ministerpräsident des Landes Baden-Württemberg (L. Späth). Ihr Credo ist: Weltestgehend gesicherte Kernkraftnutzung solange keine Alternativen möglich sind, Energieeinsparungen durch den Einsatz von Hochtechnologie, Reinigung der Abgase konventioneller Kraftwerke bei Minderung ihres Energieerzeugungsanteils. Auf diese Weise könnte es gelingen, sich gleichsam zwischen Kernkraft- und Klimarisiko hindurchzulavieren.

Die Klimawissenschaftler tendieren, soweit sie überhaupt Stellung nehmen, zur letztgenannten Gruppe, BACH (1982) kann eher zur drittgenannten Gruppe gerechnet werden. Er bezieht allerdings den Gedanken der Energiegewinnung ein. Konflikte bestehen zwischen den Klima-Wissenschaftlern allerdings höchstens am Rande, da sie sich auch nur randlich mit den Risiken für den Menschen und primär mit denen für das Klima beschäftigen. Auch zwischen Wirtschaftszweigen bestehen kaum Konflikte, da kaum eine ganze Unternehmensgruppe einseitig auf den Bau bestimmter Kraftwerkstypen ausgerichtet ist, dazu sind sich Nuklear-Wärmekraftwerke und konventionelle Wärmekraftwerke noch zu ähnlich. Sie unterscheiden sich ja "nur" in der Art und Weise, wie man Wasser erhitzt.

Bei den Medien ist die Bewertung der Risiken für das Klima aus der anthropogenen Spurengasanreicherung in der Atmosphäre und des Kernkraftrisikos sehr zwiespältig. Überregionale gehobene Zeitschriften wie "Spiegel" und "Zeit" publizieren über beide Risiken, ohne sich allerdings, wie etwa Politiker, entscheiden zu müssen. In ihnen finden sich im Grunde objektive Darstellungen. Die breite Öffentlichkeit scheint derzeit so auf das erlebte Kernkraftrisiko (Tschernobyl) fixiert, daß das langfristige Klimarisiko, welches ja auch "nur" prognostiziert ist, keinen Widerhall findet. Dabei spielt sicher auch die Assoziation von Kernkraft und Nuklearwaffen eine Rolle. GAU's und Nuklearkriege werden für wahrscheinlicher gehalten als Klimaänderungen, zumal die Erfahrungen gegen die Perzeption des Klimarisikos sprechen. Auf die warmen Winter der 70er Jahre, von manchen bereits als CO<sub>2</sub>-Folge postuliert, folgten die kalten Winter der 80er Jahre, auf die warmen Sommer 1982 und 1983 etwa ein extrem kühler Sommer 1987. Damit schließt der Erfahrungsbereich das Risiko globaler Erwärmung z.B. derzeit noch weitestgehend aus!

Das Ozonrisiko ist der breiten Öffentlichkeit wesentlich leichter vermittelbar. - Die Warnung vor einer Zunahme von Hautkrebskrankungen als Folge vermehrter UV-Strahlung dank "Reduktion des stratosphärischen Ozonschirms" fällt auf den

fruchtbaren Boden der verbreiteten Krebsangst. Da die Vermutung bestärkt wird, Chlorfluorkohlenwasserstoffe seien die Hauptagenten der "Ozonzerstörung", sind eigentlich alle Gruppen, wie in den USA bereits geschehen, für ein Verbot dieser Treibgase in Spraydosen. Ersatzstoffe sind gefunden, bzw. Alternativ-Techniken entwickelt, so daß auch die Industrie problemlos auf Frigene als Treibgase in Spraydosen verzichten kann. Im Gegensatz zum hohen Umweltbewußtsein des bundesdeutschen Bürgers steht allerdings noch die geringe Akzeptanz alternativer Spraygase etc., weil die Preise z.T. höher liegen. Wirtschaft und Politik haben sich jedoch auf einen Fahrplan zum Ausstieg aus den Frigenen als Treibgasen geeinigt. Dies geht jedoch manchen Gruppen (Die Grünen) nicht schnell genug, und es gibt auch noch Probleme hinsichtlich der Harmonisierung im EG-Bereich.

Problematischer ist für die Industrie der Verzicht auf Chlorfluorkohlenwasserstoffe als Kühlmittel in Kühlgeräten oder als Isolationsmittel bei Transformatoren. Hier ist trotz Forderungen ökologischer Gruppen eine schnelle Lösung kaum in Sicht. Allenfalls bei der Entsorgung von Kühlgeräten kann darauf geachtet werden, daß keine Frigene in die Atmosphäre entweichen. In der Öffentlichkeit und den Medien wird diese Problematik allerdings kaum diskutiert. Man hat sich bisher voll auf die Spraydosen konzentriert.

### **3.3.5 Ursachen von Gruppenkonflikten um Klimarisiken und Ansätze zu einer Risiko-Kommunikation**

Konflikte unter den betreffenden Wissenschaftlern sind zunächst einmal vom Modellansatz her bedingt (siehe Teil 2: Dimensionalität der Modelle) und daher, daß sich bestimmte Bedingungen, wie Bewölkungsänderungen, kaum prognostizieren lassen, obwohl sie für die Einschätzung des Klimarisikos höchst wichtig wären. Ansonsten bestehen Konflikte zwischen den Wissenschaftlern, welche bei ihren naturwissenschaftlichen Leisten bleiben (die Mehrheit) und den wenigen, die sich an die Öffentlichkeit wagen und, um dort Gehör zu finden, spekulativ werden müssen oder zu noch nicht beweisbaren Behauptungen greifen müssen, damit das Risiko vom Laien erkannt wird. Hinsichtlich des Ozonproblems liegt der Konflikt von "Chemikern" und "Dynamikern" gleichsam im Modellansatz: Luftchemie, Luftbewegung.

Die Ursachen der Konflikte im ökonomisch/politischen Bereich hängen einerseits von betriebswirtschaftlichen oder auch volkswirtschaftlichen Interessen, andererseits von der "öffentlichen Meinung" ab. Da diese das potentielle Klimarisiko kaum verinnerlicht hat, spielt es derzeit in der Diskussion, trotz rezent hohen Medieneinsatzes, kaum eine Rolle.

Eine Risiko-Kommunikation unter den Klimawissenschaftlern findet eigentlich nur hinsichtlich der Risiken für das Klima, kaum im Sinne von Klimarisiken für den Menschen statt. Die noch ungelösten naturwissenschaftlichen Probleme sind zu groß, als daß Sekundärdiskussionen breiter Raum gewidmet werden könnte. Eine wirkliche Risiko-Kommunikation über "Klima" findet derzeit auch in der Öffentlichkeit kaum statt, verglichen etwa mit der Kommunikation über Kernkraftrisiken. So gesehen steht die Thematisierung der Klimarisiken noch am Anfang, wobei die Thematisierung des Ozonrisikos in der Öffentlichkeit weiter gediehen ist als die des CO<sub>2</sub>/Spurengasrisi-

kos. Die rezente Häufung von Zeitungsartikeln über Klimarisiken (Die Zeit, Spiegel, Süddeutsche Zeitung) könnte auf den Beginn der Klimarisikokommunikation hinweisen.

### **3.3.6 Besonderheiten der Klima-Risiko-Diskussion in Deutschland**

In der massiven Erfassung der anthropogenen Klimamodifikationen sind die USA den Europäern und damit auch den Deutschen vorausgeellt. Dies liegt daran, daß die ersten numerischen Modelle der Zirkulation der Atmosphäre in den USA entwickelt wurden (siehe Sachteil: MANABE und WEATHERALD) und auch nur dort entsprechende "hard-ware" verfügbar war. Die Idee der Klimamodifikation durch anthropogene Spurengase war aber wesentlich älter. An ihr waren Deutsche maßgeblich beteiligt. Da jedoch die moderne naturwissenschaftliche Erforschung der CO<sub>2</sub>-Klimarisiken und auch des Ozonrisikos in Deutschland erst mit mehrjährigem "time lag" gegenüber den USA einsetzte, ist auch die Diskussion stark verzögert worden (vgl. FLOHN, 1985).

Als man in den USA bereits Spraydosen verbot, "schwiegen" in Deutschland dazu die Medien noch weitgehend. Die Klimaprobleme waren noch nicht aktuell. Auch heute fehlt es einem kleinen Land, wie der Bundesrepublik, an Ressourcen etwa zur "Ozonlochforschung". Hier haben die USA mit Beobachtungsflugzeugen und Satelliten einen eindeutigen Vorsprung, den nur die EG wettmachen könnte. Die Klimaprojekte der Bundesregierung und der EG versuchen, den Forschungsvorsprung der USA auf dem Gebiet anthropogener Klimamodifikation aufzuholen. Solange dies nicht gelingt, hinkt auch die Diskussion in Europa derjenigen der USA nach, trotz bester transatlantischer Kommunikation und Wissenschaftleraustausch. Dies gilt vor allem für die Breite der Diskussion, weniger für ihre Tiefe unter wenigen Spezialisten.

In der Öffentlichkeit wird die Diskussion um Klimarisiken in Deutschland, wenn überhaupt, ideologischer und emotionaler geführt, als etwa in Frankreich. Dort spricht man vom "irrationalisme" der Deutschen (Le Monde). So hat die Öffentlichkeit Frankreichs kaum Probleme mit der Kernkraft, wodurch sich der Antagonismus Kernkraftrisiko/Klimarisiko dort auch nicht in der Schärfe stellt, wie in der Bundesrepublik Deutschland.

### **3.3.7 Sozialwissenschaftliche Ansätze zur Klima-Risiko-Kommunikation**

Da bisher das Klimarisiko als Folge anthropogener Klimamodifikationen der Öffentlichkeit kaum vermittelbar war, das Risiko aber global und gravierend ist, wäre es Sinn sozialwissenschaftlicher Ansätze, die Kommunikation über Klimarisiken in breiter Öffentlichkeit erst voll zu erzeugen. Dabei wäre zunächst zu erforschen, warum Klimarisiken eine bislang noch geringe Perzeption erfahren, und danach auch, wie zukünftige Klimarisiken der Öffentlichkeit besser vermittelt werden könnten angesichts des Faktums, daß alle Aussagen mit einer relativ hohen Irrtumswahrscheinlichkeit belegt sind. An derartigen Untersuchungen dürften die politischen Entscheidungsträger primäres Interesse haben, aber auch die Wissenschaft, da ihre Förderung von der Breitenwirksamkeit der Ergebnisse nicht unabhängig ist. "Naturgemäß" hätten auch die Befürworter der Kernkraft Interesse an einer breiten Kom-

munikation über Klimarisiken. Vor allem müßte es im Eigeninteresse der Sozialwissenschaften liegen, ein derart schwer greifbares Risiko in ihrem Sinne zu erforschen.

#### 4. Schlußbemerkung

Frage man sich, das Thema der anthropogenen induzierten Klimarisiken abschließend, nach den Möglichkeiten der Risikovermeidung, also eines Managements des Klimarisikos im Sinne von BACH (1982), so könnte folgende Strategie erfolgreich sein, wenn es angesichts einer langfristig drohenden Eiszeit überhaupt opportun sein sollte, dem Treibhauseffekt entgegenzuwirken.

In jedem Fall muß das Ozonrisiko durch ein weltweites Verbot des Einsatzes von Chlor-Fluorkohlenwasserstoffen als Treibgase in Spraydosen etc. gemindert werden. Die Industrie sollte Ersatzstoffe für CFM's als Kühlmittel etc. finden. Die Reduktion der teilweise bereits überhöhten N-Düngung in der ersten Welt sollte den  $N_2O$  Eintrag in die Atmosphäre dämpfen.

Zur Vermeldung des Treibhausrisikos sollten bei der Energieinsparung die fossilen Brennstoffe und damit die konventionellen Wärmekraftwerke substituiert werden durch: maximale Energieinsparungen per Hochtechnologie (Supraleiter, Wärmekoppelung, sparsame Geräte und Leuchtmittel etc.), durch maximale Nutzung regenerierbarer Energien (Wasserkraft, Wind-, Solarenergie, Erdwärme) sowie den Einsatz risikoarmer Hochtechnologie-Kernkraftwerke wie des Hochtemperaturreaktors. Die Schadstoffemissionen des Kraftverkehrs könnten fast gänzlich durch alternative Treibstoffe ausgeschaltet werden (Stichwort: Rapsölmotor). Die Spuren-gassenken, wie tropische Regenwälder, sollten per internationalem Finanzausgleich in Funktion gehalten werden. Diese Management-Maßnahmen sind technologisch machbar und auch ökonomisch vertretbar. Sie müßten allerdings global erfolgen. Dazu bedürfte es zunächst einer Klima-Risiko-Perzeption durch die Öffentlichkeit.

#### Literatur

Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen (AGF) (1987): Menschlicher Einfluß auf das Klima.-Tagung der AGF am 26./27.11.1987. Bonn.

BACH, W. (1980): Untersuchung der Beeinflussung des Klimas durch anthropogene Faktoren.- Münstersche Geographische Arbeiten, 6. Paderborn.

BACH, W. (1982): Gefahr für unser Klima: Wege aus der  $CO_2$ - Bedrohung durch sinnvollen Energieeinsatz. Karlsruhe.

BACH, W., H.-J. JUNG, H. KNOTTENBERG (1985): Modelling the influence of carbon dioxide on the global and regional climate. Münstersche Geographische Arbeiten, 21, Paderborn.

BACH, W. (1986): Klimabeeinflussung durch Spurengase.- GR 38, 2, 58-70.

- BARNETT, T.P. (1985): Long term climate change in observed physical properties of the oceans. In: Detecting the climatic effects of increasing Carbon Dioxide. DOE/ER-0235 Report, Dec. 1985, United States Dep. of Energy.
- BERGER, A. (1984): Anthropogenic impacts on climate.- In: The climates of Europe: past, present and future, FLOHN, H., R. FANTECHI 1984, 134-197.
- BERGER, A. (ed.) (1981): Climatic variations and variability, facts and theories.-
- BOLIN, B. (1981): The carbon cycle.- In: BERGER 1981, 623-639.
- CALDER, N. (1977): Die Wettermaschine - Droht eine neue Eiszeit?. Hamburg.
- DÜTSCH, H.U. (1980): Ozon- und Sonnenfleckencyklus.- In: Das Klima, Heidelberg, Berlin, New York, 261-274.
- DUPLESSY, J.C. (1984): Anthropogenic impacts on climate.- In: FLOHN, H., R. FANTECHI, 118-133.
- EHHALT, D.H. (1987): Grundlagen der stratosphärischen Ozonchemie. In: Promet 1/2, 41-60.
- ESSER, B. (1987): Sensitivity of global carbon pools and fluxes to human and potential climate impacts. In: Tellus, 39 B, 3, 245-260.
- FISCHHOFF, B. (1979): Hot air: The psychology of CO<sub>2</sub>-induced climatic change.- In: H. Harvey (Hg.): Cognition, social behavior and environment., Hillsdale, N.J., 163-184.
- FLOHN, H., R. FANTECHI (1984): The climate of Europe: Past, present and future. Dordrecht.
- FLOHN, H. (1985): Das Problem der Klimaveränderungen in Vergangenheit und Zukunft. In: Erträge der Forschung, 220. Darmstadt.
- ders. (1986): Treibhauseffekt und Klima-Stand und Perspektiven. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Sonderdruck, Heft 12.
- ders. (1987): Treibhauseffekt und Klima - Stand und Perspektiven. GRS - Fachgespräch 1987. Betriebserfahrungen und Reaktorsicherheit.
- FRANKENBERG, P. (1984): Rezente Temperaturtrends in der Bundesrepublik Deutschland. In: Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Mainz.
- FRANKENBERG, P. (1986): Zur Geographie von Krebserkrankungen.- Eichstätter Beiträge, 16. Regensburg.
- GARRELS, R.M. (1981): Controls of Atmospheric O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub>: past, present and future. In: B.J. Stinner (ed.), Climate past and present Los Altos.
- Global 2000 (1980): Der Bericht an den Präsidenten. Washington.
- HAMPICKE, U., W. BACH (1980): Die Rolle terrestrischer Ökosysteme im globalen Kohlenstoff-Kreislauf.- In: Münstersche Geographische Arbeiten, 6. Paderborn.
- KELLOG, W.W. (1978): Global influences of mankind on the climate.- In: J. Gribbin (ed.), Climatic change. New York, Melbourne, 205-277.
- KLEY, D. (1974): Physikalisch-Chemische Probleme der Ozonsphäre. In: Chemie in unserer Zeit, B, 2, 54-62.

LAUER, W., P. FRANKENBERG (1981): Untersuchungen zu Humidität und Aridität von Afrika - Das Konzept einer potentiellen Landschaftsverdunstung. Bonner Geogr. Abhdt., Heft 66. Bonn.

LAUER, W., P. FRANKENBERG (1986): Wein und Witterung in der Rheinpfalz und im Rheingau seit Mitte des 16. Jahrhunderts. In: Sonderdruck aus Colloquium Geographicum, 19, 99-112. Bonn.

LAUER, W., P. FRANKENBERG (1986): Zur Rekonstruktion des Klimas- im Bereich der Rheinpfalz seit Mitte des 16. Jahrhunderts mit Hilfe von Zeitreihen der Weinquantität und Weinqualität.- In: Paläoklimaforschung, 2, Akademie der Wissenschaften und der Literatur. Mainz.

MÖRNER, N.-A., W. KARLEN (1984): Climatic changes on a yearly to millennial basis. Dordrecht.

NIEHAUS, F. (1981): The impact of energy production on atmospheric CO<sub>2</sub>-concentrations. In: BERGER 1981, 641-660.

PETERMANN, J. (1987): Ozonschicht: Leck im Raumschiff Erde?. In: Der Spiegel, 41 (49), 262-273.

RANDOW, Th., von (1987): Der Riß im Himmel. In: Die Zeit. Nr. 12.

SCHLESINGER, M.E. (1986): Equilibrium and transient climatic warming induced by increased atmospheric CO<sub>2</sub>. In: Climatic Dynamics, 1, 1.

SCHNEIDER, S.H. (1978): Klima in Gefahr - Strategien zur Beherrschung des Wetters. Frankfurt.

SCHNEIDER, S.H. (1987): Klimamodelle. Spektrum der Wissenschaft, 7, 52-59.

SMARGORINSKY, J. (1981): CO<sub>2</sub> and climate - a continuing story. In: BERGER, 661-687.

WIGLEY T.M.L., M.J. INGRAM, G. FARMER (1981): Climate and history. Cambridge.

# Inhalte und Konzepte der Risiko-Kommunikation

Helmut Jungermann (Technische Universität Berlin)

---

<b>1. Der dritte Blick auf den Risiko-Begriff</b>	<b>309</b>
<b>2. Welche Risiken werden kontrovers diskutiert?</b>	<b>311</b>
<b>3. Wie sind die Risiken definiert und charakterisiert?</b>	<b>315</b>
3.1 Ursachen oder Quellen von Risiken	318
3.2 Schadensspektrum, Schadengewichtung und Schadensmerkmale	318
3.3 Wahrscheinlichkeiten, Möglichkeiten und Unschärfe	320
<b>4. Wann kann man Risiken vergleichen - und wann nicht?</b>	<b>322</b>
<b>Literatur</b>	<b>326</b>

---

## 1. Der dritte Blick auf den Risiko-Begriff

Die Diskussion um die technische, ökonomische und soziale Entwicklung unserer Gesellschaft wird seit etwa einem Jahrzehnt vom Begriff des Risiko geprägt. Der Erfolg des Buches über die "Risikogesellschaft" von BECK (1986) ist symptomatisch dafür, wie sehr dieser Begriff "Risiko" einen Nerv der Industriegesellschaft trifft. Ob man dies darauf zurückführt, daß in der Industriegesellschaft die Risiken real zugenommen haben, oder darauf, daß durch die zunehmende Erweiterung des Entscheidungsspielraumes einst quasi- natürliche Gefahren lediglich in Risiken transformiert worden sind (vgl. die Einleitung zu diesem Band), ist aus der Perspektive eines Beobachters der Risikodebatte gleichgültig. Ihm fällt zunächst einmal schlicht auf, daß alle vom Risiko reden.

Aber wissen alle, wovon die Rede ist? Oder genauer: Weiß man, wenn man von "Risiken" spricht, ob die anderen das darunter verstehen, was man selbst damit meint? Und umgekehrt, wenn andere von "Risiken" sprechen, weiß man, was sie damit meinen, und ob sich das, was sie damit meinen, mit dem deckt, was man selbst unter diesem Begriff versteht?

Auf den ersten Blick scheint die Problematisierung des Begriffes unnötig. "Risiko" ist die Möglichkeit eines Schadens, und die Höhe eines Risikos bestimmt sich als Ausmaß des Schadens, gewichtet mit der Wahrscheinlichkeit seiner Realisierung. Doch die Auseinandersetzungen um die Kernenergie in den siebziger Jahren machten

deutlich, daß dieser der Versicherungsmathematik entstammende und in der Kerntechnik verwandte Begriff von Risiko sich offenbar nicht mit dem Verständnis von Risiko deckte, das in der Öffentlichkeit die Haltung zur Kernenergie bestimmte. Während "die Experten" auf das relativ geringe Risiko der Kernenergie verwiesen, empfanden "die Laien" dieses Risiko als fast unvergleichlich hoch. Offenbar meinten beide nicht das Gleiche, wenn sie vom "Risiko" redeten.

Auf einen zweiten Blick, unternommen von den Sozialwissenschaften, wurden dann die Unterschiede zwischen dem analytischen Risikobegriff von Technik und Wirtschaft einerseits und dem intuitiven Risikobegriff der Öffentlichkeit genauer erkennbar (vgl. SLOVIC, FISCHHOFF & LICHTENSTEIN 1981, SLOVIC 1987, JUNGERMANN & SLOVIC 1990). So zeigten zahlreiche Untersuchungen, daß sich Experten bei ihrer Einschätzung des Risikos technischer Systeme (z.B. Kohlekraftwerk oder Auto) oder bestimmter Aktivitäten (z.B. Rauchen oder Fliegen) im wesentlichen an der Schadensdimension Todes- bzw. Krankheitsfälle und der relativen Häufigkeit ihres Auftretens orientierten; demgegenüber spielen für Laien offenbar zusätzlich noch andere Merkmale eine Rolle, wie vor allem das Katastrophenpotential einer Technik oder Aktivität, die Freiwilligkeit, mit der das Risiko eingegangen wird, und die Kontrollierbarkeit, die man einer Technik oder Aktivität zuschreibt. Einem im Prinzip quantifizierbaren analytischen Risikobegriff der Experten scheint also ein eher qualitatives intuitives Verständnis von Risiko bei den Laien gegenüberzustehen. Damit erklären sich weitgehend die unterschiedlichen Rangreihen von Experten und Laien, die man erhält, wenn man sie Systeme und Aktivitäten nach der Höhe ihres Risikos ordnen oder dieses Risiko direkt einschätzen läßt. Die hier skizzerte Kontrastierung und die umfangreiche sozialwissenschaftliche Forschung zu den Facetten des intuitiven Risikobegriffes suggeriert, daß es auf der Seite von Technik und Wirtschaft, der Seite der Experten, einen mehr oder weniger eindeutigen, homogenen, quantitativen Risikobegriff gebe, der keiner weiteren Prüfung bedürfe. Damit verknüpft sich dann auch die Vermutung einer prinzipiellen Vergleichbarkeit technischer oder technisch bedingter Risiken, die natürlich - vor allem im technologiepolitischen Raum - große Attraktivität besitzt. Aber wie erklärt sich dann, daß sich "die Experten" in den Technikbereichen, die heute kontrovers diskutiert werden, keineswegs über die Einschätzung der Risiken einig sind, sondern sich untereinander oft nicht minder heftig streiten als es Experten und Laien oft tun? Operieren die sich streitenden Gruppen aus Technik, Wirtschaft oder Politik vielleicht ebenfalls implizit oder explizit mit unterschiedlichen Risikobegriffen?

Ein dritter Blick ist daher sinnvoll und erforderlich, der die in den heute diskutierten Feldern benutzten Konzepte von Risiko ins Auge faßt und ihre Gemeinsamkeiten und Unterschiede identifiziert. Ein Blick also, der sich einer genaueren Prüfung des Risikobegriffes "der Experten" widmet. In ihrer Analyse der Konflikte über "risky technologies" haben VON WINTERFELDT & EDWARDS (1984) bereits eine Reihe relevanter und interessanter Differenzierungen vorgeschlagen, die jedoch nur partiell und indirekt auf den Risiko-Begriff selbst übertragbar sind. Um diesen Begriff jedoch soll es im folgenden gehen. Zunächst werden die in den verschiedenen Bereichen kontrovers diskutierten materialen Risiken exemplarisch und vergleichend beschrieben, wie sie in den Expertisen von PETERS, UTH, VAN DEN DAELE, HENNEN und

FRANKENBERG (in diesem Bande) ausführlich dargestellt werden. Anschließend werden wesentliche Merkmale der jeweils zugrundeliegenden Risikobegriffe, werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede identifiziert. Aus dieser Analyse werden abschließend Konsequenzen für Risiko-Vergleiche gezogen, insbesondere für eine Beurteilung der Idee einer einheitlichen "Risiko-Skala" zur Bewertung von und Entscheidung über Technologien.

## 2. Welche Risiken werden kontrovers diskutiert?

Im folgenden werden repräsentative und typische Risiken, die in den einzelnen Bereichen diskutiert werden, getrennt für diese Bereiche aufgeführt. Die Reihenfolge orientiert sich dabei grob an der Prägnanz der Bereiche und, dies sei vorweg gesagt, der in ihnen verwandten Risiko-Begriffe. Dies ist zugleich partiell eine historische Reihenfolge. Zuerst geht es also um die Kernenergie, dann um die Chemie, die Gentechnik, die Informations- und Kommunikationstechnik und schließlich um die Klimaproblematik.

### Kernenergie

In der Diskussion um die Kernenergie fassen sich mehrere "Argumentationskontexte" unterscheiden, in denen ganz unterschiedliche Arten von Risiken thematisiert werden:

(a) Risiken, die in direktem Zusammenhang mit dem Betrieb kerntechnischer Anlagen stehen, so u.a. (aa) bei der Urananreicherung die Erzeugung und Abzweigung von waffenfähigem Spaltmaterial, (ab) bei der Brennelementfabrikation Schäden durch den Umgang mit hoch giftigem und radiologisch gefährlichem Plutonium, (ac) beim eigentlichen Betrieb von Kernkraftwerken die Abgabe von Abwärme an die Umgebung über Kühlürme oder Kühlwasser sowie natürlich die Freisetzung größerer Mengen von Spaltprodukten bei technischen Störfällen oder äußerer Einwirkung, (ad) bei der Zwischenlagerung die Freisetzung radioaktiver Stoffe bei Beschädigung des Behälters durch äußere Einwirkung, (ae) beim Transport die Entwendung bombentauglichen Spaltmaterials, (af) bei der Wiederaufbereitung eine hohe radioaktive Emission beim Normalbetrieb, und (ag) bei der Endlagerung die Unmöglichkeit der Gewährleistung einer über Jahrtausende reichenden Isolation der Spaltprodukte von der Biosphäre. (b) Risiken durch militärischen Mißbrauch und Terrorismus, so u.a. internationale Spannungen und Kriegsgefahr, Erpressbarkeit des Staates und Erhöhung des Schadensmaßes im Kriegsfall. (c) Risiken durch die Nutzung der Kernkraft als wirtschaftlich wichtige Energiequelle, u.a. eine Behinderung der Entwicklung und Diffusion langfristig besserer Alternativen (z.B. regenerativer Energien), eine Abhängigkeit von Uranlieferanten sowie Versorgungsgengpässe bei der Abschaltung von Kernkraftwerken. Und (d) Risiken durch die gesellschaftliche Institutionalisierung von Kernkraftwerken, u.a. eine geringe demokratische Kontrollierbarkeit und eine Einschränkung der Handlungsmöglichkeiten künftiger Generationen. Vgl. Peters 1990, in diesem Bande.

Der Fokus liegt hier im wesentlichen auf den Risiken, die mit dem Betrieb einer kerntechnischen Anlage verbunden sind, vor allem auf möglichen Katastrophen bei einem Reaktorunfall; diese Risiken sind jedenfalls in der öffentlichen Diskussion dominant, während die anderen Risiken aus gesellschaftspolitischer Perspektive

eher auf der Ebene der Vertreter der verschiedenen Parteien und Bewegungen diskutiert werden. Als **Folgen** werden primär Schäden für Gesundheit und Umwelt diskutiert, die vergleichsweise präzise zu definieren sind, sowie darüberhinaus energiepolitische, gesellschaftspolitische und internationale Fehlentwicklungen, deren Definition ungleich beliebiger ist und daher meist stark die jeweilige politische Grundposition der Akteure widerspiegelt. Bei den **Unsicherheiten** findet man ein entsprechendes Kontinuum, das von der relativ genauen Bestimmbarkeit der Wahrscheinlichkeit spezifischer Schäden für Menschen und Umwelt bei einem Unfall bestimmter Art in einem Reaktor eines bestimmten Typs bis zur kaum präzisierbaren Vermutung der Möglichkeit zur Entwicklung eines "Atomstaates" als Folge der Nutzung der Kernenergie für die Stromversorgung reicht.

### Chemie

Die Chemie ist eines der ältesten, allerdings erst im Verlaufe der letzten zehn Jahre wirklich in den (öffentlichen) Blickpunkt geratenen Felder, in denen der Risiko-Begriff eine Rolle spielt. Als Schwerpunkte der Diskussion werden u.a. folgende Risiken genannt:

- (a) Bei Chemieanlagen und Lägern (aa) Schäden durch Immissionen aus dem Normalbetrieb wie etwa akute Gesundheitsschädigungen (z.B. bei Smog), vor allem aber chronische Schädigungen der Gesundheit (z.B. Krebs oder Organschäden durch Asbest oder Blei) oder der Umwelt (z.B. Algenwachstum durch eutrophierende Stoffe) sowie (ab) Schäden durch Unfälle bzw. Störfälle wie etwa Gesundheitsbedrohung oder Umweltverseuchung durch Ausbreitung toxischer Stoffe. (b) Bei der Reststoffentsorgung auf Deponien die Belastung des Wassers durch Abfluß- und Sickerwässer. (c) Beim Gefahrguttransport unfallbedingte Schadstofffreisetzung oder Schadstoffkonzentrationen. (d) Durch chemische Produkte wie etwa Nahrungsmittelfremdstoffe (d.h. Zusätze wie Nitrat oder Rückstände wie Schwermetalle) im wesentlichen Risiken chronischer Schäden für die Gesundheit. (e) In der globalen Verschmutzung schließlich vor allem Risiken langfristiger und weiträumiger Veränderungen der Biosphäre wie etwa Belastungen von Luft und Wasser oder Strahlungsveränderungen durch Stickoxide. (f) Darüberhinaus indirekte Risiken "der Chemie", so u.a. wirtschaftliche Auswirkungen (z.B. durch zunehmenden Einsatz chemischer Produkte im Haushaltbereich), psychosoziale Auswirkungen (z.B. durch zunehmenden Konsum von Pharmaka), politische Auswirkungen (z.B. durch zunehmende nationale und internationale Verflechtungen) und militärische Auswirkungen (z.B. durch Entwicklung neuer Kampfstoffe). Vgl. Uth 1990, in diesem Bande.

Der **Fokus** liegt hier einerseits auf plötzlich eintretenden Katastrophen, andererseits auf diffusen Tendenzen zu chronischen Schäden. Bei den **Folgen** stehen Schäden für Gesundheit und Umwelt eindeutig im Vordergrund, die auch vergleichsweise leicht zu quantifizieren sind. **Unsicherheit** findet sich sowohl als relativ präziser Wahrscheinlichkeitsbegriff i.S. probabilistischer Risikoanalysen (wie in der Kerntechnik), etwa in der Behandlung von Unfällen und Störfällen, wie auch als nicht-quantifiziertes Konzept von Möglichkeit und Plausibilität, etwa wenn es um die Folgen "globaler Verschmutzung" geht, und endlich in der Festlegung von Grenzwerten.

## Gentechnik

Da es sich bei der Gen-Technik um einen Sammelbegriff für eine Reihe von Verfahren und Methoden handelt, die an sich überall anwendbar sind, wo es um die Untersuchung, Änderung und Nutzung von Lebensvorgängen geht, kann man die Risiken nach dem Anwendungsbereich der Technik unterscheiden. In der Öffentlichkeit diskutiert werden beispielweise:

(a) Für den Bereich der Genforschung u.a. das Risiko einer unbeabsichtigten und unvorhersehbaren Erzeugung neuer pathogener Organismen aus der Rekombination von nicht-pathogenem Ausgangsmaterial sowie, damit verbunden, das Risiko der epidemischen Verseuchung der Bevölkerung oder von Nutztieren durch neue Organismen. (b) Bei der gentechnischen Produktion in geschlossenen Fermentern u.a. das Risiko einer Verseuchung der Umwelt durch neu kombinierte Organismen und das Risiko von Gesundheitsschäden des Personals. (c) In Bezug auf die Freisetzung genetisch manipulierter Mikroorganismen oder Viren u.a. das Risiko einer Übertragung des experimentell eingefügten genetischen Materials auf beliebige Organismen, für die mögliche Auswirkungen weder getestet noch vorhersagbar sind. (d) Bei der Landwirtschaft das Risiko der Fortsetzung des Trends zu immer noch leistungsfähigeren Sorten und Arten mit der Folge genetischer Verarmung und hoher Anfälligkeit für neue Schädlinge und Krankheiten. (e) Bei der Anwendung bei Pharmaka und Impfstoffen u.a. das Risiko der Unterstützung der Symptombehandlung und einer 'Reparaturmedizin', die die gesellschaftlichen Folgen von Erkrankungen ausblendet. (f) Für die genetische Diagnostik u.a. das Risiko einer genetischen Diskriminierung und Selektion von betroffenen Individuen auf dem Arbeitsmarkt und bei Versicherungen. (g) Bei der Gentherapie u.a. das Risiko der Vorbereitung privater oder staatlicher Menschenzüchtung. (h) Und endlich die Risiken bei der militärischen sowie terroristischen Verwendung. Vgl. van den Daele 1990, in diesem Bande.

Der Fokus liegt auf Problemen der Anwendung und vor allem auf Tendenzen als Folge der Anwendung von Gentechnik, weniger auf dramatischen Unfällen oder qualitativen Umschlägen. Bei den Folgen wird ein breites Spektrum von Schäden für Gesundheit und Umwelt, für Gesellschaft, Politik und Kultur diskutiert - keinesfalls nur die klassischen Schäden für Leib und Leben. Die Unsicherheit der Folgen ist, entsprechend der Art der in Betracht gezogenen Folgen, kaum je präzise gefaßt - und wohl auch nicht faßbar, bspw. bei der Frage nach der Wahrscheinlichkeit einer Übertragung des experimentell eingefügten genetischen Materials auf beliebige Organismen oder nach der Wahrscheinlichkeit einer genetischen Diskriminierung und Selektion von betroffenen Individuen auf dem Arbeitsmarkt. Es handelt sich durchweg um qualitative Einschätzungen, über deren Angemessenheit nicht wissenschaftlich entschieden werden kann.

Ein interessanter Risiko-Typ findet sich bei der Diskussion um Gen-Technik mit den sog. "hypothetischen" Risiken. Als hypothetische Risiken werden möglicherweise bestehende, aber nicht konkret nachgewiesene Gefahren verstanden, für die es weder empirische Evidenz noch den Nachweis eines möglichen Kausalmechanismus gibt. Auf diesen Begriff wird noch zurückzukommen sein.

## **Informations- und Kommunikationstechnik**

Auch hier geht es, wie bei der Gen-Technik, vor allem um Risiken, die mit der Anwendung der neuen IuK-Techniken verbunden sind. Man unterscheidet dabei zwischen dem Arbeitsbereich und dem Privatbereich, in dem Anwendungen von IuK-Techniken je verschiedene Risiken für das Individuum, das soziale System und das politische System bergen mögen, wenn man sich die vor allem sozialwissenschaftliche Diskussion anschaut. Es werden u.a. folgende Risiken genannt:

(aa) Beim Einsatz von Computern im Arbeitsbereich das Risiko eines Verlustes an Autonomie und Kreativität und einer Entwertung persönlicher Erfahrung sowie das Risiko einer Zunahme von Kontrollen durch Personalinformationssysteme. (ab) Beim Einsatz von Computern im außerberuflichen Alltag das Risiko eines Verlustes sozialer Kompetenz durch Rückzug in die "Computerwelt" und das Risiko der Entstehung eines "knowledge gap" zwischen gesellschaftlichen Gruppen. (ba) Bei der Anwendung von IuK-Technik für die Individualkommunikation bzw. für interaktive Dienste im Arbeitsbereich das Risiko des Verlustes sozialer Kontakte und der Zerstörung sozialer Beziehungen durch zunehmende Mensch-Maschine-Kommunikation. (bb) Bei der Anwendung im außerberuflichen Alltag das Risiko einer Überforderung durch Automatisierung von Dienstleistungen und der Entpersonalisierung sozialer Beziehungen. (c) Bei der Anwendung von IuK-Technik im Bereich der Massenkommunikation schließlich das Risiko zunehmender Passivität und zunehmenden Realitätsverlustes sowie politischer Apathie. Vgl. Hennen 1990, in diesem Bande.

Auch hier liegt der Fokus auf schlechrenden und eher diffusen Tendenzen. Als Folgen werden primär mentale, soziale und politische Risiken diskutiert, deren Definition und Präzisierbarkeit kaum erkennbar ist. Entsprechend ungenau, ja fast irrelevant ist in dieser Risiko-Diskussion das Konzept der Unsicherheit; paradoxerweise scheinen die Prognosen mit um so größerer Sicherheit vorgetragen zu werden, je unklarer die theoretische und empirische Evidenz ist. Wiederum trifft der Begriff der hypothetischen Risiken, wie er oben eingeführt wurde, die Art der diskutierten Risiken recht genau.

## **Klimaproblematik**

In der Klima-Diskussion geht es um die vielfältigen Veränderungen, die der Umgang mit Technik durch Menschen für das Klima zur Folge haben könnte. Frankenberg nennt u.a. folgende Risiken:

(a) Das Risiko der Erwärmung der Troposphäre und der Abkühlung der Stratosphäre durch die Injektion von Spurengasen ( $\text{CO}_2$  etc.) und damit verbunden einer "Verschiebung" von Klimazonen. (b) Das Risiko weltweiter Niederschlagsänderungen durch die Anreicherung anthropogener Spurengase in der Atmosphäre mit gravierenden Folgen für die Ernteerträge. (c) Das Risiko eines weltweiten Anstiegs des Meeresspiegels mit schweren Folgen für Küstengebiete. (d) Das "Basisrisiko" der anthropogenen "Oberflächenmodifikation", bspw. durch Abholzung tropischer Regenwälder, womit diverse Klimaparameter beeinflusst werden. (e) Das Risiko der "Ausdünnung" der Ozonschicht durch Injektion von Gasen in die Stratosphäre und infolge der Abkühlung der

Stratosphäre durch den Eintrag anthropogener Spurengase in die untere Atmosphäre, mit der Gefahr von Mutationen bei Lebewesen und erhöhter Anzahl von (Haut-) Krebskrankungen. (g) Das Risiko der Anreicherung anthropogener Aerosole in der Troposphäre durch Verbrennungsvorgänge. (h) Das Risiko natürlicher Klimaänderungen in Interaktion mit den anthropogenen Klimamodifikationen. Vgl. Frankenberg 1990, in diesem Bande.

Der **Fokus** liegt hier ebenfalls auf langfristigen, nicht auf plötzlichen Veränderungen. Bei den **Folgen** werden - und das ist der große Unterschied zu den in den übrigen Feldern behandelten **Risiken** - nicht primär Folgen für den Menschen umschrieben, sondern zunächst einmal Folgen für das Klima; mit Vorsicht nur werden daraus mögliche langfristige Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen und auf seine Umwelt abgeleitet. Die mit der Abschätzung solcher globalen und inkrementellen Folgen verbundene **Unsicherheit** ist diffus; eine Quantifizierung von Wahrscheinlichkeit ist nicht einmal in Ansätzen absehbar - man bewegt sich durchweg im Rahmen von allerdings daten-gestützter Vermutungen, die sich bestenfalls auf den Nachweis kausaler Beziehungen zwischen einzelnen Parametern stützen können. Die **realen Risiken** sind tatsächlich äußerst undeutlich.

Klima unterscheidet sich von den anderen hier behandelten Feldern in einem wichtigen Aspekt: Es handelt sich nicht um die von einer einzelnen Technik und / oder ihren vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten direkt ausgehenden Risiken. Es handelt sich vielmehr um Indirekte Risiken für den Menschen und seine Umwelt, denn sie entstehen nicht unmittelbar durch einzelne, technik-bezogene Handlungen (bspw. Gebrauch von Spraydosen mit FCKW) und Systeme (spez. der Energieproduktion), sondern erst als Folge der durch diese Handlungen oder Systeme bewirkten klimatischen Veränderungen.

### 3. Wie sind die Risiken definiert und charakterisiert?

Wenn man so wie hier die wichtigsten materialen Risiken, die in den verschiedenen Bereichen diskutiert werden, nebeneinander stellt, wird unmittelbar die ungemeine Heterogenität und Vielfältigkeit des Risiko-Begriffes deutlich. Es wird evident, daß es jenseits der allgemeinen Idee des Risikos als einem Schaden, der möglicherweise als Folge der Aktivität eines Systems oder eines Menschen eintritt, mehr Unterschiede als Gemeinsamkeiten in den jeweils verwandten Risiko-Begriffen gibt - daß man also schwerlich eine bestimmte spezifische Risikodefinition zur allein richtigen, sinnvollen oder gar objektiven Definition erheben kann. Je nach Technikfeld und je nach Perspektive unterscheiden sich vielmehr die Risiko-Konzepte und damit auch die Beurteilungen von Risiken. Für eine Identifikation der wichtigsten Unterschiede sind drei Fragen wichtig: (a) Auf was für einen Typ von Risikoquelle beziehen sich die Risiken? (b) Welcher Schaden oder welche Schadentypen werden in Betracht gezogen? (c) Wie wird die Unsicherheit gefaßt, die bezüglich des Eintretens eines Schadens besteht?

### **3.1 Ursachen oder Quellen von Risiken**

**Systeme:** Am einfachsten ist die Risikoquelle identifizierbar, wenn es um den Betrieb einer spezifischen technischen Anlage geht, also bspw. eines Kernkraftwerkes oder eines Chemiewerkes. Hier können Fehler im technischen Bereich (z.B. Material-schäden) oder bei der Bedienung (z.B. Verzögerung einer Abschaltung) mit mehr oder weniger gut präzisierbarer Wahrscheinlichkeit zu Schäden führen. Der Schaden resultiert aus einem Unfall in einem Betrieb an einem Ort. Ein psychologisch wichtiges Merkmal dieser Art von Risikoquelle ist, daß sie vom alltäglichen Lebensbereich separiert ist und in ihrer Wirkungs- oder auch Versagensweise nicht direkt erfahrbar ist; man kennt die Risikoquelle eigentlich nur aus den Medien. Auf technische Systeme war ursprünglich das Risiko-Konzept bezogen und darauf beziehen sich auch heute noch alle "harten" - deterministischen oder probabilitischen - Risiko-Analysen. Dieses Konzept erlaubt Aussagen darüber, ob das Risiko eines Reaktors vom Typ A größer ist als das Risiko eines Reaktors vom Typ B. Verglichen werden also **System- Optionen**. Einen solchen Typ von Risikoquelle finden wir nur in Zusammenhang mit der Kernenergie, der Chemie, und partiell (wenn es um Labors oder Produktionsstätten geht) der Gentechnik.

**Regulationen:** Demgegenüber lassen sich die Risikoquellen bei der Gentechnik und bei der IuK-Technik nicht in der gleichen Weise identifizieren. Die Quelle der Risiken liegt hier vielmehr in der Art der Anwendungen und Bestimmungen in den verschiedenen Bereichen, wo es jeweils zu spezifischen Schäden kommen kann. So kann die Anwendung der Gentechnik in der Landwirtschaft möglicherweise zu genetischer Verarmung oder kann die Nutzung von I&K-Technik im Privatbereich vielleicht zu einer Wissensklüft zwischen gesellschaftlichen Gruppen führen; bei einer Müllverbrennungsanlage kann es zu Schäden in der Umwelt durch Dioxin kommen, wenn zulässige Werte überschritten werden. Die Risikoquelle selbst wird auch hier als separat und dem eigenen Leben äußerlich wahrgenommen. Bei derartigen Risikoquellen werden primär **Regulations-Optionen** diskutiert. Zum Beispiel kann man das Risiko des Einsatzes von Gentechnik in der Landwirtschaft vergleichen mit dem durch Verbote erzwungenen Verzicht darauf. Oder aber man kann Alternativen der rechtlichen Regulation des Einsatzes von Gentechnik in der Landwirtschaft entwickeln und diese auf die mit ihnen verbundenen Risiken hin miteinander vergleichen; also welche Kontrollmaßnahmen sind beispielsweise möglich und welche Risiken sind dann noch im Vergleich zu einem unkontrollierten Einsatz gegeben? Diese Art Risikoquelle finden wir in fast allen Bereichen, in denen es um Grenzwerte oder Sicherheitsbestimmungen geht.

**Handlungen:** Dann gibt es als Risikoquellen technikbezogene individuelle oder politische Handlungen bzw. Entscheidungen, die erst kollektiv zu Schäden führen. So etwa die Verwendung von Spraydosen mit FCKW durch viele Individuen, die möglicherweise zu einer Klimaveränderung beitragen, oder die Nutzung des Computers im privaten Lebensbereich. Diese Risikoquellen (nicht ihre Wirkungen) sind oft direkt im Alltagsleben erfahrbar: Nutzung des Computers, des Autos, einer Spraydose oder von Pharmaka sind Teil des alltäglichen Lebens. Die **Handlungs-Optionen**, die hier diskutiert werden, sind häufig binär formuliert, also bspw. pro oder contra den Kauf einer Spraydose mit FCKW, wenngleich die Politik den Gebrauch von FCKW als kon-

tinuerliche Variable betrachten muß, also bspw. ihn prozentual über die Jahre hinweg zu senken versucht. Dieser Typ von Risikoquelle findet sich bei Informations- und Kommunikationstechnik und im Rahmen der Klimaproblematik, in gewissem Maße auch bei der Chemie, soweit es um den Einsatz oder Gebrauch chemischer Produkte geht.

**Strategien:** Auf einem noch allgemeineren Niveau gibt es als Risikoquelle technikbezogene Strategien der Anwendung und des Einsatzes von Technik, aus denen zahlreiche und langfristige Schäden resultieren können. So wird eine stark auf die Kernenergie setzende Energiepolitik von manchen als gefährlich betrachtet, weil sie vielfältige Risiken für Umwelt, Gesundheit, Wirtschaft und Gesellschaft berge, während eine Politik der Nutzung regenerativer Energien und/oder des Energie- sparsams weniger Risiken berge. Hier werden alternative **Strategie-Optionen** diskutiert und miteinander auf die implizierten Risiken hin verglichen, wie etwa in der Enquete-Kommission des Bundestages zur Kernenergie. Diese Art von Risikobetrachtung, die also umfassende Strategien als Risikoquellen diskutiert, findet sich fast nur in Zusammenhang mit der Kernenergie, in Ansätzen vielleicht noch bei Chemie und Gentechnik.

**Technologien:** Schließlich finden wir auf dem allgemeinsten Niveau eine ganze Technologie als Risikoquelle definiert, etwa die Nukleartechnologie oder die Gentechnologie. Umstritten sind **Technologie-Optionen**, wobei es sich jedoch bei der Alternative zu einer Technologie X nie um eine positive Alternative handelt, sondern immer nur darum, die Technologie X eben nicht fortzuführen oder auszubauen.

Wenn man also vom Risiko oder den Risiken einer bestimmten Technik spricht, muß man spezifizieren, auf welche mit dieser Technik verbundene(n) Risikoquelle(n) man sich bezieht. Ob es beispielsweise im Falle der Gentechnik um ein konkretes gentechnisches Labor geht, um die Freisetzung genetisch manipulierter Organismen, um die Anwendung der Gentechnik in der Landwirtschaft oder um die Gentechnologie "als solche".

Die hier beschriebenen Risikoquellen unterscheiden sich im übrigen für viele Menschen in einer Reihe von Merkmalen, die offenbar für die intuitive Risiko- Einschätzung eine erhebliche Rolle spielen: Kernkraftwerke bzw. Kerntechnik, chemische Anlagen bzw. Chemie und gentechnische Labors bzw. Gentechnik werden als Risikoquellen erlebt, auf die man keinen Einfluß hat (Kontrollierbarkeits-Aspekt), denen man ohne eigene Entscheidung ausgesetzt ist (Freiwilligkeits-Aspekt) und für die bestimmte Personen- oder Interessengruppen direkt verantwortlich gemacht werden können (Attribuierbarkeits-Aspekt); dies gilt in weit geringerem Maße für die Risikoquellen I&K-Technik oder die mit Klimaveränderungen verbundenen technikbezogenen Handlungen, die zumindest partiell der persönlichen Kontrolle unterliegen, freiwillig akzeptiert werden und nicht allein anderen Gruppen attribuiert werden können.

### **3.2 Schadensspektrum, Schadensgewichtung und Schadensmerkmale**

Es gibt große Unterschiede innerhalb der Technikfelder und vor allem zwischen Ihnen hinsichtlich der Folgen, die in Betracht gezogen werden. Dies gilt sowohl für Art und Gewichtung der Folgen als auch für bestimmte Merkmale der betrachteten Folgen.

**Schadensspektrum:** Im einfachsten Fall wird ein spezifischer, klar definierbarer Personen- oder Sachschaden betrachtet. Dies ist die klassische versicherungstechnische Sichtweise. Sie findet sich beispielsweise in der Diskussion um die Risiken der Kernenergie: Die Anzahl unmittelbarer Todesfälle sowie langfristiger, strahlungsbedingter Gesundheitsschäden sind dort diejenige Schadensdimensionen, die im Zentrum aller Risikoanalysen standen und stehen. Ähnlich ist die Situation in der Chemie. Im Verlaufe der Auseinandersetzungen um Kernenergie und Chemie ist aber bald klar geworden, daß diese Schadensdefinition erstens allenfalls einen (wenngleich wichtigen) Aspekt der Folgen von nur einer (wenngleich zentralen) Risikoquelle trifft, nämlich des Anlagenbetriebes selbst, bei dem es zu einem Unfall kommen kann, und daß sie zweitens in keiner Weise diejenigen Risiken abdeckt, die mit der Nutzung der Kernenergie bzw. der Chemie insgesamt ins Spiel gebracht werden können und im Rahmen der Kernenergiedebatte ins Spiel gebracht wurden. Daher kam es zu einer außerordentlichen Erweiterung des Spektrums betrachteter Folgen - im Falle der Kernenergie liefern die Studien von RENN, ALBRECHT, KOTTE, PETERS & STEGELMANN (1985) sowie MEYER-ABICH & SCHEFOLD (1986) Kataloge von Schadensdimensionen, die im Grunde das gesamte Spektrum der möglichen Folgen für Gesundheit, Umwelt, Wirtschaft, Gesellschaft und Politik repräsentieren. Wir finden bei der Kernenergie also einerseits den strengen, klassischen Schadenstyp als auch einen weiten, vieldimensionalen Schadensbegriff. Ähnliches gilt für die Gentechnik: Einerseits findet man, wenn es um ein konkretes System als Risikoquelle geht (z.B. ein gentechnisches Labor), Gesundheit und Umwelt als allein betrachteten Schadenstyp; wird demgegenüber "die Gentechnologie" diskutiert, erweitert sich das Spektrum der betrachteten Schäden über mangelnde Sozialverträglichkeit, politische und soziale Fehlentwicklungen, und Erosion von Wertvorstellungen bis hin zum kulturellen Wandel. Dies gilt im wesentlichen auch für die Chemie. In der Informations- und Kommunikationstechnik ist das Spektrum zwar eng, weil nämlich bspw. Schäden für (physische) Gesundheit und Umwelt nur eine geringe Rolle spielen; aber die Schadenskategorien - Folgen mentaler, sozialer und politischer Natur - sind nur schwer präzisierbar und abgrenzbar. Bei der Diskussion um anthropogen bedingte Klimaveränderungen beschränkt man sich im Moment weitgehend auf Schäden für das Klima und, daraus vorsichtig abgeleitet, Schäden für die Umwelt und die Gesundheit des Menschen; soziale und politische Aspekte werden allerdings ebenfalls zunehmend behandelt.

**Schadensgewichtung:** Die Gewichtung der möglichen Schäden relativ zueinander ist im Prinzip ebenso beliebig wie die Entscheidung für oder gegen die Aufnahme einer bestimmten Schadenskategorie (abgesehen von Schäden für diejenigen Güter, die derzeit durch die Rechtsordnung geschützt sind). Denn Gewichtungen sind immer Wertungen. Der oben gegebene Überblick zeigte jedoch einige Unterschiede in der Gewichtung einzelner Schadenskategorien zwischen den verschiedenen Technikbereichen, über die offenbar ein gewisser Konsens besteht - jedenfalls, wenn

man die Häufigkeit und Intensität der Diskussion der Schäden in der Öffentlichkeit als Kriterium heranzieht: Bei der Kernenergie, bei der Chemie und beim Klimathema dominieren mögliche Schäden für Gesundheit und Umwelt, bei der Gentechnik dominieren gesellschaftliche, politische und ethische Probleme und bei der Informations- und Kommunikationstechnik sind es psychische, soziale und politische Probleme. Wenn unter Experten diskutiert wird, etwa in Enquete-Kommissionen, treten zwar die konkreteren, wissenschaftlich besser definierbaren und bestimmbareren Schäden in den Vordergrund; dies impliziert jedoch keineswegs eine Veränderung in der Gewichtung der einzelnen Schadensdimensionen.

**Schadenscharakteristika:** Selbst wenn man einen bestimmten Schadenstyp in verschiedenen Technikfeldern in ähnlicher Formulierung findet, so kann damit doch sehr verschiedenes gemeint sein. Beispielsweise werden in allen Bereichen mögliche Schäden für die Gesundheit behandelt. Doch dieser Schaden hat in den einzelnen Bereichen einen ganz unterschiedlichen Charakter. In folgenden Aspekten unterscheiden sich u.a. die betrachteten Gesundheitsschäden: (a) Unmittelbarkeit der Folgen: Bei der Kernenergie etwa geht es primär um unmittelbare, durch einen Unfall verursachte Todes- und Krankheitsfälle, bei der Chemie dagegen, wenn es etwa um Luftverschmutzung geht, um mittelbare, sich in chronischen Krankheiten zielende Gesundheitsschädigungen. (b) Zeithorizont der Folgen: Bei der Klimafrage betrachtet man die möglichen Schäden, bedingt durch langsame Klimaveränderungen, mit einem außerordentlich langen Zeithorizont, während demgegenüber der Zeithorizont bei der Chemie vergleichsweise kurz ist. (c) Ausbreitungsradius der Folgen: Mal geht es eher um lokale Folgen (z.B. Unfall-Folgen), mal geht es um regionale Folgen (z.B. bei Luftverschmutzung), mal geht es um globale Folgen (z.B. durch Klimaveränderungen). (d) Direktheit des Kausalbezuges: Während Strahlungsschäden direkt auf die Risikoquelle Kernkraftwerk zurückgeführt werden können und insofern auch keine weiteren Faktoren bei der Schadensabschätzung miteinbezogen werden müssen, können mögliche Krebserkrankungen oft nicht direkt oder eindeutig auf eine Risikoquelle (z.B. eine chemische Emission) zurückgeführt werden und die Abschätzung der Gesundheitsschäden als Folge der Emission sind daher ungleich problematischer. (e) Operationalisierbarkeit der Folgen: Während bei der Kernenergie und bei der Chemie Gesundheitsschäden primär als physische Schäden verstanden werden, für deren Feststellung noch vergleichsweise klare Maße angegeben werden können, werden im Zusammenhang mit Informations- und Kommunikationstechnik eventuelle psychosomatische Schäden betrachtet, die weit schwerer zu definieren sind. (f) Maßeinheit: Selbst wenn es nur um eine einzige Schadensdimension, bspw. Krankheitsfälle, gibt es noch zahlreiche Möglichkeiten der Operationalisierung, die durchaus zu unterschiedlichen Schadenswerten führen können. Berühmt ist das Beispiel von WILSON & CROUCH (1987): Nimmt man als Maß dafür, ob die amerikanische Kohleindustrie zwischen 1950 und 1970 sicherer geworden ist, die Zahl der Unfalltoten pro 1 Million Tonnen gefördeter Kohle, so ist die Sicherheit gestiegen; nimmt man aber als Maß die Anzahl der Toten pro 1000 Beschäftigte heran, so ist die Sicherheit geringer geworden. - Der unterschiedliche Hintergrund, den der Schadenstyp "Gesundheit" offensichtlich haben kann, ergibt sich "aus der Natur der Sache", vor allem aus dem jeweiligen technischen Kontext, dem Typ der anfallenden Schäden, den Möglichkeiten ihrer Erfassung und Messung. Es ist nicht sehr wahrscheinlich, daß man die Parameter der Schadensdefinition und -messung (bspw. den

Zeithorizont) standardisieren könnte, ohne damit die Risikobestimmung artifiziell oder gar unmöglich zu machen.

Die Gemeinsamkeit in der Betrachtung der Folgen über die hier diskutierten Technikfelder hinweg liegen darin, daß (1) ein zunehmend breiteres Schadensspektrum zugrundegelegt wird, vor allem die Umwelt als Schadenskategorie fest etabliert ist, (2) die Gewichtung als ein politisch zu entscheidendes Problem gesehen wird, (3) der Zeithorizont zunehmend verlängert wird, insbesondere zukünftige Generationen miteinbezogen werden, (4) der Radius der Betroffenheit zunehmend erweitert wird, insbesondere auch nationale Grenzen überschreitende Folgen bedacht werden, und (5) auch qualitative Aspekte wie etwa kulturelle oder ethische Aspekte zunehmend berücksichtigt werden.

Die großen Unterschiede im Spektrum der betrachteten Folgen, in der Gewichtung und im Charakter dieser Folgen, die aufgezeigt wurden, machen aber deutlich, wie schwierig die Abschätzung und erst recht die Bewertung der Folgen ist, die mit einer Technik verbunden sind. Denn auch wenn die Feststellung eines in einer spezifischen Weise definierten Schadens vergleichsweise objektiv möglich ist, so ist doch die Entscheidung über die Definition des Schadens selbst und erst recht die Entscheidung über die Einbeziehung dieses Schadenstyps in die Risikoabschätzung nie durch wissenschaftliche, sondern immer nur durch moralische oder politische Argumente bestimmt (vgl. Fischhoff, Watson & Hope 1984).

### **3.3 Wahrscheinlichkeiten, Möglichkeiten und Unschärfe**

Ein Vergleich der in den einzelnen Technikfeldern diskutierten Risiken zeigt, daß auch die Unsicherheit, mit der bestimmte Folgen zu erwarten sind, sehr unterschiedlich gefaßt wird, so daß meist nicht nur eine Verständigung über den Grad der Unsicherheit schwierig ist, sondern bereits eine Verständigung darüber, ob überhaupt von einer Unsicherheit gesprochen werden kann und worauf diese denn zurückgeführt werden kann oder soll.

**Wahrscheinlichkeiten:** Im klassischen, der Versicherungswirtschaft entstammenden Verständnis ist die Unsicherheit bezüglich des Auftretens eines Ereignisses als aus der Empirie bekannte relative Häufigkeit dieses Ereignisses definiert. Dies ist auch der Unsicherheitsbegriff der Risikoanalysen, wie sie in der Kerntechnik oder in der Chemie durchgeführt werden. Wahrscheinlichkeit in diesem Sinne ist ein echt quantitativer Begriff von Unsicherheit. Die Ursache der Unsicherheit selbst liegt im stochastischen Charakter derjenigen Ereignisse, die das Auftreten des interessierenden Ereignisses determinieren.

Bei der Analyse der Unsicherheit schon im relativ begrenzten Fall eines Kernreaktors ist aber bald deutlich geworden, daß etwa die Wahrscheinlichkeit eines Bruches der Reaktorhülle oder einer Kernschmelze nicht mehr unmittelbar empirisch bestimmt werden kann, da keine hinreichende Datenbasis zur Verfügung steht. Dort, wo es um extrem seltene Ereignisse und zudem um mehr oder weniger einzigartige technische Großanlagen geht, kann die empirische Datenbasis auch gar nicht mehr gewonnen werden. Hier greift man zu der Methode der Fehler- bzw. Ereignisbäume, mit deren

Hilfe man die Wahrscheinlichkeit des interessierenden Ereignisses analytisch aus den empirisch bestimmbarer Wahrscheinlichkeiten der das Ereignis determinierenden Komponenten berechnet. Sofern für einzelne dieser Komponenten ebenfalls keine Wahrscheinlichkeiten empirisch oder analytisch bestimmt werden können, erhebt man Wahrscheinlichkeitsschätzungen von Experten. Dies ist das Vorgehen der probabilistischen Risikoanalysen in Kerntechnik und Chemie. Unsicherheit wird zwar als Wahrscheinlichkeit quantifiziert, aber die Quantifizierung hat auf Grund der Art und Weise, in der sie erreicht wird, nicht die gleiche Güte wie die direkt und ausschließlich empirisch begründete Wahrscheinlichkeit.

**Möglichkeiten:** Unsicherheit kann sich ferner auf die Frage beziehen, ob denn ein Ereignis überhaupt vernünftigerweise für möglich gehalten werden kann. Hier geht es um die "Hypothetizität" von Risiken. Damit wurde von HÄFELE (1974) im Rahmen der Debatte um die Kerntechnik eine Situation bezeichnet, in der man die relative Häufigkeit des Eintritts eines der Art und der Kausalität nach bekannten Schadensereignisses (Kernschmelze) nicht im trial-and-error Verfahren austesten kann; das Ereignis bleibt in diesem Sinne hypothetisch, d.h. es kann keine Wahrscheinlichkeitsaussage außer derjenigen gemacht werden, daß das Ereignis möglich, aber höchst selten ist.

In der Gentechnik ist ebenfalls von hypothetischen Risiken die Rede, jedoch in einem anderen Sinne (vgl. VAN DEN DAELE 1990). Beispielsweise wird die Möglichkeit diskutiert, daß durch genetische Manipulation in unvorhersehbarer Weise aus an sich harmlosen Organismen gefährliche human- oder tierpathogene Krankheitserreger werden könnten, die aus einem Labor entweichen, sich über die ganze Welt verbreiten und katastrophale Opfer fordern. Es gibt keine Beispiele für die vermutete Gefahr und man kann keinen kausalen Mechanismus spezifizieren, durch den das Schadensereignis zustande kommen könnte. Es ist also offen, ob überhaupt die Möglichkeit des Eintretens des Schadensereignisses gegeben ist. Das hypothetische Risiko ist ein Risiko, das im Prinzip unbestimmbar ist. Es ist das Risiko, das in der Unkenntnis liegt, ob es die Möglichkeit des Eintritts des Schadensereignisses nicht eventuell doch gibt.

Überwiegend werden allerdings in allen Bereichen ernsthaft nur solche Gefahren diskutiert, deren Möglichkeit im Prinzip getestet oder nachgewiesen werden kann. Der Maßstab der Unsicherheit ist also zwar nicht eine empirische oder eine kalkulierte relative Häufigkeit, aber immerhin die Eindeutigkeit einer Demonstration oder die Richtigkeit eines Beweises.

**Undeutlichkeiten:** Schließlich gibt es eine Art diffuser Unsicherheit, die gar nicht mehr quantitativ oder logisch faßbar ist - Undeutlichkeiten (vgl. auch HÄFELE, RENN & ERDMANN 1990, die diesen Begriff ausführlich diskutieren, ihm allerdings eine etwas andere Interpretation geben). Dieser Typ von Unsicherheit findet sich vor allem in der Klimadiskussion, wo es einzelne konvergente Indikatoren für Veränderungen des Klimas gibt, auch Hinweise dafür, daß diese Veränderungen anthropogen bedingt sind, und schließlich Argumente dafür, daß und wie sich diese Veränderungen auf die Erde auswirken könnten - aber das Wissen über klimatische Veränderungen und über die Zusammenhänge ist noch so lückenhaft, daß die Risiken tatsächlich recht undeutlich sind. Trotz umfangreicher Datenerhebungen in den letzten Jahren und

trotz anspruchsvoller Modellbildung und vieler Simulationen ist bislang weder eine quantitative Wahrscheinlichkeitsangabe denkbar noch ein zwingender Nachweis des Bestehens der vermuteten Gefahr gelungen. Maßstab der Unsicherheit ist hier die Plausibilität der Argumentationen, die sich auf die vorliegenden Indikatoren und das heutige Wissen von Klimaforschung und Chemie stützen.

Die Situation ist derjenigen nicht ganz unähnlich, die wir in der Informations- und Kommunikationstechnik beobachten. Auch hier sind weder Daten für Wahrscheinlichkeitsangaben gegeben noch harte, unbestreitbare Nachweise für das Bestehen der Risiken vorlegbar. Auch hier sind die Risiken eher "undeutlich". Kein Wunder, daß die Meinungen weit auseinandergehen; und jede Meinung kann auch leicht aufrechterhalten werden, weil es im Grunde keine Möglichkeiten der Klärung des Sachverhaltes gibt.

Die Gemeinsamkeit in der Behandlung der Unsicherheit in den hier betrachteten Technikfeldern liegt darin, daß der quantitative Wahrscheinlichkeitsbegriff nur bei technischen Systemen im engsten Sinne des Wortes anwendbar ist, d.h. wenn es um ein Kühlssystem, eine Reaktorhülle, o.ä. geht. Bei allen anderen Problemen wie etwa der Anwendung der Gentechnik in der Diagnostik oder dem Einsatz von Computern im Privatbereich wird mit einem weichen, einem qualitativen Risiko-Begriff gearbeitet. Dies gilt für die Diskussionen unter Experten und erst recht natürlich für die öffentlichen Auseinandersetzungen.

Unterschiede liegen darin, ob ein Typ von Unsicherheit in einem Technikfeld dominiert bzw. welcher Typ dies ist. Kernenergie und Chemie sind wohl die beiden einzigen Bereiche, in denen sich alle Typen finden lassen. In der Gentechnik fehlt dagegen weitgehend der (quantitative) Wahrscheinlichkeitsbegriff und in der Informations- und Kommunikationstechnik bzw. bei der Klimadiskussion fehlt darüberhinaus auch noch der Möglichkeitsbegriff in dem hier explizierten Sinne.

#### **4. Wann kann man Risiken vergleichen - und wann nicht?**

Nicht nur zwischen Laien und Experten gibt es also Unterschiede im Verständnis von Risiken, sondern auch in der Gemeinschaft der Experten gibt es erhebliche Unterschiede in der Konzeptualisierung von Risiko, sowohl innerhalb als auch und erst recht zwischen den einzelnen Feldern. Jedenfalls gilt das für die Risiken, über die gestritten wird. Der Risiko-Begriff, den wir in den fünf untersuchten Bereichen gefunden haben, ist äußerst heterogen: (1) Der Schaden ist mehrdimensional; über Art, Definition, Operationalisierung, Gewichtung u.a. der Dimensionen gibt es erhebliche Meinungsdivergenzen. (2) Die Unsicherheit wird unterschiedlich gefaßt; sie ist im Übrigen nur selten quantitativ bestimmbar. Es zeigt sich, daß die Vermutung, dem eher qualitativen, "welchen" Risiko-Begriff der Laien stehe ein quantitativer, "harter" Risiko-Begriff der (wissenschaftlich-technischen) Experten gegenüber, nicht richtig ist. Auch der wissenschaftlich-technische Begriff ist oft und weitgehend eher qualitativ, d.h. entweder Schaden oder Unsicherheit oder beide Parameter sind nicht eindeutig definierbar und nicht echt quantifizierbar.

Welche Konsequenzen ergeben sich aus der Analyse des Risiko-Begriffes in den verschiedenen Technikfeldern für die Möglichkeit von Risiko-Vergleichen? Risiko-Vergleiche können sicher nützlich sein (vgl. auch COVELLO, VON WINTERFELDT & SLOVIC 1986, JUNGERMANN & WIEDEMANN 1990). Einige Beispiele für einen sinnvollen Einsatz, die der Literatur entnommen sind, ohne hier aber im einzelnen dokumentiert zu werden: (1) Sie können die Vorstellungskraft unterstützen ("Das Konzentrationsverhältnis von 1:1 Million entspricht dem zeitlichen Verhältnis von 1 Minute zu 2 Jahren"). (2) Sie können das Gefährdungsausmaß veranschaulichen ("Wenn jemand im Alter von 20 Jahren für ein Jahr in der Kohleindustrie arbeitet, reduziert sich seine Lebenserwartung durchschnittlich um 5,7 Tage; der vergleichbare Verlust in der papierverarbeitenden Industrie beträgt 0,5 Tage"). (3) Sie können die relative Bedeutsamkeit von Risiken verdeutlichen ("Die Gesamtkrebsrate der Arbeiter in dem Chemieunternehmen X liegt unter der durchschnittlichen Krebsrate der amerikanischen Gesamtbevölkerung"). (4) Sie können die Zuverlässigkeit von Risiko Einschätzungen verdeutlichen ("Die durchschnittliche radioaktive Belastung innerhalb einer 20-Meilen-Grenze eines Kernkraftwerkes beträgt 0,02 mrem pro Jahr. Die durchschnittliche Dosis für die Anwohner des Kernkraftwerkes in Chernobyl betrug im ersten Jahr nach der Reaktorkatastrophe 5000 mrem.").

COVELLO, SANDMAN & SLOVIC (1988) entwickelten sogar ein Manual zur Erstellung und Anwendung von Risiko-Vergleichen in der Chemie. Darin unterscheiden sie fünf Vergleichsarten, die sie nach ihrer Akzeptabilität für Laien in eine Rangordnung bringen; am leichtesten akzeptabel sei ein Vergleich zwischen den gleichen Risiken zu verschiedenen Zeitpunkten (z.B. gesundheitliche Risiken durch Emission von Äthylen Oxid vor und nach der Installation eines Wäscher), am wenigsten akzeptabel sei ein Vergleich zwischen völlig beziehungslosen Risiken (z.B. Risiko durch Emission von Äthylen Oxid gegenüber Risiko durch Autofahren). Jüngste empirische Untersuchungen haben allerdings keine Unterstützung für die angenommene Korrelation zwischen Art und Akzeptanz des Vergleichs gefunden (ROTH, GRANGER MORGAN, FISCHHOFF, LAVE & BOSTROM 1990) bzw. die Probleme verdeutlicht, die sich aus einer solchen Prüfung ergeben (SLOVIC, KRAUS & COVELLO 1990).

Hier soll es um die Frage gehen, ob eine Standardisierung von Risikomaßen und ein darauf basierender Vergleich von Risiken zur Grundlage technologiepolitischer Entscheidungen gemacht werden kann, ob also Risiko-Vergleiche implizit oder explizit einen Anspruch auf Rationalität und damit einen normativen Anspruch auf bestimmte Entscheidungen begründen können (vgl. HEILMANN & URQUHART 1983). Ein solcher Anspruch kann nur erhoben werden, wenn die zu vergleichenden Objekte tatsächlich miteinander vergleichbar sind. Was heißt das in unserem Falle?

Nehmen wir als Beispiel einen Vergleich zwischen Asbest und Rauchen. Eine typische Aussage lautet: Mehr Menschen erkranken an Krebs durch Rauchen als durch Asbest; oder: Rauchen ist risanter als Asbest. Dieser Vergleich erscheint prima facie plausibel, weil die Erkrankungswahrscheinlichkeit als wesentlicher Maßstab für die Beurteilung der beiden Risiken akzeptiert wird. Allerdings wissen wir, daß viele Menschen "rauchend gegen Asbest kämpfen", und diese Haltung schlägt sich nieder in der Allokation von mehr öffentlichen Mitteln für die Asbestsanierung als für Maßnahmen gegen das Rauchen. Vermutlich, weil es sich beim Rauchen um ein freiwillig

**Obernommenes Risiko** handelt, während Asbest ein unfreiwillig zugemutetes Risiko ist. Auch wenn die vergleichende Aussage also einleuchtet, ist sie offenbar keine hinreichende Basis für Risikoelnschätzungen und Risikoverhalten. Schon bei einem so simplen Beispiel zeigt sich also die Tücke von Risiko-Vergleichen.

Nehmen wir als zweites Beispiel den beliebten Vergleich zwischen dem Autofahren und der Kernkraft. Eine Aussage könnte lauten: Die Wahrscheinlichkeit, auf der Straße in einem Autounfall ums Leben zu kommen, ist  $x$  mal höher als die Wahrscheinlichkeit, als Folge eines Unfalls in einem Kernkraftwerk zu sterben; oder: Autofahren ist risanter als Kernkraft. Dieser Vergleich stößt schon auf erheblich mehr Widerstand, nicht nur bei erklärten Kernkraftgegnern, sondern auch bei solchen Bürgern, die eine Partei wählen, die sich für die Kernkraft einsetzt. Nicht allein, weil man freiwillig Auto fährt, während die Kernkraft als von Staat und Industrie zugemutet erlebt wird. Sondern vor allem auch deshalb, weil die Zahl der Todesfälle offenbar nicht die einzige Dimension bei der Beurteilung des Risikos der Kernkraft ist. Das Bild einer großen Katastrophe, die Schäden für künftige Generationen, möglicherweise langfristig irreversible Verseuchungen von großen Gebieten, das geringe Vertrauen in die Wahrscheinlichkeitsangaben der Experten u.a. spielen bei der Beurteilung der Kernkraft ebenfalls meist eine größere Rolle. Der Vergleich hinkt also, weil wir es bei den beiden Risiken mit unterschiedlichen Schadensspektren und Schadensmerkmalen sowie unterschiedlichen "Sicherheiten über die Unsicherheiten" zu tun haben. Die beiden Risiken sind also nur scheinbar echt vergleichbar, nämlich bei Reduktion auf eine gemeinsame Dimension und unter Außerachtlassung aller anderen Aspekte. Tatsächlich sind sie unvergleichbar.

Nehmen wir als drittes Beispiel einen Vergleich zwischen Chemie und Gentechnik. Eine Aussage könnte lauten: Gentechnik ist risanter als Chemie. Unmittelbar ist klar, daß ein solcher Vergleich sinnlos ist. Die Unterschiedlichkeit von Risikoquellen, Schadensspektrum, Schadengewichtungen und Schadensmerkmalen wie auch Unsicherheitskonzepten ist auch intuitiv evident. Solche Vergleiche findet man denn auch faktisch nicht in der Risikodebatte.

Vergleiche sind also möglich, wenn die zu vergleichenden Quellen mit dem gleichen Maßstab und mit dem gleichen Unsicherheitsmaß gemessen werden können, etwa Wahrscheinlichkeit einer Erkrankung in einem bestimmten Zeitraum oder einer Verkürzung der Lebenserwartung um eine bestimmte Zeit. Diese Voraussetzung ist im allgemeinen erfüllt, wenn man beispielsweise technische Systeme miteinander vergleicht (etwa zwei Reaktortypen), Modalitäten der Lagerung giftiger Abfälle oder der Herstellung eines Produktes. Allerdings wird es schon hier schwierig, wenn man die Schadensdimension(en) unterschiedlich operationalisieren kann - was fast immer der Fall ist.

Unter folgenden Bedingungen aber werden Vergleiche fragwürdig und folglich meist kontrovers: (a) Wenn das Aggregatniveau der verglichenen Risikoquellen unterschiedlich ist, die Risiken also auf unterschiedlichem - eher molarem oder eher molekularem - Niveau analysiert werden. (b) Wenn die Risikoquellen nicht identische Schadensdimensionen haben, welche unterschiedlich gewichtet werden können und unter denen es zudem quantitative wie qualitative Dimensionen gibt. (c) Wenn ferner die Unsicherheit unterschiedlich definiert und gemessen werden kann. Diese Situa-

tion aber liegt durchweg vor, sobald die Ebene des Vergleichs von technischen Systemen oder Regulationen verlassen wird (Gentechnik vs. Kernkraft) oder wenn Risikoquellen unterschiedlichen Typs verglichen werden (Kernenergie vs. Auto).

Die Möglichkeit von Risiko-Vergleichen ist also erstens eine Funktion der Äquivalenz in der Analyseebene, auf der die Risiko-Komponenten definiert und gemessen sind (Analyseäquivalenz), zweitens der Äquivalenz, die zwischen den Dimensionstrukturen der verglichenen Risiken besteht (Strukturäquivalenz), und drittens der Äquivalenz der Maße für die Risiko-Komponenten, die sich beispielsweise im Zeithorizont für das Schadensereignis zeigt (Maßäquivalenz). Nur wenn hinreichende Analyseäquivalenz, Strukturäquivalenz und Maßäquivalenz gegeben sind, können Risiken sinnvoll miteinander verglichen werden. Dann allerdings streitet man sich im allgemeinen auch nicht.

Wenn die genannten Anforderungen nicht erfüllt sind und man dennoch einen Risiko-Vergleich anstellen will, steht man vor einem Dilemma: Entweder beschränkt man seine Analyse auf eine einzige (gemeinsame) Dimension (Personen- oder Sachschaden), auf quantifizierbare Folgen und Unsicherheiten. Dort kann man dann bspw. feststellen, daß bei der Risikoquelle X mehr Menschen pro Jahr sterben als bei der Risikoquelle Y. Alle anderen qualitativen Schadensdimensionen werden außer acht gelassen. Ein solcher Vergleich dürfte als normativ unakzeptabel zurückgewiesen wird. - Oder aber man läßt bei der Bestimmung des jeweiligen Risikos einen umfassenderen Begriff, d.h. eine komplexere Schadensstruktur gelten, und integriert die bei jeder Risikoquelle partiell unterschiedlichen Schadensgrößen nach einer Regel zu einem einzigen Risiko-Index, der dann wiederum einen Vergleich der inhaltlich unterschiedlich gefassten und vielleicht unterschiedlich gewichteten Risiken ermöglicht. Da aber die Definition, Messung und Gewichtung des "Unterbaus" des Risiko-Index vor allem dann, wenn qualitative Dimensionen enthalten sind, im Prinzip beliebig ist, wird auch ein solcher Vergleich auf Widerspruch stoßen und es wird ihm kein normativer Anspruch eingeräumt werden. Kurzum: Eine normative "Risiko-Skala" zur Begründung technologiepolitischer Entscheidungen, wie sie in Analogie zur "Richter-Skala" für Erdbeben manchmal gefordert wird, gibt es nicht.

Die vergleichende Betrachtung der in den verschiedenen Feldern diskutierten Risiken führt also zu dem Ergebnis, daß (1) die inhaltliche und methodische Konzeptualisierung von Risiko innerhalb der einzelnen Bereiche und erst recht zwischen Ihnen außerordentlich unterschiedlich ist, (2) der Risikobegriff stets evaluative und qualitative Komponenten enthält und damit Anlaß und Möglichkeit für Kontroversen bietet, und (3) diese Kontroversen daher allenfalls durch Konsens, kaum aber durch wissenschaftliche Erkenntnis auflösbar sind.

Der Vergleich von Risiken im Rahmen der Kommunikation über technische oder technologiepolitische Optionen ist also, wenn er überzeugen soll, an eine vorherige Prüfung der Vergleichbarkeit der Risiken gebunden. Die Analyse hat gezeigt, welche Aspekte bei einer solchen Prüfung in Betracht zu ziehen sind, welche Voraussetzungen für einen Vergleich erfüllt sein müssen, in welcher Weise die Grundlagen eines Vergleiches offenzulegen sind, bei welchem Typ von Vergleich eine Chance auf Konsens hinsichtlich der prinzipiellen Vergleichbarkeit bestehen dürfte und bei welchem Typ nicht, und schließlich welche Konsequenzen oder Ansprüche aus

Risiko-Vergleichen abgeleitet werden können und welche Ansprüche zurückzuweisen sind. Im Rahmen von Risiko-Kommunikation verlangen Risiko-Vergleiche von demjenigen, der mit ihnen eine Botschaft verbinden will, einen differenzierten, transparenten und auf normative Ansprüche verzichtenden Einsatz, vom Adressaten in jedem Fall eine kritische und skeptische Prüfung.

## Literatur

- BECK, U. (1986): Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- COVELLO, V.T., VON WINTERFELDT, D. & SLOVIC, P. (1986): Risk Communication. Los Angeles: Institute of Safety and System Management, University of Southern California.
- COVELLO, V.T., SANDMAN, P.M. & SLOVIC, P. (1988): Risk Communication, risk statistics, and risk comparisons: A manual for plant managers. Washington D.C., Chemical Manufactures Association.
- FISCHHOFF, B., WATSON, S.R. & HOPE, C. (1984): Defining risk. *Policy Science*, 17, 123-139.
- FRANKENBERG, P. (1990): Risiko-Kommunikation: Anthropogen induzierte Klimaveränderungen. In diesem Band.
- HÄFELE, W., RENN, O. & ERDMANN, G. (1990): Risiko, Unsicherheit und Undeutlichkeit. In: W. Häfele (Hg.), Energiesysteme im Übergang - unter den Bedingungen der Zukunft. Lansberg/Lech, mi-Poller.
- HÄFELE, W. (1974): Hypotheticality and the new challenges: The pathfinder role of nuclear energy. *Minerva*, 10, 303-322.
- HEILMANN, K. & URQUHART, J. (1983): Keine Angst vor der Angst. München, Kindler Verlag.
- HENNEN, L. (1990): Risiko-Kommunikation: Informations- und Kommunikationstechnologien. In diesem Band.
- JUNGERMANN, H. & SLOVIC, P. (1991): Die Psychologie der Kognition und Evaluation von Risiko. In: G. Bechmann (Hg.), Risiko und Gesellschaft. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- JUNGERMANN, H. & WIEDEMANN, P.M. (1990): Ursachen von Dissens und Bedingungen des Konsens bei der Beurteilung von Risiken. Programmgruppe Mensch, Umwelt, Technik Forschungszentrum Jülich. Arbeiten zur Risiko-Kommunikation, Heft 12.
- MEYER-ABICH, K.M. & SCHEFOLD, B. (1986): Die Grenzen der Atomwirtschaft. München, C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung.
- PETERS, H.P. (1990): Risiko-Kommunikation: Kernenergie. In diesem Band.
- RENN, O., ALBRECHT, G., KOTTE, U., PETERS, H.P. & STEGELMANN, U. (1985): Sozialverträgliche Energiepolitik. München: High Tech Verlag.
- ROTH, E., GRANGER MORGAN, M., FISCHHOFF, B., LAVE, L. & BOSTROM, A. (1990): What do we know about making risk comparisons? *Risk Analysis*, 10, 375-387.
- SLOVIC, P. (1987): Perception of risk. *Science*, 236, 280-285.

- SLOVIC, P., FISCHHOFF, B. & LICHTENSTEIN, S. (1981): Perceived risk: Psychological factors and social implications. In: Royal Society (ed.), *The assessment and perception of risk*. London: The Royal Society.
- SLOVIC, P., KRAUS, N. & COVELLO, V.T. (1990).: What should we know about making risk comparisons? *Risk Analysis*, 10, 389-392.
- UTH, H.J. (1990): Risiko-Kommunikation: Chemie. In diesem Band.
- VAN DEN DAELE, W. (1990): Risiko-Kommunikation: Gentechnologie. In diesem Band.
- VON WINTERFELDT, D. & EDWARDS, W. (1984): Patterns of conflict about risky technologies. *Risk Analysis*, 4, 55-68.
- WILSON, R. & CROUCH, E.A.C. (1987): Risk assessment and comparisons: An introduction. *Science*, 236, 268-270.



# Akteure der Risiko-Kommunikation

Bernd Rohrmann (Universität Mannheim)

---

<b>1. Kommunikation über Risiken: Typologie der Beteiligten</b>	329
<b>2. Politische Willensbildung, Partizipation und Protest</b>	331
<b>3. Formen und Arenen der Kommunikation über Risiken</b>	332
<b>4. Vergleich der Akteure in verschiedenen Technikfeldern</b>	334
<b>5. Probleme der Interaktion zwischen den Akteuren</b>	336
<b>6. Konsequenzen für die Forschung zur Risiko-Kommunikation</b>	339
<b>Literatur</b>	340

---

Das Forschungsfeld "Risiko-Kommunikation" kann als dreidimensionaler Problemraum verstanden werden, der durch die Ziele und Inhalte der Kommunikation, durch die beteiligten Akteure und durch die verschiedenen Technikfelder strukturiert ist. Im folgenden soll die Ebene der Akteure etwas näher analysiert werden.

## 1. Kommunikation über Risiken: Typologie der Beteiligten

Bei der Analyse von Prozessen der Risiko-Kommunikation stößt man auf eine Vielzahl sehr unterschiedlicher Beteiligter und Betroffener. Dabei lassen sich im wesentlichen sechs Typen von "Akteuren" unterscheiden (vgl. Tabelle 1):

- **"Verursacher"**, **"Betreiber"**, **"Emittenten"**, d.h., die Verursacher der Gefahren bzw. Risiken. Dazu zählen Betriebe/Einrichtungen, die Schadstoff-emittierende Anlagen betreiben (z.B. ein Kraftwerk oder eine Kupferhütte), Hersteller (potentiell) gefährdender Produkte (z.B. Arzneimittel-Produzenten), teils auch Forschungseinrichtungen (z.B. Versuchsreaktoren, Labors für gentechnische Experimente), Transporteure von Gefahrgut (z.B. Chemie-Speditionen) sowie die Anwender bzw. Benutzer bestimmter Produkte (z.B. Pestizid-Einsatz oder Gebrauch von FCKW-haltigen Spraydosen).
- **Exponierte:** jene Personen, die den jeweiligen Risiken ausgesetzt sind, insbesondere die Anwohner von Industrieanlagen, die Beschäftigten in Betrieben, die Nutzer einer Technologie oder die Käufer eines Produkts.
- Die **"Interessierte Öffentlichkeit"**, also alle solchen Personen und Institutionen, die zwar weder "Verursacher" noch "Exponierte" sind, aber an der Problemdiskussion

kussion teilnehmen, weil sie sich von den Konsequenzen zumindest mittelbar oder längerfristig betroffen fühlen. Hierzu rechnen einerseits die 'allgemeine' (nicht organisierte) Bevölkerung und andererseits organisierte Interessengruppen, so etwa Bürgerinitiativen und sog. 'alternative' Bewegungen, Interessenverbände unterschiedlichster Art (einschließlich Gewerkschaften, Industrielobby, Umweltschutzorganisationen, Kirchen) und die politischen Parteien. Diese Interessengruppen wirken zumeist als Meinungsführer.

- **Regulative Instanzen**, insbesondere die staatliche Administration (Institutionen des Bundes, der Länder, der Gemeinden), die legislativ oder exekutiv für die Regelung der jeweiligen Problemlage und die Einhaltung von Bestimmungen verantwortlich ist (z.B. Parlamente, Genehmigungsbehörden, Aufsichtsämter), außerdem internationale Behörden (etwa der EG) sowie die Jurisdiktion.
- **Wissenschaftler**, die sachverständig in der Analyse der Auswirkungen und Risiken von Technologien sind. Diese entstammen überwiegend Universitätsinstituten, den Großforschungseinrichtungen und gelegentlich 'alternativen' Wissenschaftsinstituten (z.B.: Öko-Institut); selbständige Sachverständige/Gutachter und diverse wissenschaftlich-technische Gremien (z.B. DIN, VDI, TÜV, Enquete-Kommissionen u.ä.) kommen hinzu. Ferner treten einzelne Wissenschaftler auf, etwa Mediziner oder Psychologen oder Juristen, die - teils aus dem Forschungsbetrieb heraus, teils aufgrund ihrer praktischen Arbeit - auf Risiken hinweisen.
- **Medien**, bzw. Journalisten aus Presse, Rundfunk, Fernsehen usw., die Informationen über Technologien und die mit Ihnen verbundenen Möglichkeiten und Gefahren an die Öffentlichkeit vermitteln; ferner befassen sich zunehmend Sachbuchautoren mit Technikfolgen und Risikothemen.

<b>Betreiber/Emittenten:</b>	Verursacher bzw. Quelle der Risiken
<b>Exponierte:</b>	dem Risiko ausgesetzte Personen
<b>Öffentlichkeit:</b>	Gesamtheit der interessierten Bevölkerung
<b>Regulative Instanzen:</b>	Administration und Jurisdiktion
<b>Wissenschaftler:</b>	Experten für Technikbewertung und Risikoanalyse
<b>Medien:</b>	Journalisten aus Presse/Rundfunk/Fernsehen, Autoren

Tabelle 1: Akteure der Kommunikation über Risiken

Unmittelbare Konfliktparteien - etwa bei Auseinandersetzungen über eine chemische Produktionsstätte, ein Kernkraftwerk, eine Müllverbrennungsanlage - sind in der Regel Betreiber und Exponierte sowie die formal bzw. gesetzlich zuständigen administrativen Instanzen. Der Kreis der Betroffenen ist häufig gesetzlich definiert, etwa im Planfeststellungsverfahren (in dem übrigens nur anwohnende Bürger individuelle Informations-, Einspruchs- und Klagerechte haben, nicht hingegen Verbände). Bei vielen Technik-Konflikten empfinden sich allerdings sehr viel mehr Gruppen und Institutionen der Gesellschaft als "betroffen" - nämlich jener Teil der Öffentlichkeit, der dem jeweiligen Problemfall generelle (und nicht nur lokale) Bedeutung zuschreibt.

(Daß der Terminus "Betroffenheit" oft nur auf Anwohner oder Nutzer gefährlicher oder belastender Anlagen bezogen wird, ist insofern eingeschränkt, und der Sprachgebrauch ist auch nicht einheitlich). Wissenschaft und Medien sind in den allermeisten Fällen beteiligt, dabei aber der Saché nach formal nicht unmittelbar betroffen.

Nicht immer freilich konkretisiert sich ein Technik-Konflikt in einer bestimmten Einrichtung oder Anlage, etwa im Fall der Gentechnologie, der I&K-Techniken, oder gar der Klimarisiken, und dann sind Struktur und Wechselspiel der Akteure weniger deutlich zu erkennen.

Die genannten Akteure unterscheiden sich in Betroffenheit bzw. Zuständigkeit, in ihrer Partizipationsbereitschaft und in Ihren Einfluß ganz beträchtlich (siehe dazu insbesondere Abschnitt 2.4 in VAN DEN DAELE, 4.4 und Tabelle 6 in PETERS, 4.1 und Tab. 5 in UTH, 5.2.2 in HENNEN sowie 3.3.3 und 3.3.4 in FRANKENBERG; alle in diesem Band). Große Unterschiede bestehen auch im "Wissens-Status", d.h., im problembezogenen Fachwissen ("Experten versus Laien"). Dies gilt vor allem zwischen den Akteuren, doch vielfach ebenso innerhalb der Gruppen (so etwa zwischen Wissenschaftlern unterschiedlicher Disziplinen oder zwischen verschiedenen Verwaltungsinstanzen).

## **2. Politische Willensbildung, Partizipation und Protest**

Kommunikation über Risiken ist in vieler Hinsicht Teil eines größeren gesellschaftlichen Prozesses, der in der Sozialwissenschaft als "Partizipation" bezeichnet wird. Allgemein versteht man unter Partizipation alle Aktivitäten, mit denen die Mitglieder einer Organisation oder Gesellschaft sich an deren Zielbestimmung und Entscheidungsfindung beteiligen, um Einsicht zu erhalten, Einfluß zu gewinnen und die eigenen Interessen zu vertreten (ALEMANN 1975, ELLWEIN et al. 1975, KWEIT & KWEIT 1981, WANDERSMANN 1984). Dabei sind folgende Unterscheidungen wesentlich (vgl. auch PRESTER 1987, ROHRMANN 1990):

- **Ziele:** Partizipation kann auf Informierung oder auf einflußnehmende Beteiligung (Veränderung oder Verhinderung von Zuständen/Maßnahmen) abzielen. Dabei geht es sowohl um bestehende Einrichtungen (z.B. Kernkraftwerke, Müllverbrennung, Volkszählung) als auch um Planungen (z.B. Gentechnik, Verkabelung, Endlagerungsstätten).
  - **Nutznieder:** Es kann um individuelle Güter (z.B. Schutz vor Immissionen) oder kollektive Güter (z.B. Erhalt der Natur) gehen, wobei in diesem Fall auch andere als die Partizipanten von der Erreichung des Ziels profitieren und diese selbst möglicherweise keinen persönlichen Nutzen haben.
  - **Form bzw. Mittel:** zur "konventionellen" Partizipation zählen die im administrativen System verankerten Formen (z.B. Wahlen, betriebliche Mitbestimmung, Planfeststellungsverfahren, Klage, Streik usw.). Demgegenüber werden Aktivitäten wie Flugblätter, Unterschriftensammlung, Demonstrationen, Aktionsgruppen/ Bürgerinitiativen usw. als "unkonventionelle" Partizipation bezeichnet. Jen-

seits dieser legalen und weithin akzeptierten Mittel liegen Boykott, Besetzung und Gewaltanwendung.

- **Vorgehen:** Die genannten Aktivitäten werden vielfach individuell (z.B. Besuch einer Anhörung, Leserbrief, Beschwerde, Klage), häufiger jedoch kollektiv in der Gruppe ergriffen. Hinsichtlich unkonventioneller Partizipation hat dabei die Bürgerinitiativ-Bewegung eine entscheidende Rolle gespielt (MEYER-TASCH 1981, MÜLLER 1983).
- **Adressat:** Naturgemäß richtet sich Partizipation zunächst auf die jeweils entscheidungsbefugten Institutionen (z.B. Unternehmen, Verwaltung, Gesetzgeber, Gerichte). Eine wichtige Rolle spielt darüber hinaus die Mobilisierung einerseits von weiteren Betroffenen und andererseits von Einflußträgern und Experten; damit kommen die allgemeine Öffentlichkeit sowie Medien, Interessenverbände und die Wissenschaft ins Spiel.

Inhalte und Formen von Partizipation und Protest werden oft als Teil der sog. "Neuen sozialen Bewegungen" gesehen (s. z.B. ROTH & RUCHT 1987, Übersicht in ROHRMANN & PRESTER 1987); dazu zählen etwa Ökologiebewegung, Technologiekritik, Friedensbewegung, Alternative Lebensformen, Frauenbewegung u.a.m.

Im letzten Jahrzehnt ist das traditionelle Spektrum passiver und aktiver Partizipation allmählich breiter geworden: Die Informationsrechte von Bürgern ("right to know") bzw. Informierungspflichten von Staat und Unternehmen wurden erweitert (BARAM 1989, GURLITT 1989), neue Partizipationsformen erprobt, z.B. "Planungszellen" (DIENEL 1978, GARBE 1986), "Consensus Workshop" (DIMENTO 1986) oder partizipative Planungsgremien (Beispiele in RUCHT 1982, WIEDEMANN et al. 1990), sowie umfassende Anhörungen zur Vorbereitung staatlichen Handelns durchgeführt, so etwa zu I&K-Technologien, zur Lagerung radioaktiver Abfälle, zu Klimarisiken, zur Gentechnologie, zur Chemiepolitik (Beispiele in FRANKENBERG, HENNEN, PETERS, VAN DEN DAELE, UTH, alle in diesem Band).

### 3. Formen und Arenen der Kommunikation über Risiken

Wo und wie Kommunikation über Risiken zwischen den jeweiligen Akteuren stattfindet, ist nur wenig institutionalisiert, läuft aber teils nach formalisierten Prozeduren ab. Zunächst einige Beispiele:

- Hersteller informieren Käufer/Konsumenten über Produktrisiken (z.B. Beipackzettel bei Medikamenten).
- Parlamentsgremien debattieren gesetzliche Regelungen, bilden Ausschüsse, veranlassen Anhörungen usw. (z.B. Gentechnologie).
- Interessierte Teile der Öffentlichkeit informieren sich über Risikoprobleme, indem sie entsprechende Berichte in Presse oder Fernsehen verfolgen oder einschlägige Literatur lesen.

- Anwohner einer gefährdenden Industrieanlage (z.B.Kraftwerke) bilden eine Bürgerinitiative, richten Protestschreiben an Betreiber oder Verwaltung, organisieren eine Demonstration, usw.
- Verwaltung bzw. Genehmigungsbehörden führen ein Planfeststellungsverfahren für eine neue Industrie- oder Verkehrsanlage durch, etwa ein Chemiewerk, einen Flughafen, eine Müllverbrennungsanlage u.ä.m. (Diese Form ist rechtlich und praktisch am weitesten entwickelt.)
- Sofern Beteiligte den Weg der Klage wählen, kommt es zu Prozessen vor Gericht. In den dabei geführten Auseinandersetzungen über die Bewertung von Risiken spielen wissenschaftliche Gutachter/Experten - solche der Prozessparteien und solche des Gerichts - eine zentrale Rolle.
- Viele Auseinandersetzungen um problematische Technologien werden vorrangig zwischen Wissenschaftlern in Universitäten bzw. Forschungsinstituten geführt (dies gilt besonders für Chancen/Risiken von I&K-Technologien und bis vor einiger Zeit weitgehend auch für die Klimamathematik).
- In den Medien wird der Öffentlichkeit hauptsächlich ereignisorientiert berichtet, doch finden sich auch vielfach Hintergrundsberichte (so etwa zu Gefahren der Kernkraft, der Gentechnologie oder zu Klimarisiken), und im Fernsehen werden über Journalistenberichte hinaus Diskussionen zwischen Akteuren veranstaltet und den Zuschauern präsentiert.

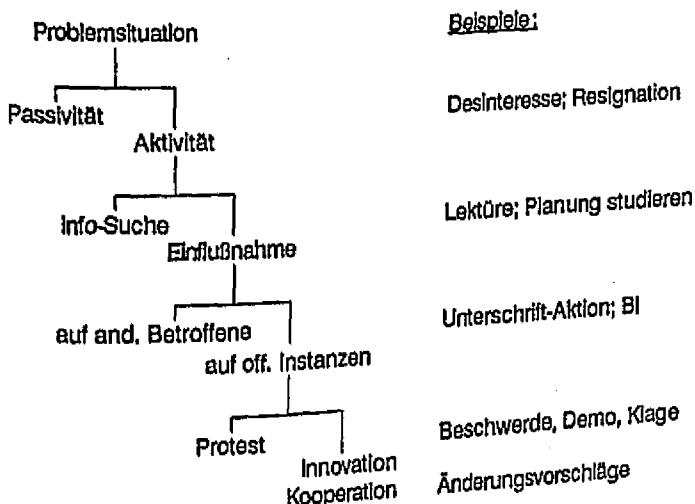


Tabelle 2: Partizipationsformen von Bürgern bei öffentlichen Planungen

Welche Partizipationsformen dem Bürger - also jenem Akteur, der nicht institutionell handeln kann - als Reaktion auf öffentliche Maßnahmen bzw. Planungen offenstehen und auch ergriffen werden, ist eine zentrale Frage der Auseinandersetzung über

technologische Risiken. Eine Übersicht über die grundsätzlichen Handlungsmöglichkeiten findet sich in Tabelle 2.

Wie das Schema zeigt, kann man im wesentlichen auf vier Wegen aktiv reagieren: man beschafft sich Informationen über den Problemfall, man bemüht sich um gemeinschaftliche Initiativen zusammen mit anderen, man versucht eine Planung (oder auch eine existierende Einrichtung bzw. Verfahrensweise durch Protestaktivitäten zu verhindern oder man will die Problemlösung durch eigene Vorschläge beeinflussen.

Die angesprochenen Formen der Beteiligung überlagern sich naturgemäß mit Ort und Medium der Risiko-Kommunikation. Zusammengefaßt ergeben sich als wichtigste Handlungsfelder bzw. "Arenen":

- Parlamente
- Verwaltungshandeln
- Gerichte
- Wissenschaftsbetrieb
- Bürgeraktivitäten
- Medien.

Allerdings stehen nicht alle Arenen allen Akteuren offen; ferner mangelt es an Wegen, Interessengegensätze der Konfliktparteien möglicherweise schon vor der Eskalation von Auseinandersetzungen - im Sinne eines präventiven 'Konflikt-Management' - auszutragen.

In diesem Zusammenhang spielt auch der formale Status bzw. die 'Legitimation' der Beteiligten eine Rolle: Teilweise ist nämlich rechtlich vorbestimmt, welche Instanzen für die Regelung von Problemen/Konflikten zuständig und welche Personenkreise dabei zu beteiligen sind (etwa bei der Abwicklung von Planfeststellungsverfahren). Bei vielen Risikoproblemen liegt allerdings keine präzise Regelung der Verantwortlichkeiten vor. Über die 'etablierten' Akteure hinaus ist gelegentlich der Einsatz von Konfliktmittlern als Mediatoren ("Risk Ombudsman") vorgeschlagen worden, um Partizipation unkonventioneller angehen und eingefahrene Konfrontationslinien aufbrechen zu können (s. etwa DIMENTO 1986, O'RIORDAN 1988, VLEK & CVETKOVICH 1989, ZUBE 1980).

#### 4. Vergleich der Akteure in verschiedenen Technikfeldern

Wenn man nun die Akteure über die hier betrachteten Technikbereiche bzw. Risikoprobleme - d.h. Gentechnologie, Kernenergie, Chemie, Informations- & Kommunikationstechnik, und Klimagefahren - hinweg betrachtet, so werden beträchtliche Unterschiede deutlich (s. VAN DEN DAELE, PETERS, UTH, HENNEN, FRANKENBERG, Kap. 2 bis 6 in diesem Band). In Tabelle 3 ist dies synoptisch dargestellt. Darin sind die verschiedenen Gruppen von Akteuren unter zwei Gesichtspunkten klassifiziert:

- nach dem Grad, in dem sie der Sache nach von dem Problemfall betroffen sind (weil sie die Risiken verursachen oder ihnen ausgesetzt sind oder die Konfliktregelung zu leisten haben oder von der Regelung betroffen sind usw.);

- nach dem Ausmaß, in dem sie sich tatsächlich an den (oben erörterten) Arten der Risiko-Kommunikation beteiligt haben.

Die Tabelle zeigt folgendes:

#### **Gentechnologie:**

Für das Risikoproblem Gentechnologie gilt, daß weit eher Wissenschaft und Teile der Industrie als die Öffentlichkeit involviert sind, außerdem die betroffenen Exponierten schwer zu definieren sind. Ferner spielen wissenschaftliche und ethische Fragen eine weit größere Rolle als etwa Probleme wie Anlagensicherheit, gefährliche Emissionen oder Umweltverschmutzung, die im Bereich Energietechnik oder chemische Industrie dominieren. Allerdings haben sich Politiker und der wissenschaftsorientierte Teil der alternativen Bewegung zunehmend engagiert, und auch die Gesetzgebung hat sich aktiv eingeschaltet.

#### **Kernenergie:**

Im Technikkonflikt um die Kernenergie sind mehr Akteure beteiligt als in jedem anderen Technikfeld, und das Ausmaß der Beteiligung an der Risiko-Kommunikation ist ebenfalls bei weitem am größten. (Insofern ist nicht verwunderlich, daß dieser Technikbereich auch die stärkste Schubkraft für das neue Forschungsfeld Risiko-Kommunikation hatte). Die Auseinandersetzung - zunächst eher über naturwissenschaftlich /technische Sachverhalte, später zunehmend auch über sozialwissenschaftliche Aspekte - erfaßte alle Bereiche der Gesellschaft; Protagonisten waren einerseits die ökologische Bewegung und andererseits Großindustrie und Technologiepolitik. Regulative Instanzen spielen national und auch international eine bedeutende Rolle.

**Chemie:** Derzeitig scheinen von der Chemie ausgehende Risiken das größte Interesse in Gesellschaft und Politik zu erfahren; auch die heftigen Debatten z.B. um pharmazeutische Produkte oder die Müllverbrennung lassen sich hier einordnen. Angesichts der enormen Vielfalt potentiell gefährlicher chemischer Produkte und Anlagen (einschließlich Lagerung und Transport) ist die darauf bezogene Risiko-Kommunikation weniger leicht zu strukturieren. Neue Ansätze des Umgangs mit Risikoproblemen (so das Konzept des "right to know"), erweiterte Gesetzgebung (z.B. die "Seveso-Direktive") und Umdenken in der Industrie (Stichwort Chemiepolitik) haben sich besonders in diesem Technikbereich entfaltet.

#### **I&K-Technik:**

Die Situation im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien ist demgegenüber deutlich anders: Die im wesentlichen von Wissenschaft und 'kritischer Intelligenz' aufgeworfenen Fragen werden nur begrenzt als Risikoproblem konzeptualisiert, es gibt praktisch keine Bewegung von Betroffenen/Exponierten, und politisch/administratives Handeln scheint noch kaum anzulegen. (Eine Ausnahme hiervon ist natürlich die heftige Auseinandersetzung über die Volksbefragung, doch ist diese kaum repräsentativ für den Gesamtbereich I&K.) Entsprechend findet

ungleich weniger Risiko-Kommunikation statt als in anderen Technikfeldern, und aktive Akteure sind selten (am ehesten gesellschaftlich engagierte Sozialwissenschaftler).

#### Klimagefahren:

Naturgemäß nehmen die von Klimaveränderungen ausgehenden Risiken eine Sonderrolle in der Analyse von Risiko-Kommunikation ein, vor allem, weil die Risiken weit mehr die Zukunft betreffen als gegenwärtig schon virulent zu sein, weil das Problem global ist und nicht mehr national eingegrenzt werden kann, weil die Datenlage besonders komplex und teils auch noch unsicher ist. Protagonisten waren allein Wissenschaftler, erst nach geraumer Zeit erreichte das Problem die Politik, und in der Öffentlichkeit ist ein Problembewußtsein allenfalls vage ausgebildet. In den letzten Jahren haben allerdings die Medien die Thematik sprunghaft aufgegriffen, Kernenergievertreter haben das Problem als weitreichendes Argument zugunsten der Kernkraft aufgefaßt und eingesetzt (was die 'Anti-Atom-Bewegung' abermals aktivierte), die politischen Parteien nahmen den Konflikt auf, usw. Inzwischen sind Klimagefahren ein wesentlicher Teil der Kommunikation über ökologische und gesundheitliche Risiken geworden.

So verschieden die Rolle der Akteure in den betrachteten Technikfeldern auch ist, es gibt doch auch deutliche Gemeinsamkeiten: die öffentliche und generelle Beschäftigung mit Risiken läuft weitgehend über die Medien, sie scheint am stärksten durch den organisierten Teil der betroffenen Öffentlichkeit (insbesondere die alternative Bewegung und ökologisch orientierte Interessengruppen) bestimmt zu sein, und Verursacher/ Betreiber/Emittenten haben sich mit vielfältigen Informationsmitteln daran beteiligt. Was die problemspezifische - und teils nur begrenzt öffentliche - Behandlung von Risikoproblemen angeht, so sind Wissenschaftler als Experten in allen Arenen beteiligt, und die regulativen Instanzen (Gesetzgeber, Aufsichtsbehörden, Gerichte usw.) haben sich inzwischen mit jedem der hier erörterten Technikfeldern befassen müssen.

## 5. Probleme der Interaktion zwischen den Akteuren

In den vielfältigen Auseinandersetzungen um den Umgang mit technologischen Risiken gibt es charakteristische Konfliktlinien zwischen den Akteuren, und keine der wechselseitigen Beziehungen (bei den hier unterschiedenen 6 Akteuren sind 15 paarweise Relationen zu betrachten) ist konfliktfrei. Im Selbstbild fühlen sich alle Akteure substantiell "Im Recht" und empfinden ihr Handeln als angemessen. Das gegenseitige Fremdbild ist oft - mitunter geradezu stereotyp - durch negative (Vor-)Urteile und fehlende Akzeptanz bestimmt. Solche 'Images' sind zum Beispiel:

- Risiko-Verursacher: Profit-/Erfolgs-orientiert, kümmern sich nicht um negative Technikfolgen für Mensch und Umwelt, zu großer Einfluß über Lobbies, ...

Akteur	Beteiligung im Technikfeld				
	GenT	KernE	I&K	Chem	Klima
<b>Risiko-Verursacher</b>					
Anlagen-Betreiber (m. Emiss.)	■	■ II	■	■ I	■ I
Hersteller gefährd. Produkte	■	□ I	□	■ II	■ I
Forschungseinrichtungen	■ I	□ I			
Transporteure		□		■	
Nutzer/Anwender				■	■
<b>Risiko-Exponierte</b>					
Anwohner		■ II		■ I	
Beschäftigte in Betrieben	□	■	■ I	■	
Verbraucher/Benutzer	□		■	■	
<b>Öffentlichkeit</b>					
Bevölkerung allgemein	■	□ II	□	■ I	□
Bürgerinitiativen, alt. Beweg.	I	II	I	II	
Interessenverbände	□	□ I		□ I	
Politische Parteien	□ I	□ II	□	□	□ I
<b>Regulative Instanzen</b>					
Legislative	■ I	■ I		■	■ I
Genehmigungsbehörden	■	■ II		■ I	
Überwachungsämter		■ I		■ I	■ I
Internationale Behörden	■ I			□	
Gerichte		■ I			
<b>Wissenschaft</b>					
Universitäten/Forschungsinst.	■ II	■ I	■ I	□	■ II
Gutachter/Sachverständige		I		I	
Wiss.-Techn. Gremien/Kommiss.	□ I	□	□ I	□	□ I
Ärzte, Psychologen	□ I	□ I	□ II	□ I	
<b>Medien</b>					
Presse/Rundfunk/Fernsehen	■ I	■ II	□	■ I	■ II
Buchautoren, Verlage	I	II	I	I	

■ bzw. □ Grad der substantiellen u/o formalen Betroffenheit  
 !! bzw. ! Ausmaß der Beteiligung an der Risiko-Kommunikation

Tabelle 3: Die Bedeutung verschiedener Akteure der Risiko-Kommunikation  
 in unterschiedlichen Technikbereichen

- Risiko-Exponierte: nur um privates Wohlergehen besorgt, vernachlässigen das Gemeinwohl, unzugänglich für technische Sachinformation, Technik-/Fortschrittsfeindlich, ...

- Öffentlichkeit: gegen Verwaltung und Wirtschaft (die 'Mächtigen') voreingestellt, versteht inhaltliche Probleme nicht, irrational, manipulierbar bzw. folgt fremdbe-stimmt gesellschaftlichen Strömungen, ...
- Administration: verschleppt Problemlösung, zuviel bürokratischer Formalismus, In der Sache nicht genügend kompetent, neigt zu politischem Opportunismus, ...
- Wissenschaft: Aussagen schwer verständlich, oft weltfremd, technizistische Per-spektive, komplizierend statt problemlösend, Experten sind dominiert durch je-weilige Auftraggeber und untereinander zerstritten,...
- Medien: berichten verkürzt/verzerrt/manipulativ, zu sehr an Sensationellem In-teressiert, bevorzugen jeweils die negativen Aspekte, ...

Die Schwierigkeiten der Kommunikation über Risiken liegen gleichermaßen im Stil und im Inhalt des 'Diskurses'. Die kognitiven und motivationalen Divergenzen lassen sich im wesentlichen unter vier Gesichtspunkten zusammenfassen:

- Kenntnisunterschiede/Datenwissen/Expertengrad der Beteiligten;
- Verständlichkeitsprobleme und Art der Kommunikation;
- Wert-/Interessen-/Perspektiv-Divergenzen;
- Mangel wechselseitiger Glaubwürdigkeit und Akzeptierung.

(Vgl. hierzu auch die Diskussion von Konflikttypen in v. WINTERFELDT & EDWARDS 1984, COVELLO et al. 1986, KRIMSKY & PLOUGH 1988).

Welche dieser Probleme charakteristisch für die verschiedenen Akteure sind, ist - stark vereinfacht - in Tabelle 4 dargestellt. Danach ist naturgemäß das Verhältnis zwischen Verursachern und Exponierten am stärksten durch Kommunikationsprobleme belastet, insbesondere im Fall Kernenergie (s. PETERS, Abschn. 4.4 und 4.6) und bei der Chemischen Industrie (s. UTH, Abschn. 4.1.1 und 4.2.1), doch auch für die meisten anderen Fälle werden beträchtliche Schwierigkeiten angeführt, allerdings Je-nach Akteur durchaus verschiedene (s. den oberen Teil der Tabelle). Eine Sonder-rolle spielen sicher die Medien: einerseits haben sie weder besondere fachliche Kompetenz vorzuweisen noch die Bedeutsamkeit eines substantiell Beteiligten (sieht man von einer allgemeinen Berichterstattungspflicht ab); andererseits sind sie der Kanal für den größten Teil der Risiko-Kommunikation, vermitteln also zwischen den anderen Akteuren (LICHTENBERG & McLEAN 1988, PETERS 1990).

In diesem Zusammenhang erscheint ferner wesentlich, daß auch innerhalb der hier analysierten Gruppen von Akteuren teils wesentliche Kommunikationsprobleme be-stehen, und zwar gleichermaßen in Bezug auf Fakten und auf Werte (s. den unteren Teil von Tabelle 4). Interessanterweise scheint dies auch und gerade für die Wis-senschaft zu gelten - jenen Akteur, dem zumindest im Prinzip der größte Sachver-stand zugeschrieben wird:

Die überaus verwickelten und teils nahezu konfus anmutenden Debatten um Grenz-werte gegen Strahlungsrisiken, gefährliche Chemikalien oder jüngst das

	Verurs.	Expon.	Öff.	Adm.	Wiss.	Med.
Risiko-Verursacher	*	KVWG	KVWG	KW		KVG
Risiko-Exponierte	II	*	W	KVWG	KVG	
Allg. Öffentlichkeit	I		*	KV	KV	K
Administr./regulat. Inst.	I	I		*	KV	KG
Wissenschaft		I	I		*	KV
Medien	I			I	I	*
* Heterogenität Innerhalb der Akteure		KW	W	W	KV	W
! Intensität der Kommunikationsprobleme						
K Kenntnisunterschiede/Datenwissen/Expertengrad						
V Verständlichkeitsprobleme, Art der Kommunikation						
W Wert-/Interessen-/Perspektiv-Divergenzen						
G Mangel wechselseitiger Glaubwürdigkeit und Akzeptierung						

Tabelle 4: Art und Intensität von Problemen zwischen Akteuren

Ozonproblem sind Beispiel dafür (s. z.B. PETERS oder UTH, in diesem Band, sowie KORTENKAMP et al. 1988, WINTER 1986). Es haben sich drei Klassen von Forschungsinstituten entwickelt: die Universitätsinstitute, die den Bundes- oder Landesbehörden nachgeordneten Institute (z.B. PTB = Physikalisch-Technische Bundesanstalt, LIS = Landesanstalt für Immissionsschutz von NRW) und die sog. alternativen Institute (deren bedeutendstes das Öko-Institut ist); Divergenzen zwischen diesen ist eher die Regel. Zugleich ist in den meisten Technikkonflikten das Ritual von Gutachten und Gegengutachten üblich geworden (NOWOTNY 1982, RUCHT 1988, PETERS, in diesem Band). Nachteilige Konsequenzen für Glaubwürdigkeit und Akzeptanz von Wissenschaftlern sind unvermeidlich.

Diese interne Heterogenität von Akteuren erschwert aber für den jeweils anderen Akteur zusätzlich, sich ein schlüssiges Bild zu machen, Vertrauen zu entwickeln und sich um konstruktive Wege der Konfliktlösung zu bemühen.

## 6. Konsequenzen für die Forschung zur Risiko-Kommunikation

Der sozialwissenschaftliche Forschungstand zur Rolle der Akteure in der Risiko-Kommunikation ist einerseits inzwischen sehr umfangreich geworden (s. etwa die Bibliografien in HAMMOND & VICTOR 1988 oder ROHRMANN et al. 1988 sowie die in den Expertisen (Kap. 2-6) genannte Literatur), andererseits aber doch ungleichmäßig über die Akteure hinweg. Besonders große Aufmerksamkeit erfuhren die Medien (zusammenfassend LICHTENBERG & McLEAN 1988), die Öffentlichkeit, insbesondere

'alternative' Interessengruppen wie etwa die Bürgerinitiativ- und Protestbewegung (s. z.B. MAYER-TASCH 1981, FIORINO 1990) und teils auch Wissenschaft/Experten (vgl. BROOKS 1987, OTWAY 1987, SALTER et al. 1988), während zur Rolle der Administration (s. z.B. OTWAY & PELTU 1987) und der Betreiber/ Verursacher/ Emittenten (ein Beispiel beschreibt KECK 1984) ungleich weniger Literatur vorliegt. Dabei ist anzumerken, daß der Wissensstand für die amerikanischen Gegebenheiten (vielleicht mit Ausnahme der alternativen Bewegungen) weit umfänglicher ist als für die deutsche Situation: hier besteht offenkundig Nachholbedarf.

Wenn verschiedene Akteure unterschiedlich intensiv untersucht wurden, so hat das sicher auch methodische Gründe: Zur Analyse der öffentlichen Meinung gibt es ein lang erprobtes demoskopisches Verfahrensinventar; für die Medienforschung stehen Inhaltsanalytische Methoden zur Verfügung, und vor allem liegen die Daten öffentlich vor und können zudem auch zu beliebig späteren Zeitpunkten analysiert werden. Die Untersuchung von Entscheidungsprozessen in Politik, Wirtschaft und Wissenschaft ist dagegen vom Gegenstand wie von den notwendigen Daten her weit schwieriger und mit Befragungen oder Dokumentenanalysen allein auch nicht zu schaffen; erforderlich sind Beobachtungsmethoden (s. z.B. BURGESS 1982, FRIEDRICH & LÜDTKE 1977) als Teil eines 'multi-methodalen' Zugangs.

Die vorlegenden Expertisen haben noch einmal deutlich gemacht, daß sowohl für die Entstehung von Konflikten in der Risikobewertung als auch für Entwicklung von Konzepten für die Risiko-Kommunikation entscheidend ist, wer jeweils die Beteiligten sind, ob sich also z.B. Experten verschiedenster Wissenschaftszweige über die Abschätzung von Technikfolgen auseinandersetzen, ob die staatliche oder kommunale Gewerbeaufsicht mit den Betreibern einer Industrieanlage im Konflikt liegt und diese beiden ihrerseits mit den betroffenen Anwohnern des Werks, usw.

Eine Untersuchung zu Problemen der Risiko-Kommunikation muß darum explizit machen, um welche Akteure es geht, und deren Merkmale, Verhalten und Interaktionsweisen in der Analyse systematisch berücksichtigen. Auch für die Vergleichbarkeit von Befunden aus verschiedenen Studien ist dieser Gesichtspunkt wesentlich. Ebenso ist bei der - zunehmend geforderten - Evaluation von Risiko-Kommunikation (COVELLO et al. 1989, KASPERSON & ROHRMANN 1988, ROHRMANN 1990) eine Akteurs-bezogene Analyse unabdinglich.

Sofern Lösungswege für eine verbesserte Risiko-Kommunikation und insbesondere Konzepte für kooperative Konfliktlösung entworfen werden, wird also nur dann Aussicht auf Erfolg bestehen, wenn dabei die spezifischen Eigenarten und Handlungsmöglichkeiten der Akteure gezielt herausgearbeitet und berücksichtigt werden.

## Literatur

ALEMANN, U. v. (Hg.) (1975): Partizipation - Demokratisierung - Mitbestimmung. Opladen: Westdeutscher Verlag.

BROOKS, H. & COOPER, C. L. (Eds.) (1987): Science for public policy. Oxford: Pergamon Press.

- BURGESS, R.G., (1982): Field research: a sourcebook and field manual. London: Allen & Unwin.
- COVELLO, V. T., MCCALLUM, D. B. & PAVLOWA, M. (1989): Effective risk communication. The role and responsibility of government and nongovernment organizations. New York: Plenum.
- COVELLO, V. T., WINTERFELDT, D. v. & SLOVIC, P. (1986): Risk communication- A review of the literature. *Risk Abstracts*, 3, 171-181.
- DIENEL, P. C. (1978): Die Planungszelle - eine Alternative zur Establishment-Demokratie. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- DIMENTO, J. F. (1986): Der Consensus-Workshop: Ein geeignetes Forum für Grenzwertsetzung. In: Winter, G. (Hg.): Grenzwerte, Düsseldorf: Werner, 103-110.
- ELLWEIN, T., LIPPERT, E. & ZOLL, R. (1975): Politische Beteiligung in der BRD. Göttingen: Schwartz.
- FIORINO, D. J. (1990): Citizen participation and environmental risk: a survey of institutional mechanisms. *Science, Technology, and Human Values*, 15, 228-243.
- FRANKENBERG, P. (1989): Risiko-Kommunikation: Anthropogen Induzierte Klimaveränderungen. In diesem Band.
- FRIEDRICHS, J. & LÜDTKE, H. (1977): Teilnehmende Beobachtung. Einführung in die sozialwissenschaftliche Feldforschung. Weinheim: Beltz.
- GARBE, D. (1986): Planning cell and citizen report: A report on German experiences with new participation instruments. *European Journal of Political Research*, 14, 221-238.
- GURLIT, E. (1989): Die Verwaltungsöffentlichkeit im Umweltrecht. Ein Rechtsvergleich Bundesrepublik Deutschland - USA. Düsseldorf: Werner.
- HAMMOND, K. R. & VICTOR, D. (1988): Annotated bibliography for risk perception and risk communication. Colorado: Center for Research on Judgment and Policy.
- HENNEN, L. (1990): Risiko-Kommunikation: Informations- und Kommunikationstechnologien. In diesem Band.
- KASPERSON, R. M. & ROHRMANN, B. (1988): Evaluation of risk communication strategies. In: Jungermann, H., Kasperson, R. M. & Wiedemann, P. M. (Eds.): Risk communication. Kernforschungsanlage Jülich GmbH.
- KECK, O. (1984): Der schnelle Brüter. Eine Fallstudie über Entscheidungsprozesse in der Großtechnik. Frankfurt: Campus.
- KORTENKAMP, A., GRAHL, B. & GRIMME, L. H. (Hg.) (1988): Die Grenzenlosigkeit der Grenzwerte. Karlsruhe: C.F.Müller-Verlag.
- KRIMSKY, S. & PLOUGH, A. (1988): Environmental hazards - Communicating risks as a social process. Dover: Arborn.
- KWEIT, M. & KWEIT, R. (1981) Implementing citizen participation in a bureaucratic society. New York: Praeger.

- LICHTENBERG, J. & MACLEAN, D. (1988): The role of media in risk communication. In: Jungermann, H., Kasperson, R. E. & Wiedemann, P. M. (Eds.): Risk communication, Jülich: Proceedings of the international workshop on risk communication, 33-49.
- MAYER-TASCH, P. C. (1981): Die Bürgerinitiativ-Bewegung. Reinbeck: Rowohlt.
- MÜLLER, M. (1983): Bürgerinitiativen in der politischen Willensbildung. Aus Politik und Zeitgeschichte, 11, 27-39.
- NOWOTNY, H. (1982): Experten und Ihre Expertise. Zum Verhältnis der Experten zur Öffentlichkeit. Zeitschrift für Wissenschaftsforschung, 2, 611-617.
- O'RIORDAN, T. (1988): The right to know and community dynamics. In: Jungermann, H., Kasperson, R. E. & Wiedemann, P. M. (Eds.): Risk communication, Juelich: Proceedings of the International workshop on risk communication, 87-105.
- OTWAY, H. J. & PELTU, M. (Eds.) (1985): Regulating industrial risks. Science, hazards and public protection. London: Butterworths.
- PETERS, H. P. (1990): Warner oder Angstmacher? Thema Risiko-Kommunikation. Manuskript zum Funkkolleg "Medien und Kommunikation" (Studieneinheit 23).
- PETERS, H.P. (1990): Risiko-Kommunikation: Kernenergie. In diesem Band.
- PRESTER, H.-G. (1987): Politischer Protest in der Bundesrepublik Deutschland - Eine sozial-psychologische Analyse der politischen Beteiligung. Bern: Huber.
- ROHRMANN, B. (1990): Partizipation und Protest. In: Graumann, C. F., Kruse, L. & Lantermann, E. D. (Hg.): Ökologische Psychologie - Ein Handbuch in Schlüsselbegriffen. München: Psychologie-Verlags-Union.
- ROHRMANN, B. (1990): Analyzing and evaluating the effectiveness of risk communication programs. Forschungszentrum Jülich: Arbeiten zur Risiko-Kommunikation, Heft 17.
- ROHRMANN, B. & PRESTER, G. (1987): Neue soziale und politische Verhaltensformen. In: Frey, D. & Greif, S. (Hg.): Sozialpsychologie - Ein Handbuch in Schlüsselbegriffen. München/Weinheim: Psychologie-Verlags-Union, 475-483.
- ROHRMANN, B., WIEDEMANN, P. & STEGELMANN, H.U. (Eds.) (1990): Risk communication - An interdisciplinary bibliography. Research Center Juelich.
- ROTH, R. & RUCHT, D. (Hg.) (1987): Neue soziale Bewegungen in der Bundesrepublik Deutschland. Frankfurt.
- RUCHT, D. (1982): Planung und Partizipation. München: TUDUV.
- RUCHT, D. (1988): Gegenöffentlichkeit und Gegenexperten: Zur Institutionalisierung des Widerspruchs in Politik und Recht. Zeitschrift für Rechtssoziologie, 9, 44-49.
- SALTER, L., LEISS, L. & LEVY, E. (1988): Mandated science: science and scientists in the making of standards. Dordrecht: Kluwer.
- UTH, H.-J. (1990): Risiko-Kommunikation: Chemie. In diesem Band.
- VAN DEN DAELE, W. (1990): Risiko-Kommunikation: Gentechnologie. In diesem Band.

VLEK, C. & CVETKOVICH, G. (1989): Social decision making in technological projects: review of key issues and a recommended procedure. In: Vlek, C. & Cvetkovich, G. (Hg.): Social decision methodology for technological projects, Dordrecht: Kluwer, 297- 322.

VON WINTERFELDT, D. & EDWARDS, W. (1984): Patterns of conflicts about risky technologies. Risk Analysis, 4, 55-68.

WANDERSMAN, A. (1984): Citizen participation. In: Heller, K., Price, R., Riger, S. & Wandersman, A. (Eds.): Psychology and community change - Challenge of the future, Homewood/Ill.: Dorsey Press, 337-379.

WIEDEMANN, P., HENNEN, L. & FEMERS, S. (In Vorb.), Fallbeispiele für innovative Ansätze der Risiko-Kommunikation im Bereich der Entsorgungswirtschaft. Jülich: Programmgruppe Mensch, Umwelt, Technik des Forschungszentrums Jülich.

WINTER, G. (Hg.) (1986): Grenzwerte. Interdisziplinäre Untersuchungen zu einer Rechtsfigur des Umwelt-, Arbeits- und Lebensmittelschutzes. Düsseldorf: Werner.

ZUBE, E. H. (1980): Environmental evaluation - perception and public policy. Monterey: Brooks/Cole.



# **Strategien der Risiko-Kommunikation und ihre Probleme**

**Peter M. Wiedemann (Forschungszentrum Jülich)**

---

<b>1. Zielfunktion der Kommunikation über Risiken</b>	<b>345</b>
<b>2. Einfluß von Problemdefinition und -sichten auf die Zielsetzung bei der Risiko-Kommunikation</b>	<b>346</b>
<b>3. Ziele und Mittel: Strategien der Risiko-Kommunikation</b>	<b>349</b>
<b>4. Meta-Kommunikation als Risiko-Kommunikationsstrategie</b>	<b>353</b>
<b>5. Forschung zur Verbesserung der Risiko-Kommunikation</b>	<b>354</b>
<b>6. Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Strategien der Risiko-Kommunikation in den betrachteten Technikfeldern</b>	<b>356</b>
<b>7. Ausblick für die Forschung zur Risiko-Kommunikation</b>	<b>360</b>
<b>Literatur</b>	<b>362</b>

---

## **1. Zielfunktion der Kommunikation über Risiken**

Bei der Kommunikation über Risiken können, wie bei Kommunikation überhaupt (SCHULZ VON THUN 1988), vier Zielfunktionen unterschieden werden.

Die erste Zielfunktion betrifft den Darstellungsaspekt. Durch Kommunikation werden Sachverhalte als Risiken gekennzeichnet und bewertet. Diese Darstellung ist variabel, d.h. unterschiedliche Akteure beschreiben für einen Sachverhalt je unterschiedliche Risiken.

Die zweite Zielfunktion betrifft den Appellaspekt. Mit Risiko-Kommunikation wird beabsichtigt, die Empfänger kognitiv, emotional oder in Bezug auf ihr Verhalten zu beeinflussen. So wird z.B. vor dem Gebrauch von Asbest gewarnt; Bürger werden mobilisiert, gegen ein KKW zu protestieren; oder es wird versucht, verängstigte Anwohner zu beruhigen.

Die dritte Zielfunktion von Risiko-Kommunikation bezieht sich auf die Selbstdarstellung der Kommunikatoren. Sie beabsichtigen z.B., als vertrauenswürdig, kompetent und sachlich zu erscheinen. So versuchen Unternehmen, Anwohnern einer gefährlichen Anlage deutlich zu machen, daß sie selbst verantwortungsbewußt mit Risiken umgehen und nicht nur auf Profit, sondern auch auf das Gemeinwohl achten. Ebenso beanspruchen Umweltverbände, das Wohl der Bürger zu vertreten.

Die vierte Zielfunktion betrifft den Beziehungsaspekt. Durch Kommunikation werden Beziehungen zwischen Akteuren definiert und verändert, z.B. durch die Einbeziehung der Öffentlichkeit in die Entscheidungsfindung.

In realer Kommunikation sind alle vier Funktionen miteinander verbunden, wobei jedoch eine im Vordergrund stehen kann, in Abhängigkeit davon, welche Probleme gesehen und welche Ziele angestrebt werden.

## 2. Einfluß von Problemdefinition und -sichten auf die Zielsetzung bei der Risiko-Kommunikation

Idealtypisch hat ein Risikothema den folgenden Lebenszyklus. Am Anfang weisen in der Regel "kritische Wissenschaftler" auf mögliche Gefahren hin. Es entstehen Koalitionen mit Umweltverbänden und anderen Organisationen, die als "Katalysatoren" diese Sichtweise befördern und darüber hinaus Risiken dramatisieren und politisieren. Damit beginnen auch die Medien aufmerksam zu werden. Sie bieten diesen Aktivitäten eine öffentliche Plattform und begünstigen auf diese Weise die Rekrutierung neuer Anhänger. Medien haben außerdem eine Transportfunktion, sie ermöglichen internationale Wechselwirkungen, d.h. Entwicklungen in den USA breiten sich so auf Europa, insbesondere auf die Bundesrepublik Deutschland aus. In Zusammenhang mit einem "kritischen Ereignis" gewinnt das Risiko-Thema dann die Aufmerksamkeit der breiten Öffentlichkeit. Erst zu diesem Zeitpunkt nehmen die Vertreter der Industrie und der Politik dazu Stellung. Sie reagieren aber nur noch – die Initiative liegt eindeutig auf der Seite der Kritiker.

Feld	Protagonisten des Risiko-Themas	Katalysatoren	Kritisches Ereignis
Kernenergie	JUNGK (1977)	lokale BI's Anti-AKW-Bew.	TMI, Tschernobyl
Chemie	CARSON (1963); KOCH/VARENHOLT (1978)	BUND, BBU	Seveso, Bhopal
Gen-Techn.	Moratorium 1974 RIFFKIN 1986	Wissenschaft, BUND	Retortenbaby, Freisetzungsexperimente
I&K	WEIZENBAUM (1978)	Anti- Volkszählungsbewegung, sozialwissenschaftliche Skepsis gegenüber künstlicher Intelligenz	Volkszählung 1983
Klima	SCHNEIDER (1976)	Wissenschaft	Saheldürre 1969, heißer Sommer 1988 in den USA, Ozonloch und Krebsrisiko

Tabelle 1: Bedingungen der Durchsetzung des Risiko-Themas in der Chemie, Kernenergie, Gentechnologie, I&K-Technologie und bei der Klimaproblematik

Tabelle 1 zeigt die Spezifika bei der Verbreitung des Risiko-Themas in den hier betrachteten Technikfeldern. Bei der Risikodiskussion in der Chemie gaben CARSON's Buch "Silent Spring" (1963) sowie "Seveso ist überall" von KOCH und VARENHOLT (1978) den Anstoß. Diese Rolle spielte für die Kernenergiadebatte JUNGK's Buch über den Atomstaat (1977) und für die Debatte um I&K-Technologien das Buch von WEIZENBAUM über die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft (1978). Bei den kritischen Ereignissen handelt es sich vor allem um Störfälle oder Havarien, die den Problemdruck verstärken. In der Chemie sind hier der Seveso-Unfall, die Katastrophe in Bhopal und der Unfall in Schweizerhalle (Basel) zu nennen; in der Kernenergiadebatte die Unfälle von Harrisburg und Tschernobyl. Bei der Gentechnologie waren es zum einen die - fälschlicherweise - zugeschriebene Problematik der "Retortenables" und zum anderen die Durchführung der als riskant eingestuften Freilandversuche mit genetisch manipulierten Organismen, die zu einer Eskalation des Problembewußtseins führten. Ein kritisches Ereignis, daß die Klimadiskussion anstieß, war die Dürre in der Sahelzone von 1989, wo erstmals die Frage aufgeworfen wurde, ob die Trockenheit anthropogen verursacht ist. Aber erst der heiße Sommer '88 in den USA, der vor Augen führte, welche Folgen die Klimaveränderung haben kann, verhalf dem Klimaproblem zum Durchbruch. Im Zusammenhang damit stand auch das Hautkrebsrisiko, das dem "Ozonloch" zugeschrieben wurde und vor allem in den USA und in Australien massive Ängste auslöste.

Die Rolle von Koalitionen ist bei der Verbreitung des Risikothemas wesentlich - es braucht neben den Warnern gesellschaftliche Kräfte, die diese Sichtweise unterstützen und befördern. Im allgemeinen handelt es sich dabei um gesellschaftliche Anspruchsgruppen, also Gegenkräfte, die außerhalb des Establishments angesiedelt sind, wie der BUND, Greenpeace und Bürgerinitiativen. Die Gruppen streben eine Mobilisierung der Bevölkerung und Einflußnahme auf die Entscheidungsbildung an. Ihr Ziel ist es, auf Risiken aufmerksam zu machen, Argumente zu verbreiten und auf politischem oder juristischem Weg zu versuchen, riskante Technologien zu verbieten bzw. gar nicht erst zuzulassen. In der Bundesrepublik spielen dabei auch die Medien eine herausragende Rolle, die das Risikothema Mitte der 70er Jahre aufgriffen (KEPPLINGER 1989).

Das Klimathema hat - im Gegensatz zur Chemie, Kernenergie sowie der I&K-Technologie und Gentechnologie - eine besondere Stellung, da es von Anfang an von etablierten Wissenschaftseinrichtungen zur Sprache gebracht wurde; es bedurfte keines besonderen Druckes von "unten", d.h. von BI's oder Umweltschutzverbänden.

Wenngleich die Verbreitung des Risikothemas in den verschiedenen Technikfeldern Ähnlichkeiten aufweist, so ist doch die Qualität der Auseinandersetzungen verschieden. Zweifelsohne wird die Kernenergiadebatte am heftigsten geführt. Aber mittlerweile hat auch die Kontroversen um die Chemie an Schärfe zugenommen, insbesondere wenn es um Fragen der Entsorgung chemischer Produkte geht. Allerdings sind der Chemie-Risiko-Debatte Grenzen gesetzt. Denn es kann zwar ein prinzipielles "Nein, Danke!" zur Kernenergie geben (sie ist substituierbar durch andere Energiequellen), nicht aber zur Chemie. Hier kann es nur um die Substitution von einzelnen Technologien gehen. Auseinandersetzungen um Risiken der Gentechnologie wie

auch der I&K-Technologie sind vergleichsweise moderat und haben noch nicht zu einer Polarisierung der Öffentlichkeit geführt. Die Klimadebatte hat Besonderheiten: hier wird weniger um Risiken selbst gestritten, sondern um die Art und Weise ihrer Verursachung und vor allem um geeignete Maßnahmen, diesen Risiken entgegenzuwirken. Konflikte ergeben sich vor allem bei der Einschätzung, inwieweit die Kernenergie als Mittel zur Verhinderung der Klimakatastrophe taugt (FRANKENBERG 1990).

Die Unternehmen wie auch der Staat stehen bei der Risikoproblematik vor einer etablierten gesellschaftlichen Meinung, auf die sie nunmehr nur noch reagieren können. Zwei Sichtweisen dominieren dabei: Zum einen die Auffassung, daß man es mit einem Akzeptanzproblem zu tun hat, für das unterschiedliche Ursachen angenommen werden. Zum anderen wird davon ausgegangen, daß es sich um einen "Wertedissens" handelt, dessen Ziel nicht Akzeptanz, sondern bestenfalls Kompromißbildung sein kann (siehe Tabelle 2).

Problemsicht	angenommene Ursache	dominante Strategie
Akzeptanzproblem	Informationsdefizit einseitige Informationsselektion Glaubwürdigkeitsverlust	Vermittlung von Information Verbesserung von Glaubwürdigkeit und Vertrauen
Werteproblem	Wertepluralismus in der Gesellschaft	Kooperation Konfliktmanagement

Tabelle 2: Sichtweisen der Anlässe für Risiko-Kommunikation

Die Akzeptanzsichtweise tauchte zuerst im Zusammenhang mit der Kernenergie-Debatte auf. Zum ersten Mal wurde eine Technologie, für die noch in den 60er Jahren demonstriert worden war - Ostermarsche für die friedliche Nutzung der Kernenergie - Ziel öffentlichen Protests und Widerstands. Als Ursache dieser Kontroverse wurde angenommen, daß die Risikowahrnehmung der Öffentlichkeit aufgrund eines Informationsdefizits verzerrt war. Ziel war es dann auch, über entsprechende Informationsprogramme, so z.B. dem "Bürgerdialog Kernenergie" Ende der 70er Jahre, die Öffentlichkeit besser zu informieren. Eine ähnliche Betrachtungsweise des Akzeptanzproblems findet sich auch in der Chemie und der Biotechnologie (UTH 1990, VAN DEN DAELE 1990).

Daneben wird auch die Auffassung vertreten, daß eine einseitige Informationsselektion - die für das Worst Case Scenario - verantwortlich für die mangelnde Akzeptanz ist. Der Öffentlichkeit wird Irrationalität bei der Bewertung von Technologien unterstellt: nicht nur daß Nutzenaspekte völlig ausgeklammert bleiben, auch die Wahrnehmung von Risiken sei verzerrt und emotionalisiert.

In jüngster Zeit wird die fehlende Akzeptanz als Glaubwürdigkeitsproblem angesehen (RÖGLIN und v. GREMBER 1988). Das Ziel ist dann, die Glaubwürdigkeit der Unternehmer und der Aufsichtsbehörden zu verbessern, bzw. das Vertrauen in sie zu verstärken (RENN und LEVINE 1989).

Die Sichtweise "Opposition gegenüber Technologien als Werteproblem" wird von unterschiedlichen sozialen Kräften eingenommen. Zum einen vertreten diesen Standpunkt sozialwissenschaftliche Forschungsinstitute, die sich professionell mit Risiko-Kommunikation befassen, sowie einzelne engagierte Vertreter von Industrie und Behörden, die den Wertpluralismus in der Gesellschaft anerkennen und die Notwendigkeit der Kooperation mit Bürgerinitiativen und Umweltverbänden einsehen. Zum anderen versuchen eher konservative Kräfte, die hinter Umweltschutz- und Risikoargumenten politische "Umsturzmotive" vermuten, mittels einer offensiven Konfliktmanagement-Strategie die Auseinandersetzungen zu ihren Gunsten zu entscheiden.

### 3. Ziele und Mittel: Strategien der Risiko-Kommunikation

Demzufolge finden sich vier Strategien, d.h. Ziel-Mittel-Wahlen im Themenfeld Risiko-Kommunikation. Es handelt sich dabei um (1) eine Informationsvermittlungs-Strategie, (2) eine Strategie zur Verbesserung von Vertrauen und der Glaubwürdigkeit, (3) eine Konfliktmanagement-Strategie und (4) eine Kooperations-Strategie.

Die Informationsvermittlungs-Strategie zielt darauf ab, Informationsdefizite zu beheben und falsche Annahmen über Risiken zu korrigieren. Bei allen diesen Aktivitäten liegt das Schwergewicht auf dem Darstellungsaspekt. Appelle werden meistens nur indirekt formuliert, z.B. über die Auswahl von spezifischen Bezugsgrößen, die die Größeneinschätzung von Risiken beeinflussen.

Von Seiten der mit Risiko-Kommunikation beschäftigten Sozialwissenschaftler und auch von der Politik wird angestrebt, die Risiko-Debatten zu versachlichen bzw. zu "entemotionalisieren". Unternehmen versuchen hingegen, Befürchtungen zu entkräften; dagegen unternehmen gesellschaftliche Anspruchsgruppen den Versuch, die Öffentlichkeit auf Risiken aufmerksam zu machen und davor zu warnen.

Bei der Information über Risiken wird unterschiedlich weit ausgegriffen. Das betrifft zum einen die Schadenskonzepte, wobei Kritiker versuchen, diese auszuweiten, während Befürworter dazu intendieren, sie einzugrenzen. So werden in den Risikostudien zur Kernenergie (NUREG 1975, GRS 1989) soziale, politische und kulturelle Schadenskategorien nicht beachtet (KOLLERT 1990), auf die Kritiker wie MAIER-ABICH und SCHEFOLD (1986) gerade abzielen. Andererseits umfaßt die Informationsvermittlungsstrategie nicht nur Information über Art und Ausmaß von Risiken; d.h. über die direkte Risiko-Information hinaus werden auch andere Aspekte der Risikothematik angesprochen (siehe Tabelle 3).

Auf Ebene 1 werden Weltsichten thematisiert, die Technik in bestimmte Zusammenhänge stellen und deren Wahrnehmung und Bewertung lenken. Es geht dabei vor allem um moralische Kommunikation. Beispielsweise versucht SCHWARZ (1990), die Kernenergie als notwendig für den Erhalt menschlichen Lebens darzustellen, indem er den Zusammenhang von Energieversorgung und weltweiten Bevölkerungswachstum betont. Auf andere Weise versucht JUNGK (1977) mit seinem Buch über den Atomstaat die Unverträglichkeit der Kernenergie für eine freiheitlich-demokratische Rechtsordnung aufzuweisen. Chemie-Kritiker haben mit Deutungsmustern wie "sanfte Chemie" Grundsätze einer neuen Chemiepolitik formuliert (FRIEGE und CLAUS 1988), die die Industrie in die argumentative Defensive gebracht hat.

Ebene	Fokus	Aktivität
1	Weitsicht	Darstellung von Deutungsmustern und Images
2	Bewertungsphilosophie	Darlegung der Prinzipien der PRA
3	Methodik	Information über Verfahren der Risikoabschätzung
4	Risiko	Darstellung von Qualität und Quantität von Risiken

Tabelle 3: Ebenen der Risiko-Kommunikation

Auf Ebene 2 stehen Bewertungsphilosophien im Mittelpunkt. Gemeint sind damit Informationen über die prinzipielle Behandlung von Unsicherheit und Undeutlichkeit. Es geht dabei um solche Fragen wie: Sind technische Risiken grundsätzlich unvermeidbar? Haben sie eine neue Qualität erlangt? Leben wir heute gefährlicher als früher? Welche Möglichkeiten existieren, mit technischen Risiken verantwortlich umzugehen? Wie lassen sie sich abschätzen? Eignen sich dazu bestimmte Analyseverfahren, wie z.B. die probabilistische Risikoanalyse (PRA)? Prinzipiell stehen sich zwei Positionen gegenüber: Eine im positiven Sinne technokratische, die davon ausgeht, daß es immer Unsicherheiten gibt und diese soweit wie möglich abgeschätzt, kalkuliert und minimiert werden müssen. Die andere Position geht davon aus, entweder Techniken, die Entscheidungen unter Sicherheit erfordern, gänzlich abzuschaffen, oder es wird unterstellt, daß es sich hierbei in Wirklichkeit um Entscheidungen unter Sicherheit handelt. D.h. Technikentscheidungen werden als Machtfrage aufgefaßt, wo es allein auf den richtigen politischen Wille ankommt (FISCHER 1989), um die Technologien zu fördern, die keinerlei Gefährdungspotential besitzen.

Auf Ebene 3 wird über Verfahren von Risikoabschätzungen informiert, Check-Listen für deren Bewertung vorgeschlagen und die Vollständigkeit und Güte der Risikoabschätzung beurteilt (HELD 1988, RINFLEISCH 1988, SAILER, 1988). Im Hinblick auf die Öffentlichkeit wird angenommen, daß erst das Verständnis von Verfahren und die Fähigkeit, diese bewerten zu können, Laien befähigt, an der Risiko-Kommunikation teilzunehmen (MILLAR und WYNNE 1988, NATIONAL RESEARCH COUNCIL 1989). Die Forderung, über Verfahrensaspekte zu informieren, geht zumeist von der Kritikerseite bzw. ihr nahestehenden sozialwissenschaftlichen Institutionen und Wissenschaftlern aus.

Schließlich geht es auf Ebene 4 um die Darstellung des Ausmaßes und der Bedeutsamkeit von Risiken. Der Schwerpunkt liegt dabei in der Auswahl geeigneter Risikomaße sowie Risikovergleiche. Die meisten Arbeiten wurden dazu im Bereich der Kernenergie sowie der Chemie erstellt. Ein Beispiel ist die "Nuclear Event Scale" der INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (1990), die auf einer Skala von 1 bis 7 kritische Ereignisse beim Betrieb von KKW bewertet.

Versucht man, die vorhandenen Informationsaktivitäten über Risiken den vier Ebenen zuzuordnen, so zeigt sich, daß vor allem Ebene 1 und 4 besetzt sind. Insbesondere gilt das für die Kommunikation mit der Öffentlichkeit. Risiko-Kommunikation auf

Ebene 2 und 3 ist vergleichsweise selten und richtet sich vornehmlich an die Fachwelt.

Die Glaubwürdigkeits-Strategie setzt ebenfalls voraus, daß das Problem der Risiko-Kommunikation mangelhafte Akzeptanz ist. Nur wird hier - im Gegensatz zu der Informationsvermittlungs-Strategie - als deren Ursache ein Verlust an Glaubwürdigkeit angesehen. Sowohl Verwaltung, Politik und Unternehmen als auch Wissenschaftler beklagen sich in den Auseinandersetzungen um Risiken über Vertrauensverluste und darüber, daß ihren Botschaften nicht geglaubt wird. Hierzu unterscheiden sich Bürgerinitiativen, Umweltverbände sowie die "kritischen" Wissenschaftler, die für sich keinen Verlust an Vertrauen und Glaubwürdigkeit wahrnehmen. Diese Auffassung kontrastiert jedoch mit empirischen Daten. Umfragen (HENNEN und PETERS 1990) zeigen z.B., daß sich Öko-Institute nicht wesentlich von staatlichen Forschungseinrichtungen und selbst der Bundesregierung im Hinblick auf die Glaubwürdigkeit der Informationspolitik nach der Reaktorkatastrophe in Tschernobyl unterscheiden.

In Risikodebatten herrschen auf Seiten der Unternehmen, der Verwaltung und der Politik noch relativ einseitige Strategien vor. Zumeist wird auf die eigene technische Kompetenz und die Fähigkeit hingewiesen, mit Risiken verantwortungsvoll umgehen zu können. Dabei wird jedoch vergessen, daß Glaubwürdigkeit und Vertrauen noch von anderen Faktoren beeinflußt werden: Von der Offenheit, der Objektivität, der Fairness im Umgang mit anderen Meinungen sowie der Konsistenz der vertretenen Auffassung (Übereinstimmung von Wort und Tat) und von der Orientierung an gesellschaftlichen Werten. Nach BARBER (1983) ist insbesondere der letzte Aspekt relevant: die Berücksichtigung des Gemeinwohls und die Unterordnung von Eigeninteressen. BARBER nimmt an, daß der Grund für den Vertrauensschwund in Unternehmen darin zu suchen ist, daß sich diese in der Vergangenheit zu sehr darauf verlassen haben Kompetenz zu demonstrieren und die Veränderung gesellschaftlicher Interessen und Wertvorstellungen nicht genügend berücksichtigt haben.

Als Mittel zum Wiederlangen von Glaubwürdigkeit und Vertrauen werden u.a. 'Tage der offenen Tür', Nachbarschaftsprogramme, Kooption von Umweltschützern bzw. dem Umweltschutz nahestehenden Personen in die Geschäftsleitung oder den Aufsichtsrat (Öffnen für gesellschaftliche Belange durch öffentliche Rechenschaftslegung und Kontrolle) sowie freiwillige Vereinbarungen und Verträge über Änderungen der Produktionspolitik genutzt. Weitaus häufiger wird jedoch um Vertrauen und Glaubwürdigkeit geworben. Es werden Werbekonzepte eingesetzt, wie z.B. die Anzeigenserie der KWU in der deutschen Presse 1987/88 demonstriert. Mit diesen Anzeigen wurde versucht, das Vertrauen in die Sicherheit der KKW zu stärken. Eine andere Strategie verfolgte das KKW Emsland nach dem Tschernobyl-Unfall mit einem speziellen Besucherprogramm, bei dem die Mitarbeiter des KKW eine wichtige Rolle spielten. Der "Nachbarschaftskredit" der Mitarbeiter in ihrem Wohnumfeld wurde genutzt, um Vertrauen in die Sicherheit des KKW aufzubauen. Auch die chemische Industrie, die 1986 mit Hinweisen auf die Wasserqualität des Rheines warb, setzte auf eine Glaubwürdigkeitsstrategie.

Die Kooperations-Strategie geht davon aus, daß Auseinandersetzungen über Technologien in einer demokratischen Gesellschaft nicht allein Ergebnis unterschiedlicher

Informiertheit, sondern vor allem Resultat divergierender Wertorientierungen sind. Es wird versucht, Beziehungen so zu gestalten, daß eine Konfliktlösung möglich wird. Essential ist dabei die Anerkennung von gemeinsamen Interessen von Umweltschützern sowie Industrie und Verwaltung (ELINGTON und BURKE 1987). Kooperation kann in unterschiedlichem Ausmaß praktiziert werden: Vom Einräumen des Rechts auf Information bis hin zu Mitentscheidung. In der Bundesrepublik Deutschland gibt es allerdings nur wenige praktische Beispiele für diese Strategie.

Eine Ausnahme ist das Planungszellenverfahren von DIENEL und GRABE (1985). Hierbei wurde versucht, Bürger mit Fragen und Problemen der Energiepolitik vertraut zu machen und deren Voten zu einem Bürgergutachten "Zukünftige Energiepolitik" zusammenzufassen. Noch seltener sind Beispiele aus anderen Technikfeldern. Sie betreffen u.a. Auseinandersetzungen um entsorgungswirtschaftliche Einrichtungen (WIEDEMANN, FEMERS und HENNEN 1990), um Asbest (DYLICK 1989, BECKER 1990) sowie um Trinkwasser und Gewässerschutz (WEIZSÄCKER 1986).

In den USA liegen zu kooperativen Konfliktlösungen weit mehr Erfahrungen vor, hier hat sich zum einen die Konfliktmittlung zu einem eigenen Arbeitsfeld entwickelt (AMY 1987, CARPENTER und KENNEDY 1988). Weiterhin sind in den USA Brückenorganisationen zur Zusammenarbeit von Industrie und Umweltschutz, wie z.B. die Clean Sites Inc., entstanden. Solche neutralen Foren sollen helfen, eine Bürokratisierung von Umwelt- und Risikothemen zu verhindern. Über andere Formen der Kooperation und Allianzbildung ("Private- Public-Partnership") berichtet AUSTROM und LAD (1989).

Die Konfliktmanagement-Strategie ist auf Konfrontation und Durchsetzung eigener Interessen ausgerichtet. Als 'ultima Ratio' fungiert hier staatliche Gewalt, wie die Auseinandersetzungen um Wackersdorf und Gorleben gezeigt haben. Im Vorfeld existieren eine Reihe von kommunikativen Kampfstrategien, die darauf aus sind, die politischen Konflikte um riskante Technologien einzuzgrenzen, Koalitionen der Gegner aufzuspalten, deren Glaubwürdigkeit zu untergraben oder aktiv den Meinungsbildungsprozeß zu beeinflussen. Das Arsenal ist reichhaltig: es umfaßt semantische Mittel (GRÜNDLER, 1982), Strategien der Informationspolitik (HERINGER, 1986) sowie Techniken des "News-Management", mit deren Hilfe die Medien beeinflußt werden können (FINK, 1986).

Darüber hinaus gibt es Ansätze der psychologischen Kriegsführung, die auch sozialwissenschaftlich untermauert sind (LESLY 1984).

Es wäre aber falsch, allein Behörden und Industrie ein derartiges Konfliktmanagement zu unterstellen, auch auf Seiten der Umweltverbände, Bürgerinitiativen und anderer Gegner sind solche konfrontativen Strategien zu finden. Sie reichen von spektakulären Aktionen, wie das Absägen von Strommasten, der Besetzung von Schornsteinen bis hin zur semantischen Kriegsführung.

Die formalen kommunikativen Mittel, die bei der Umsetzung der hier genannten Strategien genutzt werden, sind vergleichsweise uniform und vor allem nicht spezifisch für Risiko-Kommunikation. Bei Massenkommunikation werden vorwiegend Informationsblätter und kürzere Schriften eingesetzt sowie Anzeigen in Medien platziert. Seltener sind Werbestrategien im Fernsehen und im Rundfunk. Eine Ausnahme ist hierbei die von der britischen Nuclear Fuel durchgeführte Kampagne zur

Verbesserung des Images der Wiederaufarbeitungsanlage in Sellafield sowie die Umweltkampagne der Chemischen Industrie, die z.Z. im Werbefernsehen der Bundesrepublik Deutschland läuft. In Face-to-Face-Kommunikation dominieren Vorträge, Podiumsdiskussionen und Anhörungen. In Krisen, wie z.B. nach Tschernobyl, sind in der Bundesrepublik auch "Rote Telefone" eingerichtet worden, um direkt auf Ängste und Sorgen der Bürger einzugehen. Zweiseitige Kommunikation - d.h. Verhandlungen und kooperative Konfliktgespräche - sind die Ausnahme.

Ein besonderer Aspekt von Risiko-Kommunikations-Strategien ist deren Institutionalisierung. In der Bundesrepublik Deutschland ist diese jedoch - bezogen auf die verschiedenen Akteure - recht unterschiedlich. So gibt es unter Experten, sowie von Experten an die Politik bzw. Industrie verschiedene Beispiele, nicht aber für die Kommunikation mit der Öffentlichkeit und zwischen konfliktierenden Parteien.

Zu nennen sind hier zum einen die Enquête-Kommissionen, die es im Bereich der Kernenergie, des Klimas, der Informations- und Kommunikationstechnologien sowie der Gentechnologie gegeben hat, zum anderen die Technikfolgenabschätzung. Diese Verfahren sind nicht nur Instrumente der Ermittlung und Bewertung von Risiken, sondern dienen auch der Vermittlung von Expertenwissen an die Politik. Ein Beispiel für die Institutionalisierung der Kommunikation von Risiken ist das dem Gerling Konzern angehörende Grips-Institut, daß seit 1988 Umweltrisikoanalysen für Unternehmen erstellt.

Verfahren wie der Planungszellenansatz oder die Konfliktmittlung sind in der Bundesrepublik Deutschland dagegen selten anzutreffen und in keiner Weise institutionalisiert.

#### **4. Meta-Kommunikation als Risiko-Kommunikationsstrategie**

Die Auseinandersetzungen um Technik und ihre Risiken und die verschiedenen Strategien der Risiko-Kommunikation sind ihrerseits Gegenstand von Analysen geworden. Ein Ansatz zielt dabei auf die Defizite "ökologischer Kommunikation" ab, d.h. auf die Kritik der Kritiker der Industrie. Im Bereich der Chemie haben hier vor allem EILINGSFELD (1989, 1990), in der Pharmazie HEILMANN und URQUART (1983), der Kernenergie WÜNSCHMANN (1984) Arbeiten vorgelegt. Auch die Rolle der Medien findet dabei kritische Beachtung (KEPPLINGER 1989). Bemängelt wird vor allem:

- die ideologische Orientierung der Umwelt- und Risikodebatte (z.B. quasireligiöses Naturkonzept),
- die Übertreibung der Technikrisiken und Negierung des Techniknutzens,
- die Ausnutzung der Technikangst zur Durchsetzung politischer Ziele und
- die Desinformation durch die Medien

Auf der Gegenseite existieren ebenfalls Kritiken an der Risiko-Kommunikation der Industrie. So wird vor allem den Unternehmen vorgeworfen, Information zurückzuhalten und zu desinformieren. Gefordert wird ein "Right to Know" für alle interessierten

sierten Gruppierungen, so wie es in den USA bereits Rechtsvorschrift ist (GURLIT 1989). Für den Chemiebereich bringen FRIEGE und CLAUS (1988) z.B. die folgende Kritik vor:

- fehlende Einbeziehung der Umweltverbände, Gewerkschaften und Verbraucherverbände sowie der Chemiekalienanwender
- In-Transparenz und Fehlinformation durch die chemische Industrie
- mangelnde staatliche Regelungsdichte (Gesetze, Steuern etc.)

WASSERMANN, ALSEN-HINRICHES und SIMONIS (1990) werfen der chemischen Industrie vor, die Folgekosten der umwelt- und gesundheitsschädlichen Auswirkungen ihrer Produktion auf die Allgemeinheit abzuwälzen. Kritikern dieser Politik wird - so die Autoren - mit Taktiken des Leugnens, Ignorierens, Abwiegelns, Schuldabweisens und Fellschens begegnet.

Meta-Kommunikation dieser Art zielt in der Regel nicht auf eine wechselseitige Verständigung ab. Barrieren oder Beziehungsschwierigkeiten werden nicht in direkter Kommunikation thematisiert, um Einvernehmen zu erzielen. Vielmehr werden sie publizistisch wirksam aufgezeigt, um der Öffentlichkeit bzw. anderen Gruppierungen, die es zu gewinnen gilt, die Fehler der Gegenseite zu verdeutlichen. Über die verschiedenen Technikfelder hinweg sind die Vorwürfe erstaunlich ähnlich.

## **5. Forschung zur Verbesserung der Risiko-Kommunikation**

Eine weitere Strategie ist der Einsatz sozialwissenschaftlicher Forschung. Sie zielt darauf ab, Probleme der Risiko-Kommunikation zu identifizieren, zu verdeutlichen und Ansätze zur Verbesserung zu finden (siehe Tabelle 4).

Eine verbesserte Risiko-Kommunikation soll helfen (1) die Zuteilung von Ressourcen zu optimieren, so daß mehr Mittel zur Bewältigung von gewichtigen Risiko-Problemen bereitstehen; (2) die Risiko-Wahrnehmung der Öffentlichkeit von den weniger wichtigen auf die wichtigeren Probleme zu lenken, (3) Angst (in Fällen wo sie nicht angebracht ist) zu reduzieren und damit unnötige Ängste zu mindern sowie gefahrenminderndes Verhalten zu induzieren und zu verstärken (COVELLO et al. 1989).

Ansatz	Beispiel
Verständlichmachen von Risiken	Auswahl von Risiko-Vergleichen
Bewertung von Risiko-Abschätzungsverfahren	Qualitätsmaße für Risikostudien
Ermittlung von Zielgruppen spezifischer Risiko-Kommunikation	Analyse von Informationsbedürfnissen
Öffentlichkeitsbeteiligung und Konfliktmittlung	Strukturierung von Konflikten
Umgang mit Glaubwürdigkeitsproblemen	Kommunikationsstrategien zur Image-Verbesserung
Bewertung von Risiko-Kommunikationsstrategien	Messung von Wissens- und Einstellungsänderung

Tabelle 4: Ansätze zur Verbesserung der Risiko-Kommunikation

Neben diesen Zielen, die einen veränderten Umgang mit Risiken betreffen, werden auch Verbesserungen der Risiko-Kommunikation als Prozeß angestrebt. Dabei geht es um ein verbessertes Verständnis der Ängste und Befürchtungen der Öffentlichkeit, um eine bessere Informationspolitik sowie um die Entwicklung von Partizipationsformen, die die Öffentlichkeit an Entscheidungen über risikante Technologien teilhaben lassen.

Anleitungen zur Verbesserung der Darstellung von Risiken liegen u.a. von LEE (1986), SANDMAN (1988), COVELLO et al. (1989) vor. Sie betreffen vor allem die Auswahl geeigneter Risikovergleiche COVELLO (1989), die Fairness-Standards genügen.

Checklisten bzw. Hinweise zur Bewertung von Risiko-Abschätzungen haben MULLEN (1989), FISCHHOFF (1985) sowie der NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1989) erarbeitet. Solche Checklisten bewerten zum einen die verschiedenen Unsicherheiten von Risikoabschätzungen (Meßfehler, methodische Annahmen und Undeutlichkeiten) sowie zum anderen die Qualität der Risikoabschätzungen für die Entscheidungsfindung.

EARLE und CVETKOVICH (1985) haben die Informationsbedürfnisse zum Ansatzpunkt ihres "Marketing" Ansatzes der Risiko-Kommunikation gemacht - sie folgen damit der Maxime: "... success depends not how well you sell what you have, but on how well you succeed in having what people will want ..." (LEVITT, 1979, zitiert nach EARLE und CVETKOVICH 1985). Bei der Definition von Zielgruppen spielen sowohl Motivationale wie auch kognitive Voraussetzungen eine Rolle: die Informationsbedürfnisse und das Vorwissen. Entsprechend dieser Voraussetzungen lassen sich Zielgruppen nach den damit verbundenen Kommunikationsaufgaben spezifizieren: (1) Zielgruppen nach den damit verbundenen Kommunikationsaufgaben spezifizieren: (1) Aufmerksamkeitsgewinnung und Vermittlung des Entscheidungsproblems (z.B. Bau oder Nichtbau einer Müllverbrennungsanlage), (2) Strukturierung des Entscheidungsproblems (Welche Konsequenzen haben die beiden Alternativen und wonach sind diese zu bewerten?), (3) Offenhalten des Entscheidungsproblems für neue Beurteilungsaspekte und (4) Beteiligung an der Entscheidung (WIEDEMANN, PETERS und SCHÜTZ 1990). Hinweise, wie Zielgruppen erreicht werden können, gibt CALLAGHAN (1989).

Ansätze für den Umgang mit der Öffentlichkeit sind vor allem in den USA für die chemische Industrie entwickelt wurden (Chemical Manufactores Association 1988, American Chemical Society 1988, HANCE et al. 1987). Dabei stehen Fragen wie Etablierung von Beziehungen, die Einbeziehung der Öffentlichkeit in die Entscheidungsfindung sowie der Konfliktmittlung im Vordergrund. Sie werden in Form von Manualen und Trainingsprogrammen vertrieben und sollen Entscheidungsträgern in Verwaltung und Unternehmen helfen, Probleme der Risiko-Kommunikation besser zu bewältigen. Über den Wert solcher Hilfen wird gestritten (EARLE und CVETKOVICH 1988); vor allem über deren Praxisrelevanz in schwierigen Kommunikationssituationen. Unbestreitbar ist aber, daß sie eine erste Orientierung in Bezug auf die Probleme ermöglichen, die bei der Risiko-Kommunikation zu erwarten sind.

Von Seiten der Risiko-Kommunikationsforschung wird das Problem der Glaubwürdigkeit besonders betont, und es werden auch einige Hinweise gegeben, wie damit umgegangen werden soll (siehe COVELLO und ALLEN 1988, RENN und LEVINE 1988). Herausgestellt wird, daß es nicht ausreicht, um Vertrauen und Glaubwürdigkeit zu werben. Die Mittel sollten sich vielmehr nach der Art der vorliegenden Probleme richten: Bei Ermessensproblemen - hier geht es vor allem um Bewertungsfragen, die Verfahren der Risikoabschätzung betreffen<sup>37</sup> - sind neben Kompetenz auch Fairness und Offenheit von Bedeutung. Bei Wert- und moralischen Problemen geht es vor allem um den Versuch, Verständnis für die verschiedenen Wertvorstellungen und unterschiedlichen Weltbilder zu finden (BECKER 1989).

Insgesamt nehmen in den USA, aber auch in Europa Arbeiten zur Risiko-Kommunikationsforschung stark zu. Theoretische Analysen und Konzepte sind jedoch nach wie vor häufiger als praktische Anwendungen und diese werden ihrerseits sehr selten evaluiert. Die von Risiko-Kommunikationsprogrammen angestrebten Verbesserungen werden aber nicht per se erreicht (KASPERSON und ROHRMANN 1989). Die Bewertung von Risiko-Kommunikation ist deshalb notwendig, um auf dem Wege der empirischen Überprüfung die Wirksamkeit von Strategien und Verfahren zu ermitteln. Beispiele hierfür sind Untersuchungen zum Einfluß von verschiedenen Darstellungsformaten auf die Risikobeurteilung von Radon und Asbest (EPA 1988, SMITH et al. 1987 und WEINSTEIN et al. 1989).

## **6. Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Strategien der Risiko-Kommunikation in den betrachteten Technikfeldern**

Strategien der Risiko-Kommunikation in den hier betrachteten Technikfeldern weisen eine Reihe von Gemeinsamkeiten, aber auch Unterschieden auf, die im weiteren erörtert werden sollen. Daran schließt sich die Frage an, welche Faktoren einen Einfluß auf die Strategien der Risiko-Kommunikation haben und welche Konsequenzen für die weitere sozialwissenschaftliche Forschung zu ziehen sind.

---

<sup>37</sup> siehe dazu die Unterscheidung von Ebenen, die die Darstellung von Risiken betreffen (Tabelle 4)

Gemeinsamkeiten finden sich vor allem im Hinblick auf (1) die Dominanz bestimmter Strategieoptionen, (2) die Verwendung ähnlicher Strategien aufgrund ähnlicher Konfliktkonstellationen, (3) die Ziele; (4) die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation sowie (5) auf den zunehmenden Einsatz von Forschung zur Analyse und Lösung von Kommunikationsproblemen.

1. In allen fünf Feldern dominieren Strategien, die darauf abzielen Informationsdefizite zu beheben. Es wird davon ausgegangen, daß entweder Wissenslücken oder Verständnisbarrieren vorliegen und es gilt, die subjektive Risiko-Einschätzung der Leute an die "objektive" Risikoabschätzung der Experten, unbeeinflußt davon, ob es sich hier um Kritiker oder Befürworter handelt, anzupassen.

Zwischen den eigentlichen Kontrahenten, Industrie auf der einen Seite, Bürgerinitiativen und Umweltverbänden auf der anderen Seite, herrscht Gegnerschaft. Daß offene Konfrontation vergleichsweise selten ist, liegt vor allem daran, daß solches Vorgehen das Ansehen in der allgemeinen Öffentlichkeit schädigt. Deshalb wird eher versucht, über Umwege eigene Interessen durchzusetzen: z.B. durch die Diskreditierung des Ansehens der Gegenpartei, stillen Lobbyismus oder gezielter Beeinflussung von Meinungsmachern. Industrie und Behörden bauen dabei neuerdings verstärkt auf Glaubwürdigkeitsstrategien, wobei sie versuchen, Risikoprobleme zu umgehen, indem sie ihre Sicherheits- und Umweltschutzanstrengungen herausstellen.

2. Über alle Technikfelder hinweg zeigen sich ähnliche Konfliktkonstellationen, die zur Verwendung ähnlicher Strategien durch die Akteure führen. Hier spielen (siehe ROHRMANN 1990) wechselseitige Zuschreibungen eine entscheidende Rolle: Behörden und Industrie werden als Beschwichtiger angesehen; Umweltverbände und Medien als Angstmacher. Auf diese Stereotype wird dann wechselseitig reagiert: Behörden und Industrie streben an, Risikodebatten zu verschärfen und somit die, ihrer Auffassung nach, unbegründeten Ängste und Befürchtungen abzubauen. Umweltverbände und Bürgerinitiativen versuchen dagegen zu warnen und - wie sie meinen - unberechtigte Verharmlosungen entgegen zu wirken. Dabei zeigt sich, daß die Beweislasten asymmetrisch verteilt sind: Warnen zeigt eher Erfolg als beschwichtigen. LUHMANN (1988) verweist in diesem Zusammenhang darauf, daß Angst nicht widerlegt werden kann.
3. Von den meisten Akteuren wird Risiko-Kommunikation instrumentalisiert. Gefragt ist der Erfolg, d.h. der Adressat soll von der Legitimität der Annahmen, Pläne und Absichten des Kommunikators überzeugt werden. Das gilt sowohl für die Proponenten als auch für die Opponenten der Kernenergie, der Chemie, der Informations- und Kommunikationstechnologie, der Biotechnologie und bei der Klimadebatte. Die Ansicht, daß es bei der Kommunikation über Risiken von Technologien nicht um die Durchsetzung von Standpunkten, sondern um prozedurale Fairness gehen sollte, hat sich nicht durchgesetzt. Das macht verständlich, daß kooperative Konfliktlösungen in vielen Bereichen doch noch vergleichsweise selten sind.

4. Risiko-Kommunikation ist immer in moralische Kommunikation eingelassen. Sie impliziert Feindbilder, ächzt Standpunkte, verweist auf Unverantwortlichkeiten, Unterlassungen oder Unruhestiftungen. Diese Besetzung des Risiko-Themas ist für alle Technikfelder charakteristisch. Damit einher geht ein Mangel an gesellschaftlichen Konsensressourcen. Möglichkeiten der Konsensfindung bei Auseinandersetzungen über technische Risiken sind begrenzt, denn über Werte läßt sich nicht verhandeln und Kompromisse bei unterschiedlichen Präferenzen sind selten. ARROW hat bereits 1951 ein Unmöglichkeitstheorem einmütiger Entscheidungen formuliert. ARROW weist damit nach, daß sich Werte- und Interessendifferenzen nicht konsensual lösen lassen, sondern die Anwendung des Mehrheitsprinzips erfordern.

Weiterhin sind die Verfahren zu Entscheidungen über Technologien, wie z.B. Planfeststellungsverfahren, festgelegt, der Spielraum für kooperative Entscheidungsfindungen in der BR Deutschland ist deshalb gering und nicht ohne weiteres erweiterbar.

5. Sozialwissenschaftliche Forschung zur Analyse von Problemen und zur Ermittlung von geeigneten Kommunikationsverfahren ist in allen hier betrachteten Technikfeldern anzutreffen, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß. Auffallend ist, daß das prinzipiell verfügbare Wissen in der Praxis der Risiko-Kommunikation nur unzureichend genutzt wird. Vielfach existieren falsche Annahmen und Überzeugungen, werden kontraproduktive Strategien eingesetzt und unrealistische Ziele verfolgt. Die Implementation von Verfahren zur Verbesserung der Risiko-Kommunikation macht - jedenfalls in der Bundesrepublik Deutschland - Schwierigkeiten. Dies mag zum einen daran liegen, daß die Risiko-Kommunikationsforschung ihre eigene Sichtweise darüber mitbringt, was als Verbesserung gelten kann, und diese nicht an der Durchsetzung bestimmter partikulärer Interessen einzelner Akteure orientiert ist. Zum anderen ist die Rezeption von Forschungsergebnissen auf Seiten von potentiellen Anwendern nicht ausreichend, da die Informationskontakte zwischen Forschung und Anwendern noch unzureichend sind.

Unterschiede der Risiko-Kommunikation in den Technikfeldern sind bedingt durch (1) die Konfliktschärfe, die den Umfang der Risiko-Kommunikation beeinflußt sowie die Anwendbarkeit spezifischer Strategien festlegt, (2) den politischen und symbolischen Bedingungskontext, der die Ausgestaltung der Strategien beeinflußt sowie (3) technikspezifische Problemlagen, die Schwerpunkte der Risiko-Kommunikation bestimmen.

1. Risiko-Kommunikation findet zur Zeit vor allem in den Bereichen der Kernenergie und der Chemie statt. Weitaus weniger werden Risiken in der Informations- und Kommunikationstechnologie thematisiert, ähnliches gilt, wenn auch nicht im gleichen Ausmaß für die Klimaproblematik. Die Biotechnologie nimmt eine Mittelstellung ein. Die Kernenergie hat zwar bei der Entwicklung des Problemfeldes "Kommunikation über Risiken" eine Pfadfinderrolle gespielt, kommunikative Auseinandersetzungen besitzen aber längst nicht mehr das Aus-

maß und die Schärfe, wie noch vor 10 Jahren. Dagegen hat im Bereich der Chemie die Auseinandersetzung zugenommen,

Offensichtlich haben Risikothemen einen Lebenslauf, und der Einsatz von Kommunikationsmitteln zur Klärung bzw. Entscheidungsfindung ist auf eine bestimmte Phase bzw. auf einem Bereich beschränkt, wenn der Problemdruck groß genug ist und noch keine anderen technischen, politischen bzw. gesetzlichen Regelungen - als Alternative zu Kommunikationsaktivitäten - vorliegen.

Ein zu hoher Problemdruck, verbunden mit einer Moralisierung der jeweiligen Positionen verhindert jedoch den Einsatz von kooperativen Konfliktlösungsstrategien. Das beweist die Risiko-Debatte um die Kernenergie, wo Konfliktmitten nicht mehr oder kaum noch möglich sind. Ein geringer Problemdruck, wie z.B. bei der Informations- und Kommunikationstechnologie, läßt Risiko-Kommunikation als unnötig erscheinen.

2. In welcher Weise ein Technikfeld sich als Risikothema entwickelt und mit welchem Erfolg Risiko-Kommunikations-Strategien rechnen können, ist außerdem von verschiedenen Bedingungen abhängig. Zu den wichtigsten zählen der Konfliktwert, die Anschlußmöglichkeit an grundlegende Sicherheitsbedürfnisse, der Symbolwert, sowie das Vorhandensein von technischen Alternativen. Diese Bedingungs-konstellationen sind in den hier betrachteten Technikfeldern unterschiedlich. Ein hoher politischer Konfliktwert wie bei der Kernenergie und der Gentechnologie führt dazu, daß zusätzlich Streitthemen und Probleme angelagert werden können, die eigentlich nicht inhaltlich mit der Technik als solcher zusammenhängen; wie z.B. Verteilung von Macht und Einflußnahme zwischen verschiedenen politischen Gruppierungen, Profilierung von Randgruppen oder Festhalten an Entscheidungsprivilegien. Sind grundlegende Sicherheitsbedürfnisse im Spiel, erweitert sich einerseits die Anschlußmöglichkeit für moralische Argumente, andererseits verlieren technische Expertisen (z.B. probabilistische Risikoanalysen) an Kraft. Schäden, die Leben und Gesundheit direkt tangieren, wie bei möglichen kerntechnischen Störfällen, werden höher gewichtet als soziokulturelle Veränderungen, die von der Informations- und Kommunikationstechnologie bewirkt werden können. Der Symbolwert einer Technologie reduziert die Komplexität von Risikothemen, er macht elaborierte Strategien - wie etwa Trade-offs zwischen verschiedenen technischen Optionen - schwerer. Außerdem erschwert er eine differenziertere Diskussion der in den Feldern jeweils vorhandenen Einzeltechniken. So geht es in der Kernenergie um generelle Themen, wie die Entsorgung, die Endlagerung, die Störanfälligkeit, ohne daß die unterschiedlichen technischen Varianten berücksichtigt werden. In der Diskussion um die Informations- und Kommunikationstechnologien ist eine solche Reduktion auf "den Computer" nicht gegeben.
3. Weitere Unterschiede in Bezug auf die Risiko-Kommunikation in den betrachteten Technikfeldern resultieren daraus, daß unter das Konzept "Risiko" jeweils unterschiedliche inhaltliche Problemlagen gefaßt werden (vergl. Jungermann 1990). Im Kern handelt es sich dabei um unterschiedliche Schadensarten: Belastungen, mögliche Schadensereignisse und hypothetische Gefahren.

**Belastungen** beziehen sich auf Freisetzung von Stoffen bzw. Auftreten von Ereignissen, die als solche (a) eine schädigende Wirkung haben und die (b) faktisch auch nachgewiesen werden können. Es ist nicht strittig, daß es sich um Noxen handelt, der Konflikt bezieht sich vielmehr auf die Bewertung der Dosis-Wirkungsbeziehungen. Im Mittelpunkt der Risiko-Kommunikation stehen deshalb Grenzwerte. Beispielhaft zeigt sich das an der Risiko-Diskussion in der Chemie und bei der Diskussion von Niedrigstrahlung im Kernenergiebereich. **Mögliche Schadensereignisse** beziehen sich auf seltene, aber kritische Ereignisse, wie Störfälle und Unfälle. Hierbei kommt der Begriff der Wahrscheinlichkeit ins Spiel. Risiko-Kommunikation fokussiert deshalb auf die Frage "Wie sicher ist sicher genug?", bzw. welche Ereignisse auf der Wahrscheinlichkeitsskala noch oder nicht mehr betrachtet werden sollen. Dies ist vorrangig bei der Kernenergie der Fall; Störfälle sind zwar auch für die Chemie und die Gentechnologie relevant, allerdings haben sich in diesen beiden Feldern probabilistische Risikoanalysen noch nicht durchgesetzt. **Hypothetische Gefahren** betreffen Ereignisse oder Entwicklungen, deren Eintreten nicht sicher vorhergesagt, aber auch nicht völlig ausgeschlossen werden kann. Sie liegen im Bereich des Denkbaren. Die Betrachtung von hypothetischen Gefahren steht im Mittelpunkt der Klimadebatte, sie spielt aber auch bei der Kernenergie und der I&K-Technologie eine entscheidende Rolle.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß Risiko-Kommunikation, einmal in Gang gesetzt und durch kritische Ereignisse verstärkt, sich in Abhängigkeit von dem Symbolwert, dem politischen Konfliktwert und dem Bezug zu grundlegenden Sicherheitsbedürfnissen entwickelt. Risiko-Kommunikation wird dabei von den rechtlichen Rahmendungen begrenzt. Die Wahl einer Strategie hängt ab,

- vom perzipierten gesellschaftlichen Problemdruck bzw. dem wahrgenommenen Handlungsbedarf,
- von der Problemeinsicht der Akteure, ihren Problemlösegewohnheiten und strategischen Zielsetzungen,
- der Stellung des Themas im Lebenszyklus, d.h. ob moralische Thematisierung so stark geworden ist, daß diskursive Argumentation nicht mehr möglich erscheint, und schließlich
- welche inhaltlichen Schwerpunkte für ein Thema dominant sind: Schädigungen, Gefahrenpotentiale oder hypothetische Gefahren.

## 7. Ausblick für die Forschung zur Risiko-Kommunikation

Für die weitere Forschung ergeben sich aus der hier vorgenommenen Analyse von Strategien der Risiko-Kommunikation und ihrer Probleme folgende Schwerpunkte:

1. Inhaltlich sollten Risiko-Kommunikationsstrategien stärker auf die verschiedenen Themenschwerpunkte hin differenziert werden. Das bedeutet, genauer zwischen den Problemen und Bedingungen der Kommunikation über Grenzwerte, über

Wahrscheinlichkeiten und kritische Ereignisse sowie über Unschärfe von hypothetischen Gefahren zu unterscheiden.

2. Die Forschung zur Risiko-Kommunikation sollte stärker als bislang die begrenzten Konsensressourcen bei Konflikten um riskante Technologien in Rechnung stellen. Anstatt Konsensmöglichkeiten bei Auseinandersetzungen zu versprechen, wäre es realistischer, auf einen besseren gesellschaftlichen Umgang mit dem Dissens hin zu orientieren.
3. Risiko-Kommunikationsforschung sollte deshalb im stärkeren Maße Implementationsbedingungen untersuchen und erkunden, welche strukturellen, organisatorischen und informationellen Barrieren einer Verbesserung der Information und der Entscheidungsfindung über riskante Technologien entgegenstehen.
4. Dabei kommt es vor allem darauf an, nicht nur Einzelaspekte der Auseinandersetzung um technische Risiken zu untersuchen und dementsprechend eng gefaßte Lösungsansätze zu entwickeln, sondern größeres Gewicht auf die exemplarische Erprobung von neuen Möglichkeiten der Konfliktaustragung zu legen.
5. Das bedeutet auch, im stärkeren Maße Strategien der Risiko-Kommunikation zu evaluieren, um Wissen über Umfeldbedingungen zu gewinnen, die über Erfolg oder Mißerfolg von Risiko-Kommunikation entscheiden.

Forschungen zur Risiko-Kommunikation betreffen grundlegende gesellschaftliche Fragen der Industriegesellschaft, für die Lösungen noch lange nicht in Sicht sind. Deshalb kann sozialwissenschaftliche Forschung sich nicht in der Ausgrenzung und Behandlung von Teilproblemen erschöpfen, für die sie über wissenschaftlichen Bearbeitungsroutinen verfügt.

Das heißt nicht, daß Untersuchungen zur Verbesserung der Verständlichkeit von Risiko-Aussagen, zur Verdeutlichung von Wahrscheinlichkeiten oder zur Angemessenheit von Risikovergleichen nicht durchgeführt werden sollten. Wichtiger sind jedoch Arbeiten, die das Problemfeld "Risiko-Kommunikation" erkunden, es angemessen strukturieren und so dafür sorgen, daß nicht von einseitigen Orientierungen ausgegangen wird.

Der Ertrag der Analysen zu den Problemen, den Akteuren und zu den Strategien der Risiko-Kommunikation sollte deshalb auch genutzt werden, um Teile rationalitäten, wie die kommunikative Verständigung bei Risikodebatten, in Bezug auf das zugrundeliegende gesamtgesellschaftliche Steuerproblem zu verorten, damit die verfügbaren Verständigungspotentiale realistisch eingeschätzt werden können.

Forschung zur Risiko-Kommunikation sollte sich dabei nicht von Sympathiebekundungen leiten lassen. Vielmehr gilt es einen begründeten Bezugspunkt zu finden, wozu Theorien zur Steuerung differenzierter, aber funktional aufeinander angewiesener Teilsysteme der Gesellschaft dienen können (LUHMANN 1984):

## Literatur

- AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. (1988): Chemical Risk Communication. Washington: American Chemical Society, Department of Government Relations and Science Policy.
- AMES, B.N. (1983): Dietary carcinogens and anticarcinogens. *Science*, 221, 1256-1264.
- AMES, B.N., MAGOW, R. & GOLD, L.S. (1987): Ranking possible carcinogenic hazards. *Science*, 236, 271-280.
- AMY, D.J. (1987): The politics of environmental mediation. New York: Columbia University Press.
- ARROW, K.J. (1951): Social choice and individual values, New York: Wiley (2nd ed. 1963):
- AUSTROM, D.R. & LAD, L.J. (1989): Issues management alliances: New responses, new values, and new logics. In: J.E. Post (Ed.), *Research In Corporate Social Performance and Policy*. Greenwich: Jai Press,
- BARBER, B. (1983): The logic and limits of trust. New Brunswick, New Jersey: Rutgers University Press.
- BECK, U. (1986): Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- BECK, U. (1988): Gegengifte. Die organisierte Unverantwortlichkeit. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- BECKER, U. (1989): Vertrauen in der Krise. Überlegungen zu einem neuen Konzept der Öffentlichkeitsarbeit. Berlin: Forschungsinstitut Berlin Daimler Benz AG.
- BECKER, U. (1990): Social Issue Management. Das Management der Umweltbeziehungen. Berlin: Forschungsinstitut Berlin Daimler Benz AG.
- CALLAGHAN, J.D. (1989): Reaching target audiences with risk information. In: V. Covello, D.B. McCallum & M. Pavlova (Eds.), *Effective Risk Communication*. New York: Plenum Press.
- CARPENTER, S.L. & KENNEDY, W.J.D. (1988): Managing public disputes. San Francisco: Jossey Bass Publishers.
- CARSON, R. (1962): Silent spring. Boston: Houghton Mifflin.
- CHEMICAL MANUFACTURES ASSOCIATION. (1988): Title III community awareness workbook. Washington: Chemical Manufacturers Association.
- CHESS, C., HANCE, B.J. & SANDMAN, P.M. (1988): Improving dialogue with Communities: A short guide for government risk communication. New Jersey: Division of Science and Research. New Jersey Department of Environmental Protection.
- COVELLO, V.T. (1989): Informing people about risk from chemicals, radiation, and other toxic substances: A review of obstacles to public understanding and effective risk communication. In: W. Leiss (Ed.) *Prospects and problems in risk communication*. Waterloo (Can.): University of Waterloo Press.
- COVELLO, V.T., VON WINTERFELDT, D. & SLOVIC, P. (1986): Communicating scientific information about health and environmental risks: Problems and opportunities from a social and behavioral perspective. In: J.C. Davies, C.T. Covello & F.W. Allen (Eds.), *Risk communication*.

Proceedings of the National Conference on Risk Communication, held in Washington, D.C., January 29-31.

COVELLO, V.T., VON WINTERFELDT, D. & SLOVIC, P. (1986): Risk communication - A review of literature. *Risk Abstracts*, 3, 171-182.

COVELLO, V.T. & ALLEN, F.W. (1988): Seven cardinal rules of risk communication. Washington, D.C.: United States Environmental Protection Agency, OPA-87-020.

COVELLO, V.T., SANDMAN, P.M. & SLOVIC, P. (1988): Risk communication, risk statistics, and risk comparisons: A manual for plant managers. Washington, D.C.: Chemical Manufacturers Association.

COVELLO, V.T., SLOVIC, P. & VON WINTERFELDT, D. (1988): Disaster and crises communications: Findings and implications for research policy. In: H. Jungermann, R.E. Kasperson & P.M. Wiedemann (Eds.), *Risk Communication*. Kernforschungsanlage Jülich GmbH.

COVELLO, V., McCALLUM, D. & PAVLOVA, M. (1989): Principles and guidelines for improving risk communication. In: V. Covello, D. McCallum, M. Pavlova (Eds.), *Effective Risk Communication*. New York, Plenum Press

DIENEL, P.C. & GARBE, D. (Hrsg.) (1985): *Zukünftige Energiepolitik. Ein Bürgergutachten*. München: High Tech Verlag.

DYLICK, Th. (1989): *Management der Umweltbeziehungen*. Wiesbaden: Gabler.

EARLE, T.C. & CVETKOVICH, G. (1985): Risk Communication: A marketing approach. Report DM/RC 85-03. Western Institute for Social and Organizational Research: Department of Psychology, Western Washington University.

EARLE, T.C. & CVETKOVICH, G. (1988): Platitudes and comparisons: A critique of current (wrong) directions in risk communication. *Proceedings of the Annual Meeting of the Society for Risk Analysis*.

EILINGSFELD, H. (1989): *Der sanfte Wahn*. Mannheim: SVA.

EILINGSFELD, H. (1990): *Defizite ökologischer Kommunikation. Wie reagiert die Gesellschaft auf Umweltprobleme?* Manuscript

ELKINGTON, J. & BURKE, T. (1987): Umweltkrise als Chance. Ökologische Herausforderung für die Industrie. Zürich: Orell Füssli.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA): (1988): An evaluation of radon risk communication approaches. Region 3/ OPPE/ State of Maryland Radon Risk Communication Project. Washington.

FINK, S. (1986): *Crisis management. Planning for the inevitable*. New York: American Management Association.

FISCHER, J. (1989): *Der Umbau der Industriegesellschaft*. Frankfurt/M.: Eichborn.

FISCHHOFF, B. (1985): Protocols for environmental reporting. What to ask the Experts. Journalist, Winter, 11-15.

- FRANKENBERG, P. (1990): Risiko-Kommunikation: Anthropogen induzierte Klimaveränderungen. In diesem Band.
- FRIEDE, H. & CLAUS, F. (Hrsg.) (1988): Chemie für wen? Reinbek: Rowohlt.
- FUNTOWICZ, S.O. & RAVETZ, J.R. (1990): Global environmental issues and the emergence of second order science. London: Council for Science and Society.
- GESELLSCHAFT FÜR REAKTORSICHERHEIT (GRS) (1989): Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke Phase B. Eine zusammenfassende Darstellung. GRS. Köln, 72.
- GRÜNDLER, H. (1982): Kernenergiewerbung. Die sprachliche Verpackung der Atomenergie - Aus dem Wörterbuch des Zwiedenkens. In: H.J. Heringer, Holzfeuer im hölzernen Ofen, Tübingen: Narr.
- GURLIT, E. (1989): Die Verwaltungsöffentlichkeit im Umweltrecht. Düsseldorf: Walter Verlag.
- HALLER, M. (1990): Der Risikodialog als Chance. Neue Zürcher Zeitung 31.1.1990, Nr. 25, 65.
- HANCE, B.J., CHESS, C. & SANDMAN, P.M. (1987): Improving dialog with communities: A risk communication manual for government. Trenton, New Jersey: New Jersey State Department of Environmental Protection.
- HEILMANN, K. & URQUART, J. (1983): Keine Angst vor der Angst. München
- HELD, M. (1988): Zur Einführung. In: M. Held (Hg.), Chemiepolitik: Gespräch über eine neue Kontroverse. Weinheim: VCH.
- HENNEN, L. (1990): Risiko-Kommunikation: Informations- und Kommunikationstechnologien. In diesem Band.
- HENNEN, L. & PETERS H.P. (1990): "Tschernobyl" in der öffentlichen Meinung der Bundesrepublik Deutschland - Risikowahrnehmung, politische Einstellungen und Informationsbewertung. JüL-Spez. Jülich: Forschungszentrum Jülich GmbH: Programmgruppe Technik und Gesellschaft.
- HERINGER, H.J. (1990) Keine akute Gefahr! Strategien kommunikativer Verunsicherung. Die Analyse eines Lehrstücks über "Angstvermeidung". In: H.J. Heringer. "Ich gebe Ihnen mein Ehrenwort", Politik, Sprache, Moral. Beck Verlag, München.
- HERRMANN, Th. (1977): Die Psychologie und ihre Forschungsprogramme Göttingen: Hogrefe.
- HOFFMANN-RIEM, W. (1989): Konfliktmittler in Verwaltungsverhandlungen. Heidelberg: C.F. Müller Juristischer Verlag.
- HOLZHEU, F. (1987): Die Bewältigung von Unsicherheit als ökonomisches Grundprinzip. In: Bayerische Rückversicherung (Hg.), Gesellschaft und Unsicherheit. Karlsruhe: Verlag Versicherungswirtschaft.
- JOHANSEN, L. (1979): The bargain society and the inefficiency of bargaining. Kyklos, 32, 497-522.
- JOHNSON, B.B. (1987): Accounting for the social context of risk communication. Science and Technology Study, 103-111.
- JUNGERMANN, H. (1990): Inhalte und Konzepte der Risiko-Kommunikation. In diesem Band.

- JUNGERMANN, H. & SLOVIC, P. (1991): Die Psychologie der Kognition und Evaluation von Risiko. In: G. Bechmann (Hg.), Risiko und Gesellschaft. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- JUNGERMANN, H. & WIEDEMANN, P.M. (1990): Ursachen von Dissens und Bedingungen des Konsenses bei der Beurteilung von Risiken. Forschungszentrum Jülich, Programmgruppe Mensch, Umwelt, Technik, Arbeiten zur Risiko-Kommunikation Heft 12.
- JUNGK, R. (1977): Der Atomstaat. Frankfurt: Suhrkamp.
- KASPERSON, R.E. & ROHRMANN, B. (1988): Results of the Working Group "Evaluation of risk communication strategies". In: H. Jungermann, R.E. Kasperson & P.M. Wiedemann (Eds.) Risk Communication. Kernforschungsanlage Jülich GmbH.
- KASPERSON, R.E. & KASPERSON, J.X. (1988): *Guides for the presentation of quantitative risk information*. Worcester, MA: Center for Technology, Environment, and Development (CENTED), Clark University.
- KEENEY, R.L. & VON WINTERFELDT, D. (1986): Improving risk communication. *Risk Analysis*, 6, 4, 417-424.
- KEPPLINGER, H.M. (1989): Künstliche Horizonte. Folge, Darstellung und Akzeptanz von Technik in der Bundesrepublik. Frankfurt: Campus.
- KOCH, E.R. & VARENHOLT, F. (1978): Seveso ist überall. Die tödlichen Risiken der Chemie. Köln: Klepenheuer & Witsch.
- KOLLERT, R. (1991): 0,01 Strahlentote im Jahr - Zum Risikobegriff der nuklearen Risikostudien. In: G. Bechmann (Hg.), Risiko und Gesellschaft. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- KONHEIM, C.S. (1988): Risk communication in the real world. *Risk Analysis*, 8, 3, 367-375.
- LEE, T.R. (1986): Effective communication of information about chemical hazards. *The science of the total environment*, 51, 149-183.
- LESLY, P. (1984): Overcoming opposition: A survival manual for executives. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J.
- LUHMANN, N. (1984): Soziale Systeme: Grundriß einer allgemeinen Theorie. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- LUHMANN, N. (1986): Die Welt als Wille ohne Vorstellung. Sicherheit und Risiko aus der Sicht der Sozialwissenschaften. *Die politische Meinung*, 229, 18-21.
- LUHMANN, N. (1991): Die Moral des Risikos und das Risiko der Moral. In: G. Bechmann (Hg.), Risiko und Gesellschaft. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- MEYER-ABICH, K.M. (1989): Von der Wohlstandsgesellschaft zur Risikogesellschaft. Die gesellschaftliche Bewertung industriellogischer Risiken. Aus Politik und Zeitgeschichte. Beilage zur Wochenzeitung Das Parlament. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung, B 36, 31-42.
- MEYER-ABICH, K.M. & SCHEFOLD, B. (1986): Die Grenzen der Atomwirtschaft. München: Beck.
- MILLAR, R. & WYNNE, B. (1988): Public understanding of science. From contents to processes. *International Journal of Science Education*, 10, 4, 388-398.

MULLEN, M. W. (1989): The role of risk assessment and communication in community responses to hazardous waste management project potential abuses of risk assessment. In: D. L. Peck (Ed.), *Psychosocial effects of hazardous toxic waste disposal on communities*. Springfield: Charles C. Thomas Publisher.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (1989): *Improving risk communication*. Washington: National Academy Press.

O'RIORDAN, T. (1988): The right to know and community dynamics. In: H. Jungermann, R.E. Kasperson & P.M. Wiedemann (Eds.), *Risk Communication*. Kernforschungsanlage Jülich GmbH.

PEARCE, D., MARKANDYA, A. & BARBIER, E.B. (1989): *Blueprint for a green economy*. London: Earthscan Publications.

PERROW, C. (1989): *Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik*. Frankfurt: Campus.

PETERS, H.P. (1990): Risiko-Kommunikation: Kernenergie. In diesem Band.

PETROLL, M. (1989): Statistisch bewiesen ... Die Rolle von Statistiken in der Kernenergielobby. *Siemens-Zeitschrift*, 4, 42-4.

RENN, O. & LEVINE, D. (1988): Trust and credibility in risk communication. In: H. Jungermann, R.E. Kasperson & P.M. Wiedemann (Eds.) *Risk Communication*. Kernforschungsanlage Jülich GmbH.

RIFFKIN, J. (1986): *Genesis zweit. Biotechnik - Schöpfung nach Maß*. Reinbek: Rowohlt.

RINDFLEISCH, H.N. (1987): Perspektiven und Grenzen von Risikoabschätzungen für Unfälle in der chemischen Industrie. In: M. Held (Hg.), *Chemiepolitik: Gespräch über eine neue Kontroverse*. Weinheim: VCH.

RÖGLIN, H.C. & VON GREBMER, K. (1988): *Pharma-Industrie und Öffentlichkeit*. Basel: Buchverlag Baseler Zeitung.

ROHRMANN, B. (1990): Akteure der Risiko-Kommunikation. In diesem Band.

SAILER, M. (1987): Erfassung von potentiellen Unfallgefahren in der Chemie. In: M. Held (Hg.), *Chemiepolitik: Gespräch über eine neue Kontroverse*. Weinheim: VCH.

SANDMANN, P.M. (1988): Hazard versus outrage: A conceptual frame for describing public perception of risk. In: H. Jungermann, R.E. Kasperson & P.M. Wiedemann (Eds.), *Risk Communication*. Kernforschungsanlage Jülich GmbH.

SCHNEIDER, S.H. (1978): *Klima in Gefahr - Strategien zur Beherrschung des Wetters*. Frankfurt/M.

SCHÜTZ, H. (1988): Bedingungen und Determinanten der Rezeption von Risiko-Information. 3. Teilbericht zum Forschungsprojekt "Der Widerstreit zwischen Informationsbedürfnis und Risikoaversion als Problem der Kommunikation über Technik". Technische Universität Berlin: Unveröffentlichtes Manuskript.

SCHULZ VON THUN, F. (1988): *Miteinander reden: Störungen und Klärungen*. Reinbeck: Rowohlt.

- SCHWARZ, D. (1990): Ethisches Argumentieren. Ein Führungsinstrument auf dem Weg zum energiepolitischen Konsens. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 40, 6.
- SMITH, K., DESVOUSGES, W.H. & FISHER, A. (1987): Communicating radon risk effectively: A mid-course evaluation. EPA Cooperative Agreement No. CR-811075.
- SMITH, V.K. & JOHNSON, F.R. (1988): How do risk perceptions respond to information? The case of radon. The Review of Economics and Statistics, LXX, Nr. 1, 1-8.
- THE BRITISH MEDICAL ASSOCIATION (1987): Living with risk. The british medical association guide. John Wiley & Sons, Chichester, New York, Toronto.
- U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION (NUREG) (1975): Reactor safety study: An assessment of accident risks in U.S. commercial nuclear power plants. Washington, D.C.
- UTH, H.J. (1990): Risiko-Kommunikation: Chemie. In diesem Band.
- VAN DEN DAELE, W. (1990): Risiko-Kommunikation: Gentechnologie. In diesem Band.
- VON WEIZSÄCKER, E.U. (1986): Waschen und Gewässerschutz. Karlsruhe: C.F. Müller.
- VON WINTERFELDT, D. & EDWARDS, W. (1984): Patterns of conflict about risky technologies. Risk Analysis, 1, 277-287.
- WASSERMANN, O. & CARSTEN, A.H. & SIMONIS, U.D. (1990): Die schleichende Vergiftung. Frankfurt/M.: Fischer.
- WEINSTEIN, N.D., SANDMAN, P.M. & ROBERTS, N.C. (1989): Communicating effectively about risk magnitudes. Risk Communication Service Washington, D.C.: United States Environmental Protection Agency, Office of Policy Planning and Evaluation, 230/08-89-064.
- WEIZENBAUM, J. (1978): Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- WIEDEMANN, P.M. & JUNGERMANN, H. (1988): Entsorgung und Sozialverträglichkeit. Modell einer empirischen Analyse. Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 38, Jg. 9, 737-740.
- WIEDEMANN, P.M., PETERS, H.P., SCHÜTZ (1990): Information needs concerning a planned waste incineration facility. Programme Group "Man, Environment, Technology", Research Centre Jülich, unpublished paper.
- WIEDEMANN, P.M. & FEMERS, S. (1990): Fallbeispiele für innovative Ansätze der Risiko-Kommunikation im Bereich der Entsorgungswirtschaft, unveröffentlichtes Manuskript.
- WÜNSCHMANN, A. (1984): Unbewußt dagegen?! Die Kontroverse um die Atomkraft und Technik. Stuttgart: Bonn aktuell.



## **Adressenliste der Autoren**

*Prof. Dr. Peter Frankenberg*

Geographisches Institut  
der Universität Mannheim  
Schloß  
D-6800 Mannheim 1

*Dr. Leonhard Hennen*

Beeckstraße 29  
D-5100 Aachen

*Prof. Dr. Helmut Jungermann*

Technische Universität Berlin  
Institut für Psychologie, FB 2  
Dovestraße 1-5  
D-1000 Berlin 10

*Dr. Hans Peter Peters*

Forschungszentrum Jülich  
Programmgruppe Mensch, Umwelt, Technik  
Postfach 1913  
D-5170 Jülich

*Prof. Dr. Bernd Rohrmann*

Universität Mannheim  
Fakultät PPE  
Postfach 10 342  
D-6800 Mannheim

*Dr. Hans Joachim Uth*

Umweltbundesamt Berlin  
- ZAD -  
Bismarckplatz 1  
D-1000 Berlin 33

*Prof. Dr. Wolfgang van den Daele*

Wissenschaftszentrum Berlin  
für Sozialforschung  
Reichpietschufer 50  
D-1000 Berlin 30

*Dr. Peter M. Wiedemann*

Forschungszentrum Jülich  
Programmgruppe Mensch, Umwelt, Technik  
Postfach 1913  
D-5170 Jülich



## **Das MUT-Forschungsprogramm**

Die Programmgruppe "Mensch, Umwelt, Technik" (MUT) beschäftigt sich mit einem der grundlegenden Probleme der modernen Industriegesellschaft: dem Konsensverlust bei der Entwicklung und dem Einsatz neuer Technologien in der Gesellschaft. Ziel von MUT ist es, zur Verbesserung des gesellschaftlichen Dialoges über Wissenschaft und Technik beizutragen.

Das Forschungsprogramm von MUT umfaßt zwei Schwerpunkte: Konzepte der Technikbewertung sowie Risiko-Kommunikation. Im Bereich Technikbewertung geht es um die Analyse und Bewertung von Konzepten und Verfahren der Technikbewertung, wie z.B. Risikoanalyse, Technikfolgenabschätzung und Umweltverträglichkeitsprüfung, sowie um einzelne Schlüsselbegriffe, z.B. das Grenzwertkonzept. MUT zielt darauf ab, Wege und Möglichkeiten zu erkunden, wie Verfahren der Technikbewertung der Öffentlichkeit verständlich gemacht werden können, welche verschiedenen Alternativen es bei der Technikbewertung gibt, was diese zu leisten vermögen und welche Grenzen sie haben. Auf diese Weise sollen die Voraussetzungen geschaffen werden, um aktiv in die Diskussion um Technik eingreifen zu können.

Darüber hinaus werden mit dem F&E-Programm "Risiko-Kommunikation" Bedingungen und Schwierigkeiten der Kommunikation über technologische Risiken analysiert und Strategien zur Verbesserung der Kommunikation entwickelt. In diesem Bereich konzentriert sich MUT u.a. auf die Analyse des Risiko-Verständnisses verschiedener sozialer Gruppen und gesellschaftlicher Institutionen in verschiedenen Technikfeldern, die Rolle der Medien bei Risiko-Kontroversen sowie auf Fragen der Glaubwürdigkeit von Industrie, Behörden und wissenschaftlichen Instituten bei der Vermittlung von Risiko-Informationen. Von besonderer Bedeutung sind dabei Ansätze zur kooperativen Konfliktlösung, die am Beispiel der Standortplanung von entsorgungswirtschaftlichen Anlagen erprobt werden sollen.

Inhaltlich orientiert sich das Forschungsprogramm an den Brennpunkten der gesellschaftlichen Technikkontroverse sowie an solchen Technik- und Wissenschaftsbereiche, die von der KFA in der Forschung vertreten werden, wie z.B. die Klimaproblematik, die Abfallentsorgung, die Biotechnologie und die Energietechnik.

**Ausgewählte Projekte der Programmgruppe "Mensch, Umwelt, Technik":**

- Bedingungen und Probleme der Öffentlichkeitsarbeit in Krisensituationen
- Probleme, Akteure und Strategien der Risiko-Kommunikation in verschiedenen Technikfeldern
- Risiko-Kommunikation bei der Planung entsorgungswirtschaftlicher Anlagen
- Analyse von Möglichkeiten und Problemen von Bürgerbeteiligungsverfahren in der Entsorgungswirtschaft
- Schlüsselbegriffe der Technikbewertung
- Curriculum "Risikokonzepte, Risikowahrnehmung und Risikoanalyse" für Schüler

**WISSENSCHAFTLICHE MITARBEITER DER PROGRAMMGUPPE "MENSCH, UMWELT, TECHNIK" (MUT)**

**Dr. Peter Borsch** (Physik), Dipl.-Psych. Susanne Femers (Psychologie), Dipl.-Ing. Waltraud Freier-Linder (Ingenieurwissenschaft), Dipl.-Phys. A. Kaleck (Physik), Dr. Hans Peter Peters (Soziologie), Dipl.Päd. Holger Schütz (Pädagogik), Dipl.-Math. Hans Ulrich Stegelmann (Informatik), Dr. Peter M. Wiedemann (Psychologie),

**Wissenschaftlicher Berater:**

**Prof. Dr. Helmut Jungermann** (Techn. Univ. Berlin)

**Kontaktadresse:**

**Dr. Peter M. Wiedemann**  
Programmgruppe Mensch, Umwelt, Technik (MUT)  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
Postfach 19 13  
D-5170 Jülich  
Tel. (02461) 61.4808/ .5890

## **MUT-Arbeiten zur Risiko-Kommunikation**

### **Heft 1**

**Kommunikation über Risiken - Das Forschungsprogramm der Arbeitsgruppe "Mensch und Technik", Jülich, September 1988**

### **Heft 2**

**HOFFMANN, R. / BORGmann, M. / ROHRMANN, B. / WIEDEMANN, P.M.: Bibliographie: Kommunikation über ökologische, gesundheitliche und gesellschaftliche Risiken des Einsatzes moderner Technologien, Jülich, Oktober 1988**

### **Heft 3**

**HENNEN, L.: Kommunikation über Risiken der "Neuen Informations- und Kommunikationstechnologien" - Themen und Strukturen einer gesellschaftlichen Kontroverse, Jülich, November 1988**

### **Heft 4**

**VAN DEN DAELE, W.: Gutachten zur Problematik der Risiko-Kommunikation im Bereich der Gentechnologie in der Bundesrepublik Deutschland, Jülich, Juli 1988**

### **Heft 5**

**FRANKENBERG, P.: Expertise: Risiko-Kommunikation im Problemfeld anthropogen induzierter Klimaänderungen, Jülich, März 1989**

### **Heft 6**

**WIEDEMANN, P.M. / JUNGERMANN, H.: Energy and the Public, Country Report FRG, Jülich, März 1989**

### **Heft 7**

**WINTERFELDT, D. v.: Eliciting and Communicating Expert Judgments: Methodology and Application to Nuclear Safety, Jülich, August 1989**

### **Heft 8**

**RENN, O. / LEVINE, D.: Credibility and Trust in Risk Communication, Jülich, August 1989**

**Heft 9**

WIEDEMANN, P.M. und HENNEN, L.: Schwierigkeiten bei der Kommunikation über technische Risiken, Jülich, September 1989

**Heft 10**

WIEDEMANN, P.M.: Zwischenbericht 1988/89, Forschungsprogramm zur Risiko-Kommunikation, Jülich, November 1989

**Heft 11**

UTH, H.-J.: Expertise: Risiko-Kommunikation in der Chemie, Jülich, Januar 1990

**Heft 12**

JUNGERMANN, H. und WIEDEMANN, P.M.: Ursachen von Dissens und Bedingungen des Konsens bei der Beurteilung von Risiken, Jülich, Januar 1990

**Heft 13**

PETERS, H.P.: Kommunikation über die Risiken der Kernenergie, Jülich, Juni 1990

**Heft 14**

PETERS, H.P.: Der massenmediale Umgang mit technischen Risiken, Jülich, Juni 1990

**Heft 15**

WIEDEMANN, P.M. & FEMERS, S.: Conflict analysis and management: Public participation in waste management decision making, Jülich, September 1990

**Heft 16**

WIEDEMANN, P.M.: Das Arbeitsprogramm der Programmgruppe 'Mensch, Umwelt, Technik' (MUT) 1990 - 1993, Jülich, Oktober 1990

**Heft 17**

ROHRMANN, B.: Analyzing and evaluating the effectiveness of risk communication programs, Jülich, November 1990

**Heft 18**

WIEDEMANN, P.M., FEMERS, S. & HENNEN, L.: Bürgerbeteiligung bei entsorgungswirtschaftlichen Vorhaben. Analyse und Bewertung von Konflikten und Lösungsstrategien, Jülich, November 1990

## **Monographien des Forschungszentrums Jülich**

---

- 1 Pharmakologische Untersuchungen in vitro –  
Alternativen zum Tierversuch  
E. Weber (Hrsg) (1990)**
  
- 2 Ozon in Deutschland  
Die Belastung durch Ozon in ländlichen Gebieten  
im Kontext der neuartigen Waldschäden  
D. Kley, H. Geiss, T. Heil, Ch. Holzapfel (1990)**
  
- 3 Risiko-Konzepte  
Risiko-Konflikte  
Risiko-Kommunikation  
H. Jungermann, B. Rohrmann und P.M. Wiedemann (Hrsg) (1990)**

**ISBN 3-89336-049-2**