

KfK 5226
März 1993

Methodenprobleme des Technology Assessment

Eine methodologische Analyse

V. Zimmermann
Abteilung für Angewandte Systemanalyse

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH
HBK / Zentralbibliothek

25. OKT. 1993

Kernforschungszentrum Karlsruhe

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Abteilung für Angewandte Systemanalyse

KfK 5226

**Methode n p r o b l e m e d e s T e c h n o l o g y
A s s e s s m e n t**

Eine methodologische Analyse

Volker Zimmermann

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH
HBK / Zentralbibliothek

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

Als Manuskript gedruckt
Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH
Postfach 3640, 76021 Karlsruhe

ISSN 0303-4003

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Studie stellt sich die Aufgabe, die theoretische und methodische Struktur des Technology Assessment zu analysieren. Sie fußt auf Erhebungen, die bei Technology-Assessment-Studien vorgenommen wurden und die wesentliche Voraussetzungen für theoretisch begründete Aussagen zu methodischen Aspekten des Technology Assessment waren.

Es konnte festgestellt werden, daß theoretische Grundprobleme des Technology Assessment insbesondere auf dem Gebiet der Komplexitätsbewältigung liegen. Dies schlägt sich auch in der Problemkonstituierung nieder, die elementarer und zentraler Ansatz des Technology Assessment ist. Wissenschaftlich fundierte Problemkonstituierung und entsprechende Modellkonstruktion bedürfen interdisziplinärer wissenschaftlicher Arbeit. Die Interdisziplinarität in Technology-Assessment-Forschungsprozessen vollzieht sich auf der Ebene virtueller Netze, wobei virtuelle Netze durch teamfähige Individuen konstituiert werden. Die dabei entstehenden Netzstrukturen haben eine gegenständlich-organisatorische und eine ideelle Basis. Die gegenständlich-organisatorische Basis realisiert sich primär durch die Teamzusammensetzung sowie durch die externen Einbindungen der Teammitglieder. Die ideelle Grundlage virtueller Netze wird durch das Denken der Teammitglieder repräsentiert, das im einzelnen jeweils auf metadisziplinärem Niveau angesiedelt sein muß. Das theoretische "Gerippe" des Wissenssystems des Technology Assessment, das durch prozeß- und wissensbasierte Koppelungsstrukturen repräsentiert wird, ist in Verbindung mit der Kenntnis von Problemtypen, Analysefeldern und Verfahren zur Komplexitätsbewältigung generierbar und zugleich aufarbeitbar. In diesem Prozeß ist disziplinäres Wissen zwar eine notwendige, jedoch keine hinreichende Voraussetzung. Metatheoretisches und metadisziplinäres Wissen sowie die entsprechend aufbereitete Komplexität der Abbilder sind die Grundlage für die notwendige methodische Bewußtheit, die Technology Assessment als Forschungsprozeß gestaltbar werden läßt.

SUMMARY

PROBLEMS OF METHOD OF TECHNOLOGY ASSESSMENT - A Methodological Analysis

The present study undertakes to analyse the theoretical and methodological structure of Technology Assessment. It is based on a survey of Technology Assessment studies which provided an important condition for theoretically sound statements on methodological aspects of Technology Assessment.

It was established that the main basic theoretical problems of Technology Assessment are in the field of dealing with complexity. This is also apparent in the constitution of problems, the most elementary and central approach of Technology Assessment. Scientifically founded constitution of problems and the corresponding construction of models call for interdisciplinary scientific work. Interdisciplinarity in the Technology Assessment research process is achieved at the level of virtual networks, these networks being composed of individuals suited to teamwork. The emerging network structures have an objective-organizational and an ideational basis. The objective-organizational basis is mainly the result of team composition and the external affiliations of the team members. The ideational basis of the virtual network is represented by the team members' mode of thinking, which is individually located at a multidisciplinary level. The theoretical "skeleton" of the Technology Assessment knowledge system, which is represented by process knowledge based linkage structures, can be generated and also processed in connection with the knowledge on types of problems, areas of analysis and procedures to deal with complexity. Within this process, disciplinary knowledge is a necessary but not a sufficient condition. Metatheoretical and meta-disciplinary knowledge and the correspondingly processed complexity of models are the basis for the necessary methodological awareness, that allows Technology Assessment to become designable as a research procedure.

VORWORT

Die hier vorliegende Studie versteht sich als ein Beitrag zur Theorieentwicklung auf dem Gebiet des Technology Assessment. Sie entstand während eines von der *Fritz Thyssen Stiftung Köln* ermöglichten Forschungsaufenthaltes am Institut für Polytechnik / Arbeitslehre der Johann-Wolfgang-Goethe Universität in Frankfurt am Main. Für die während dieser Zeit gewährten sehr guten Arbeitsmöglichkeiten und hervorragenden wissenschaftlichen Kontakte möchte ich Herrn Prof. Dr.-Ing. Günter Ropohl ausdrücklich danken.

Gleichzeitig wurden mir auch von der Abteilung für Angewandte Systemanalyse des Kernforschungszentrums Karlsruhe alle Möglichkeiten der Integration eröffnet, wofür ich insbesondere Herrn Prof. Dr. Herbert Paschen meinen Dank aussprechen möchte.

Für viele Diskussionen und wertvolle Hinweise bin ich den Herren Gotthard Bechmann (Karlsruhe) und Eberhard Jobst (Chemnitz) dankbar.

Wilkau-Hasslau und
Frankfurt am Main
Februar 1993

Volker Zimmermann

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Zusammenfassung	I
I. Problemsituation und Zielsetzung der Untersuchung	1
II. Begriff und Konzeptionen des Technology Assessment	12
III. Der wissenschaftliche Hintergrund des Technology Assessment - Problemabriß	19
3.1. Aspekte und Probleme einer theoretischen Verortung	19
3.2. Methoden und Konzepte - Eckpunkte der methodischen Bestimmung	28
IV. Der Status des Technology Assessment - Erhebungen zur Analysemethodik	43
4.1. Erhebungen und Erhebungsergebnisse	43
4.2. Methodische Erfordernisse des Technology Assessment - rationale Rekonstruktion	51
V. Technology Assessment oder Technikfolgenforschung - Möglichkeiten und Notwendigkeiten einer Transformation	63
5.1. Die Problemstruktur der Erkenntnisprozesse	63
5.2. Objektbereich und Gegenstand	71
5.3. Problem- und Aufgabenbearbeitung	79
5.4. Empfehlungen zum theoretischen Aufschluß der Analysefelder	81
Anhang	87
Bibliographie	93

I. Problemsituation, methodisches Vorgehen und Zielsetzung der Untersuchung

Die weit in das gesellschaftliche Leben hineinreichenden Auswirkungen der Nutzung von Technik haben das Erfordernis und das Bedürfnis nach einer fundierten "Technik - Folgen - Abschätzung" entstehen lassen. Historisch betrachtet wurde die Diskussion zum Problemfeld der "Beherrschbarkeit" der Technik sehr früh und lange Zeit nahezu ausschließlich auf dem Gebiet der (Technik-) Philosophie geführt. Mittlerweile hat diese Diskussion den Rahmen der Philosophie gesprengt. Die Naturwirkungen der Technik, soziale Veränderungen durch Technik und schwerwiegende technische Katastrophen haben das Gebiet des *Technology Assessment* /1/- zuerst in den sechziger Jahren in den USA - entstehen lassen.

Heute sind Technik und Technikentwicklung (wahrscheinlich unumkehrbar) zum Gegenstand einer öffentlichen Diskussion geworden. Diese Diskussion beschäftigt sich primär mit möglichen negativen technischen Wirkungen, wobei sie sich auf den verschiedensten Ebenen und theoretischen Niveaustufen vollzieht. Ein wesentlicher Bestandteil davon ist eine Fülle wissenschaftlicher und politischer Diskussionen, deren Ziel es heute ist, die Folgen von Technik (*Technikfolgen*) möglichst prognostisch zu erschließen, um gesellschaftliches Handeln darauf einstellen zu können. Die dazu notwendige Verbindung der technischen Entwicklung mit einer umfassenden Bewertung der Technik, ist inzwischen in Wissenschaft und Politik auch weitgehend anerkannt. Dies bezieht sich zunächst jedoch nur auf die grundsätzliche Akzeptanz dieses Problemzusammenhanges. Trotz dieser grundsätzlichen Akzeptanz und des übergreifenden Interesses an der Kenntnis von Technikfolgen sind die Interessengruppen und deren spezifische Bedürfnisse hinsichtlich der Untersuchung von Technikfolgen durchaus nicht homogen. Dies drückt sich in unterschiedlichen Erwartungshaltungen gegenüber dem Inhalt, möglichen Ergebnissen und konkreten Einflußmöglichkeiten des Technology Assessment aus, was sich zugespitzt auch in ganz grundsätzlichen und konträren Positionen zum Sinn und Zweck von Assessments dieser Art überhaupt zeigen kann. All die Positionen, die auf eine solche elementare Ebene zurückführen, haben m.E. zwei wesentliche Ursachen.

* Zum ersten wird die Diskussion zum Problemfeld des Technology Assessment durch die Unklarheiten über den *Wirkungsraum, die Wirkungsmöglichkeiten und die Wirkungsabsichten* der entsprechenden Untersuchungen stets aufs Neue ange-

/1/ Die Art der Verwendung der verschiedenen Begriffe zum Problemfeld des Technology Assessment in der vorliegenden Studie wird zu Beginn von Abschnitt II dargelegt.

regt. Hier mehr Klarheit zu schaffen, ist insbesondere durch eine methodologische Analyse dieser Erkenntnisprozesse möglich. Eine solche Analyse vermag Auskunft über Gegenstand, Objektbereich, Mittel der Erkenntnis und Form sowie Inhalt des Resultats zu geben. Solche Untersuchungen stehen bisher jedoch weitgehend aus. Vielmehr wurde und wird sehr häufig auf einer Metaebene institutionstheoretischer Überlegungen über Technology Assessment gestritten.

- * Zum zweiten liegt ein Teil der Mißverständnisse zum *Leistungsspektrum* des Technology Assessment in der erheblichen Menge verschiedener Begriffe /2/ begründet, die diesen Erkenntnis- und Arbeitsbereich bestimmen sollen. Diese Begriffsvielfalt trägt deshalb zu Mißverständnissen bei, weil die verschiedenen Bezeichnungen häufig auch einen differierenden Inhalt nahelegen, bzw. gezielt verschiedene Akzente setzen. Die Notwendigkeit dieser Akzentuierung ist selbstverständlich nicht zu bestreiten, nur muß sich dies vor allem in einer Konzeptvielfalt ausdrücken. Für im wissenschaftlichen Meinungsstreit Ungeübte kann diese Flut von mehr oder weniger glücklichen Begriffsbestimmungen letztlich nur Verwirrung stiften.

Technology Assessment als Instrument

Da Technology Assessment aus praktischen Bedürfnisse heraus entstand - es spiegelt gesellschaftliche Notwendigkeiten - ist es als ein spezifisches *Instrument* zur Beherrschung von Technik zu begreifen. Die Strukturierung und die inhaltliche Gestaltung dieses Instrumentes sind dabei einerseits *eigendeterminiert*, daß heißt, sie werden durch die Erkenntnisprozesse geprägt und sie richten sich andererseits nach den *Bedürfnissen des Nutzers* des Instruments.

Versteht man die *Eigendetermination* als die (relative) Invarianz eines spezifischen Erkenntnisprozesses, dann wird ersichtlich, weshalb das Instrument "Technology Assessment" erst in dem Moment vollständig transparent wird, wenn die methodischen Besonderheiten dieses Prozesses aufgeklärt sind. Erst in dem Moment ist Technology Assessment hinsichtlich seiner tatsächlichen Möglichkeiten und Grenzen durchschaubar sowie gezielt verwendbar und kann als wichtiger Teilprozeß einer jeden zukunftsorientierten Technikentwicklung an Akzeptanz gewinnen.

Die *Nutzungsbedürfnisse* prägen Technology Assessment um so stärker, je weniger dieser Erkenntnisprozeß durch ein theoretisch fundiertes Leistungsspektrum determiniert ist. Grundsätzlich jedoch werden durch Nutzungsinteressen lediglich Inhalte

/2/ Vgl. hierzu Abschnitt II. Diskussionen zur begrifflichen Bestimmung erscheinen jedoch nur dann sinnvoll, wenn damit zugleich spezifische und neue Ideen zur Problembearbeitung erkennbar werden.

(Objektbereich) und Analysetiefe (Zeitdauer und Ausdehnung des Objektbereiches) vorgegeben, die aber auch dann bindend sind, wenn eine entwickelte theoretische Basis vorhanden ist.

Hervorgerufen durch die Entstehungszusammenhänge verbirgt sich hinter dem Begriff "Technology Assessment" immer auch das gesamte Problemfeld einer *Beratungsaufgabe*, die mit ihren Ergebnissen im wesentlichen auf den Bereich der Politik gerichtet ist. Resultierend aus den sich daraus ergebenden inhaltlichen Ansprüchen, vollziehen sich innerhalb des Gesamtbereichs des Technology Assessment mit zunehmender Tendenz auch spezifische *Forschungsprozesse*.

Generell gilt, daß sich das Instrument "Technology Assessment" gegenwärtig in einer Phase der Erweiterung der Arbeitsmethoden und des Aufgabenfeldes befindet. Dies drückt sich in einem wechselseitig bestimmten Prozeß aus, der einerseits durch die politischen Entscheidungsbedürfnisse und andererseits durch die wissenschaftlichen Möglichkeiten (einschließlich deren theoretischen Erfordernisse) geprägt wird. Infolge der bisherigen Entwicklung hat sich aus dieser spezifischen Erkenntnissituation mit dem *Technology Assessment eine besondere Schnittstelle von Politik und Wissenschaft* institutionalisiert. Diese Schnittstelle ist auch bezüglich der sachorientierten inhaltlichen Arbeit durch bestimmte Weisen des Erkenntnisgewinns geprägt, so daß man von einem "Paradigma" des Technology Assessment zu sprechen kann.

Geprägt wird dieses "*Technology-Assessment-Paradigma*" durch die bisher dominierende Form der institutionell-organisatorischen Sacharbeit auf diesem Gebiet. Sie implizierte und impliziert vielfach deskriptiv orientierte und heterogene Erkenntnisprozesse, die bisher kaum zu einer Technology-Assessment-bezogenen Theorieentwicklung führen konnten. Dies hat vor allem praktische, in der Beratungsfunktion verankerte Wurzeln, die ihrerseits eine bestimmte *Relevanzstruktur* induzieren. Die Eckpunkte dieser Relevanzstruktur reichen in den theoretischen Hintergrund des Technology Assessment hinein und beeinflussen die Erkenntnisprozesse indirekt.

Obgleich die relative Kontinuität des Technology Assessment in der heutigen Form auch durch die in Wissenschaft und Politik etablierten Denkweisen von Disziplinarität und Institutionalisierung getragen wird, gibt es gegenwärtig Tendenzen, die dieses Paradigma durch stärker notwendig werdende generalistische Denk- und Sichtweisen modifizieren. Dies wird durch Wissenschaftsdisziplinen befördert, die metatheoretischen Charakter tragen, die aber dennoch auf die Objektbereiche von Technik fixier-

bar und konkretisierbar sind. Zum Ausdruck kommt dies auch in einem Technology Assessment, das vermehrt durch die Sozial- und Geisteswissenschaften fundiert wird.

Die praktischen Bedürfnisse, die Technology Assessment als "Instrument" haben entstehen lassen, sollen im wesentlichen durch eine sachkompetente Beratung befriedigt werden, die ihrerseits Voraussetzung für gesellschaftliches Handeln ist bzw. sein sollte. Diese Beratungsfunktion auszufüllen, führt jedoch notwendig zu einer Differenzierung und damit auch zu einer inhaltlichen Spezifizierung des Technology Assessment, weil unterschiedliche gesellschaftliche Gruppen mit verschieden orientierten Bedürfnissen eine solche "Beratung" in Anspruch nehmen.

Einerseits verkörpert Technology Assessment einen Erkenntnisbereich, welcher die Grundlagen für die Politikberatung zu schaffen hat /3/. Dieser Erkenntnisbereich ist in seiner institutionellen Struktur und wie oben ausgeführt auch in seiner inhaltlichen Bestimmtheit eine direkte Folge seines Entstehungszusammenhanges. Andererseits muß sich Technology Assessment zu einem Erkenntnisystem entwickeln, das konkrete Grundlagen für die industriegetragene Technikentwicklung zu liefern vermag. Dies ist die bisher kaum entwickelte Seite der "Beratungsfunktion".

Die interessengebundene Aufteilung des Technology Assessment in zwei differierende "Beratungs"-Bereiche mit unterschiedlichen Erkenntnisbedürfnissen ist eine Konsequenz, die aus den verschiedenen Zielsetzungen resultiert. Aspekte, die diese inhaltliche Differenzierung deutlich machen, seien nachfolgend ausgewiesen.

Der Wirkungsraum von Technology Assessment

Für den Bereich der Politik entsprechende Ergebnisse von Assessments bereitzustellen, heißt immer auch die Öffentlichkeit als Teil des politischen Geschehens mit dem Problemfeld des Technology Assessment zu konfrontieren. Dies ist mit mehreren die Assessments prägenden Konsequenzen verbunden:

- Die Ergebnisse von Technology Assessment werden für die Regulation gesellschaftlicher Prozesse benötigt. Sie dienen deshalb unter bestimmten Umständen auch als Basis für Normierungen. Eine technikbezogene Vergegenständlichung wissenschaftlicher Erkenntnisse aus dem Bereich des Technology Assessment kann jedoch nur vermittelt über juristische Regelungen erfolgen.

/3/ Das Problemfeld der Technikfolgenabschätzung als parlamentarisch-politische Aufgabe wurde wissenschaftlich bereits umfangreich untersucht. Vgl. hierzu beispielsweise: Petermann, T. (Hg.): Technikfolgen-Abschätzung als Technikforschung und Politikberatung; Westphalen, Raban Graf v.: Technikfolgenabschätzung

- Die Ergebnisse von Technology Assessment bilden für das politische Handeln einen fachbezogenen Hintergrund, der einerseits der Entscheidungsbegründung dient, der aber andererseits auch ein Mittel zur Strukturierung der öffentlichen Meinung sein kann. Umgekehrt ist die Öffentlichkeit auch Rezipient und Initiator von Assessments, womit sie zugleich auf das politische Geschehen zurückzuwirken vermag. Durch das Anwachsen des öffentlichen Interesses an Technology Assessment verbesserten sich auch die Randbedingungen für breitere Aktivitäten und intensivere wissenschaftliche Arbeit auf diesem Gebiet.

- Die Ergebnisse von Technology Assessment werden durch den politischen Zeithorizont geprägt. Dies ist ein Resultat der Projektion der politischen Entscheidungszeiträume auf die politisch relevanten Prognose- und Untersuchungszeiträume, die dementsprechend limitiert sind (bzw. werden). Zugleich induzieren diese politischen Interessen den Bedarf nach einer ständigen Verfügbarkeit der Wissensträger auf diesem Gebiet und führen so zur Institutionalisierung und Zentralisierung des Technology Assessment. Dabei bestimmt die spezifische Interessenlage der Politik die institutionelle Form, den Umfang und den Inhalt (Objektbereich) von Assessments.

Leider wird Technology Assessment seitens der *Industrie* noch immer als vorwiegend politische Aufgabe angesehen /4/. Die europäische Industrie hat es bisher kaum verstanden, Technikfolgenforschung in die Innovationsprozesse zu integrieren, um damit der strategischen Unternehmensentwicklung auch hinsichtlich der vielfältigen Dimensionen der Entwicklung, Nutzung und Wirkung von Technik eine langfristige Perspektive zu geben. Technikfolgenforschung als Bestandteil der Forschungs- & Entwicklungsprozesse sowie der strategischen Unternehmensführung könnte nicht nur Akzeptanzprobleme vermeiden helfen, sondern auch die Möglichkeit eröffnen, die Wirtschaftlichkeit der Unternehmen auf ein neues Niveau zu heben, das durch umfassende Systemlösungen und theoretisch fundierte Komplexitätsbewältigung gekennzeichnet wäre.

Technikphilosophie und Technology Assessment

Folgt man der Vielfalt der vorab dargestellten Aufgaben- und Nutzungsaspekte von Technology Assessment, dann wird unschwer erkennbar, weshalb die theoretische

/4/ vgl. hierzu: Servatius, H.-G.: Sicherung der technologischen Wettbewerbsfähigkeit Europas - Von der Technologie-Frühaufklärung zur visionären Erschließung von Innovationspotentialen, in: VDI-Technologiezentrum (Hrsg.): Technologiefrühaufklärung

Fundierung des Technology Assessment nur auf einer Ebene metatheoretischen Wissens möglich ist.

Obgleich Technology Assessment zunächst wesentlich auf natur- und technikwissenschaftliches Wissen zurückgreift, sind die letztlich gewonnenen Erkenntnisse aus dem Wissen dieser Disziplinen allein weder erklärbar noch herleitbar. Eine mögliche disziplinäre innerwissenschaftliche Begründung des Technology Assessment muß letztlich auf technikbezogene Ganzheitskonzepte Bezug nehmen und ist deshalb am ehesten als eine thematisch-spezifische Konkretisierung technikphilosophischer Konzepte zu begreifen. Das heißt, sie ist an die Nutzung philosophisch-wissenschaftstheoretischen Wissens gebunden, welches auch systemtheoretische und methodologische Komponenten einschließt.

Zugleich haben Bewertungs- und insofern auch Strukturierungsaspekte ihre theoretische Basis in sinnanalysierenden Disziplinen (z.B. Ethik), deren Wissensbasis und Erkenntnisssystem ebenfalls eine Voraussetzung bereits für die Problemfindung und in einigen Bereichen auch für die Problemlösung von Technology-Assessment-Aufgaben ist.

Obgleich die "Philosophie der Technik" innerhalb dieses neuen Gebietes wissenschaftlicher Arbeit aus heutiger Sicht insbesondere hinsichtlich ihrer methodologischen Potenz einen wichtigen Beitrag leisten kann und auch leisten muß, ist es nicht das Verdienst der Philosophie, dieses Gebiet aus der Taufe gehoben zu haben. Dennoch darf man aber nicht übersehen, daß besonders technikphilosophische Schriften (der Vergangenheit wie der Gegenwart) einen beachtenswerten Beitrag zur *Entwicklung des Problembewußtseins* vor allem bezüglich des Verhältnisses "Mensch - Technik" geleistet haben und noch leisten. Gleichermäßen haben technikphilosophische Arbeiten der Gegenwart und der jüngeren Vergangenheit wesentliches zur Erforschung des interdisziplinären Charakters der Technikwissenschaften sowie der Entwicklung und Nutzung von Technik beigetragen /5/.)

Für die theoretische Grundlegung und Durchdringung des Technology Assessment, wird es unabdingbar sein, technikphilosophische Sicht- und Erkenntnisweisen zukünftig weit direkter nutzbar zu machen. Dies ist jedoch kein trivialer Vorgang, da Technikphilosophie im Technology Assessment die eigene Anwendungsdimension erschließen muß. Technikphilosophie muß sich für diese geforderte Praktikabilität intern dadurch auszeichnen, daß sie ihren eigenen Substanzgewinn stets auch aus der Konfrontation des philosophisch-theoretischen Wissens mit dem spezifischen disziplinären Wissen erzielt. Dies ist eine wesentliche Voraussetzung für das externe Wirken der Technikphilosophie /6/.

/5/ Für die Technikphilosophie kann auf einen entsprechenden Literaturnachweis verzichtet werden. Für den Bereich interdisziplinärer wissenschaftlicher Arbeit sei auf Forschungen verwiesen, die über zwei Jahrzehnte an der TU Karl-Marx-Stadt (Chemnitz) durchgeführt wurden (entsprechende Schriften sind im Literaturverzeichnis aufgeführt).

/6/ vgl. hierzu: Jobst, E.; Zimmermann, V.: Technikphilosophie und Ingenieurausbildung

Technikphilosophische Problemstellungen sind insofern auch aus technischen Sachprozessen zu folgern. Gerade dies ist vor allem dort möglich und ratsam, wo disziplinäres Wissen auf Grenzfragen stößt, wo das Wissen der Technikwissenschaften allein nicht mehr ausreicht, um Antworten zu finden bzw. um überhaupt die adäquaten Fragen stellen zu können. Solche Problembereiche finden sich heute mehr denn je einfach wohl deshalb, weil Technik längst kein isolierbares und begrenztes Phänomen mehr ist und die Wirkungen der Technik allgegenwärtig sind.

Für die notwendig interdisziplinäre Arbeit auf dem Gebiet des Technology Assessment ist es unausweichlich, die metatheoretische Denk- und Wissensebene der Technikphilosophie zu erschließen. Deshalb ist anzustreben:

- Technikphilosophie in Technology Assessment auf neue Weise zu integrieren;
- Technology Assessment dadurch theoretisch zu befruchten
- Technikphilosophie auf der Ebene des Technology Assessment zu einem Stück praktischen Philosophierens zu entwickeln.

Dies ist kein selbsterzeugtes Ansinnen der Technikphilosophie, es ist vielmehr ein Erfordernis, resultierend aus dem Entwicklungsstand der Technik selbst, vor allem resultierend aus der Komplexität und der Dimension der technischen Wirkungen, die eine ganzheitliche Sicht nahelegen und demzufolge metatheoretisches und Systemwissen erfordern.

Die Verbindung von Technikphilosophie und Technology Assessment muß und kann sich auf verschiedenen Teilgebieten sowie Wissensebenen auf durchaus unterschiedliche Weise vollziehen. Zum ersten übt sicher die Diskussion um eine "Ethik der Technik" direkt und indirekt ihren Einfluß auf das Technology Assessment aus. Zum zweiten prägen systemtheoretische Betrachtungen, die ihre theoretische Substanz aus verschiedenen Disziplinen schöpfen, die Art und Weise der theoretischen Bewältigung von Technology-Assessment-Aufgaben und drittens ist die methodologische Ebene zur Aufklärung der internen Erkenntnisstruktur des Technology Assessment zu entwickeln. Dies unterstreicht, daß technikphilosophische Forschung nicht auf normative Aspekte reduziert werden kann und darf, sondern daß unausweichlich auch die methodologische Potenz der Philosophie zu nutzen ist.

Methodische Probleme sind allein schon deshalb von besonderer Brisanz, weil bereits auf der Ebene der theoretischen Aufbereitung des *Forschungsgegenstandes* über die Zuverlässigkeit und damit auch über die wissenschaftliche Seriosität von Prognosen entschieden wird, Prognosen, die später dann die Grundlage für den eigentlichen Bewertungsprozeß bilden. Methoden sind das unabdingbare "Handwerkzeug" wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns.

Methodisches Vorgehen

Mit der vorliegenden Studie wird der Versuch unternommen, das zum Teil bereits institutionalisierte "Technology Assessment" bezüglich der Systematik und der Methodik der Erkenntnisprozesse einer wissenschaftstheoretisch-technikphilosophischen Betrachtung zu unterziehen. Dies geschieht mit der Zielsetzung, die dem Technology Assessment zuzuordnenden spezifischen Erkenntnisprozesse transparenter zu machen, um dazu beizutragen, daß auf diesem Gebiet Forschungsaufgaben konstituiert bzw. mit größerer Effizienz bearbeitet werden können. Im Rahmen der vorliegenden methodologischen Analyse geht es jedoch keinesfalls darum, ein "Rezeptbuch" für Technology-Assessment-Methoden zu entwickeln. Ich betone dies nicht nur deshalb, weil dies prinzipiell unmöglich ist, sondern vor allem, weil häufig vermutet wird, daß methodologische Untersuchungen zu diesem Ergebnis führen müssen.

Der für Technology Assessment relevante theoretische und methodologische Hintergrund wird auf drei verschiedenen *Ebenen* untersucht werden.

Auf einer ersten Ebene wird das metatheoretische Untersuchungsinstrumentarium der Technikphilosophie und der Allgemeinen Technologie /7/ herangezogen. Diese philosophisch-wissenschaftstheoretische Erkenntnisebene wird deshalb gewählt, weil die Aufklärung des *komplexen Phänomens* "Technology Assessment" eines sehr allgemeinen theoretischen (eines metatheoretischen) Ansatzes bedarf, um hinsichtlich deren Systemgröße eine adäquate Einordnung und Bewertung zu ermöglichen. Systemtheorie /8/, Wissenschaftstheorie und Methodologie sollen hierbei auf ihrer jeweiligen Ebene zur theoretischen Komplexitätsbewältigung beitragen. Eine technikphilosophische Grundlegung von Technology Assessment ist aber auch deshalb unabdingbar, weil Bewertungsprozesse (im engeren Sinne) immer das normative Moment der Philosophie - hier im Konkreten die Ethik - bemühen.

Auf der zweiten Ebene steht insbesondere die Art und Weise der systematischen Verknüpfung der disziplinären Wissensinhalte, die die Grundlage einer Folgenderivation bilden, zur Bearbeitung. Es sind dies Untersuchungen zu Inhalt und Struktur subordinierter *disziplinärer Problemstellungen*, die auf der Ebene fachspezifischer Lösungsansätze des Technology Assessment liegen, die aber zugleich durch spezifische Integrationsprozesse zur multidisziplinären Induktionsbasis von Prognoseaussa-

/7/ Der Terminus "Technologie" wird in Anlehnung an das von Ropohl intendierte Verständnis verwandt. Vgl. hierzu Ropohl, G.: Den Technologiebegriff nicht unnötig einengen!

/8/ vgl. hierzu: Ropohl, G.: Eine Systemtheorie der Technik, Abschnitt 2.1. - 2.4.

gen werden. Insofern geht es primär um eine Analyse von Erkenntnisprozessen, die Technology Assessment bezüglich ihrer Zurückführbarkeit auf disziplinäre Erkenntnisniveaus charakterisieren. Zurückführbarkeit bedeutet hierbei einerseits das Erschließen von Technikwirkungen vermittelt verschiedener disziplinär begründeter Wirkungsketten und bedeutet andererseits die Begründung der darauf beruhenden systemaren Verflechtungen dieser Wirkungsketten.

Auf der dritten Betrachtungsebene werden Vorgehensweisen und Ergebnisformen bereits vorliegender Technology-Assessment-Studien zum Untersuchungsgegenstand erhoben. Diese "quasi-empirischen" Untersuchungen dienen der Rekonstruktion tatsächlicher Erkenntnisverläufe. Hierfür ist eine weitere Differenzierung der Betrachtungsaspekte zweckmäßig, weil die Darstellung auf der Sachebene und deren Aufbereitung verschiedene Sichtweisen zulassen. Ansatzpunkte für eine differenziertere Sicht bisheriger Technikfolgenabschätzung sind erstens in der Art und Weise der Beschreibung

- * des *Wirkungsverhaltens* von Technik als System und als Subsystem (bzgl. technikübergreifender Strukturen) ökotechnischer und soziotechnischer Systeme zu suchen. Zweitens sind solche Ansatzpunkte mit der Art und Weise der methodischen Aufbereitung der Erkenntnisprozesse gegeben. Deshalb soll
- * eine *Methodenreflexion* primär auf die Verläufe der Erkenntnisvorgänge Bezug nehmen (Analyseverfahren, Systematisierung, Verdichtung usw.), um methodisches Vorgehen systematisch erschließen zu können.

Im einzelnen bedeutet dies, daß *erstens* an Hand von *Beschreibung* und *Analyse* des methodischen Vorgehens bei Technology-Assessment-Aufgaben geprüft wird, inwieweit die als Technology-Assessment-Methoden ausgewiesenen Konzepte den Forschungsprozeß und das Forschungsergebnis tatsächlich zu prägen vermögen. Unabhängig davon wird untersucht, welche methodischen Besonderheiten Technology Assessment im allgemeinen kennzeichnen.

Zweitens werden im Resultat der Methodenuntersuchung theoretische und methodische *Grundlinien* aufgezeigt, die Technology Assessment *konzeptionell theoretisch begründen* können. Ein solches Konzept muß eine systemtheoretisch begründete Art und Weise der Wirkungsantizipation einschließen, um dadurch der Komplexität von Technikfolgen zu entsprechen.

Dabei ist es ein wesentliches Ziel, Empfehlungen zur theoretisch begründeten und methodisch fundierten "Handhabung" von Technology-Assessment-Aufgaben zu formulieren. Die mit solchen Empfehlungen gegebene theoretische und methodische

Transparenz kann auch zur problemloseren Handhabbarkeit von Technology Assessment innerhalb anwendungsorientierter technikwissenschaftlicher Forschung beitragen. Das in der Konsequenz dann mögliche Vorgehen wäre der Art der Methodenutzung im Bereich der Ingenieurwissenschaften vergleichbar, da es sich auf einer ähnlichen mittleren theoretischen und methodisch definierten Ebene vollziehen würde. Dadurch würde sich Technology Assessment generell auch leichter als Bestandteil technischer Industrieforschung etablieren lassen, um auf diesem Wege integraler Bestandteil der Entwicklung technischer Sachsysteme zu werden.

Zur Entwicklung einer diesem Forschungsziel adäquaten Systematik der Problembearbeitung werden zunächst eine Reihe von *Untersuchungsaspekten* ausgewiesen, die die relevanten Problem- und damit Analysebereiche kennzeichnen. Die Darstellung dieser Aspekte umreißt insofern den gesamten Problemzusammenhang, der zur theoretischen Fundierung des Technology Assessment aufzuarbeiten ist. Zugleich werden damit auch all jene Problemfelder erfaßt, die empirischen Untersuchungen und theoretischen Betrachtungen zu unterziehen sind. Die nachfolgend aufgeführten Untersuchungsaspekte sind zugleich Orientierungshilfe für das Verständnis des Gesamtkonzepts der vorliegenden Studie.

* *theoretische und empirische Grundlagen des Technology Assessment*

* *Hauptinhalt und Objektbereich des Technology Assessment*

- *Technology Assessment und Technik-Wirkungsforschung*
- *technische Wirkungen als Gegenstand von Technology Assessment?*
- *Wirkungen technischer Systeme und Bedingungen technischer Wirkungen*
- *theoretische Beziehungen zwischen technischen Wirkprinzipien und Technology Assessment*
- *linear-kausale und stochastische Wirkungen technischer Systeme*

* *Untersuchungsziele des Technolgy Assessment*

* *Wissenschaftlicher Gegenstand des Technolgy Assessment*

* *theoretische Struktur und zu erfüllende theoretische Funktionen des Technolgy Assessment (Deskription, Erklärung, Prognose, Antizipation)*

* *methodische Bestimmtheit und Schlußmittel des Technolgy Assessment*

* *Aufgaben- und Problemstruktur sowie Problementwicklung des Technolgy Assessment*

* *Struktur der Erkenntnisvorgänge bei Technolgy Assessment*

* *objekt- und erkenntnisgebundene Komplexität des Technolgy Assessment*

* *gesellschaftliche Determiniertheit des Technolgy Assessment*

* *Verhältnis von Technology Assessment und Zukunftsforschung*

Die hier vorliegende Studie greift den Problembereich der Erkenntnisprozesse des Technology Assessment unter methodologischem Aspekt auf. Notwendige Verallgemeinerungen basieren auf einer elementarisierenden Auflösung der dem Technology Assessment zugrunde liegenden Erkenntnisprozesse. Die Studie orientiert deshalb einerseits auf eine zweiseitige Methodenanalyse /9/ und andererseits auf eine systemtheoretische Strukturanalyse der Erkenntnisprozesse. Auf diese Weise wird versucht, Forschungsprozesse und Forschungsmethoden, die den Gesamtprozeß des Technology Assessment bestimmen, transparent zu machen.

Im **2. Abschnitt** werden Begriff und Konzeptionen des Technology Assessment angesprochen, um den gegenwärtigen Stand und die Ausgangssituation der Untersuchungen auch auf dieser Ebene auszuweisen.

Der **3. Abschnitt** beinhaltet eine Bestandsaufnahme der theoretischen Grundlagen und Probleme des Technology Assessment. Dieser theoretische "Problemgrundriß" stellt die erforderliche Komplexität einer theoretischen Untersuchung des Technology Assessment dar. Zugleich werden Möglichkeiten einer metatheoretischen Einordnung skizziert. Außerdem werden relevante Methoden bezüglich ihres Erkenntniswertes analysiert.

Der **4. Abschnitt** unterteilt sich in eine Bestandsaufnahme zum gegenwärtigen Vorgehen bei Technology-Assessment-Prozessen einerseits und in eine theoretische Rekonstruktion der Analysemethodik andererseits.

Mit dem **5. Abschnitt** wird der Versuch unternommen, die Ergebnisse der Untersuchungen auf theoretischer Ebene zu verallgemeinern, um für ein methodisches Vorgehen relevante Schlußfolgerungen zu ziehen. Damit wird zum einen eine theoretisch systematisierende Reflexion von Technology-Assessment-Erkennnisprozessen angestrebt, und es werden zum anderen Ansatzpunkte zur systemtheoretischen Bewältigung komplexer Technikfolgen (-wirkungen) erörtert.

Eine **Bibliographie** jener Literatur, die sich mit theoretisch-methodologischen Problemen des Technology Assessment befaßt, schließt die Studie ab.

/9/ Zweiseitig bedeutet: Untersuchung von Technology-Assessment-Studien hinsichtlich der "Studienmethodik" und separate Betrachtung von Technology-Assessment-Methoden hinsichtlich deren Erkenntnisstruktur

II. Begriff und Konzeptionen des Technology Assessment

Zum begrifflichen Verständnis

Bei der begrifflichen und der damit verbundenen inhaltlichen Bestimmung des Problemfeldes von *Technology Assessment* konkurrieren im deutschen verschiedene Termini und Erklärungen. Diese Diskussionen um die begriffliche Fassung eines sich bereits vollziehenden Prozesses deuten auf den aus der wissenschaftlichen Reflexion resultierenden Differenzierungsbedarf hin. Ohne in die Diskussion um die Begriffswahl und deren inhaltlichen Bestimmung eingreifen zu wollen, lege ich mich aus weitgehend pragmatischen Gründen begrifflich wie folgt fest.

- *Technology Assessment* sowie die beiden deutschen Übersetzungen *Technikfolgenabschätzung* und *Technikbewertung* /10/ bezeichnen das gesamte Problemfeld technischer Wirkungen. Sie erfassen es in relativ undifferenzierter, in kaum spezifizierter und in sehr praxisnaher Form. Zugleich reflektieren die beiden deutschen Übersetzungen die im Terminus *Technology Assessment* jeweils notwendig enthaltenen Untersuchungsaspekte des deskriptiv-prognostischen sowie des normativ-bewertenden Momentes.
- *Technikbewertung* erfaßt darüber hinaus auch all jene Aspekte, die den Bewertungsprozeß von Technik im engeren Sinne, also jeweils z.B. in ethischer, sozialer, ökologischer oder ökonomischer Sicht betreffen.
- *Technikforschung* umfaßt den philosophischen, den soziologischen und den systemtheoretischen Zugang zum Phänomen "Technik" in seiner historischen und sozialen Dimension als ein zugleich ganzheitlich zu begreifendes System. Eine Spezifizierung dieser Untersuchungslinie ist die
- *Technikgeneseforschung*. Wesentliches inhaltliches Moment ist hier die Untersuchung der Entstehungs- und Entwicklungsbedingungen von Technik. Diese Forschung, die wie die Technikforschung im umfassenderen Sinne einen sozialwissenschaftlichen und metatheoretischen Hintergrund haben muß, ist eine verbindende Analyse der wissenschaftlich und sozial vernetzten sowie rückgekoppelten technischen Entwicklung. Sie ist in diesem Sinne trotz des Erforder-

/10/ Bereits bei der Übersetzung des Terminus "assessment" teilen sich die Auffassungen. Zumeist wird "assessment" als "Schätzung" übersetzt. Ropohl verweist jedoch auch auf die Möglichkeit "assessment" mit "Bewertung" zu übersetzen. (siehe Ropohl, G.: Die gesellschaftstheoretische Strukturdebatte und die Technikbewertung; Anmerkung 1)

nisses partieller Isolation disziplinärer Aspekte auf interdisziplinäre Arbeit angewiesen.

- **Technikfolgenforschung** wird als die wissenschaftliche Ebene des Technology Assessment verstanden. Inhaltlich handelt es sich dabei im wesentlichen um eine durch den Objektbereich "Technik" geprägte disziplinübergreifende Wirkungsforschung, deren Gegenstand die vernetzt-kausalen Zusammenhänge innerhalb und außerhalb technischer Systeme sind. Im Wissenschaftssystem würde sich Technikfolgenforschung gegenüber den Naturwissenschaften als eine spezifische Form "angewandter Forschung" begreifen, während sie für das Instrument "Technology Assessment" Grundlagenforschung /11/, also reflexive Theorie ist.

Vor allem von Seiten der Industrie werden seit einiger Zeit auch die Begriffe "**Technologiefrühaufklärung**" und "**Produktfolgenabschätzung**" verwandt. Hiermit wird möglicherweise der Versuch unternommen, sich von den gegenüber Technology Assessment gehegten Befürchtungen eines Technology Arrestments zumindest verbal abzugrenzen und zugleich die für die Unternehmensstrategie bedeutsamen Inhalte des Technology Assessment zu übernehmen.

Neben den Termini, die direkt auf das Problemfeld des Technology Assessment zielen, muß auf Begriff und Verfahren der "**Umweltverträglichkeitsprüfung**" (kurz UVP) /12/ verwiesen werden. Die Umweltverträglichkeitsprüfung nimmt bezüglich des Problemfeldes von Technology Assessment eine Sonderstellung ein, da die in diesem Verfahren subordinierten Untersuchungen ganzheitlich auf die (möglichen) Umweltwirkungen beschränkt sind. Der inhaltliche Kern dieses Konzeptes ist mit dem Begriff "**Umweltwirkungsanalyse**", die vorrangig die kausalen Wirkungen technischer Systeme auf Naturprozesse beinhaltet, recht adäquat erfaßt.

Auch Begriff und Verfahren des "**Risk Assessment**" /13/ verweisen auf einen bestimmten Bewertungsaspekt von Technik. Hier jedoch konzentriert man sich auf die

/11/ Das hier zugrunde gelegte Verständnis der Begriffe "Grundlagenforschung" und "angewandte Forschung" ist in meiner Dissertation ausführlich dargestellt. Vgl. hierzu: Zimmermann, V.: Zum Verhältnis von Grundlagen- und angewandter Forschung in erkenntnistheoretisch-methodologischer Sicht

/12/ vgl. hierzu: Grundlagenstudie Umweltfolgenabschätzung für Forschungsvorhaben des BMFT, Universität Dortmund, Dortmund 1990. Jörissen, J.; Bechmann, G.: TA und UVP; Primärbericht KFK. Die methodischen Spezifika der Umweltverträglichkeitsprüfung sind in den empirischen Untersuchungen mit verarbeitet.

/13/ vgl. hierzu: Butz, H.P.; Risikoanalysen erhöhen die Sicherheit; in: VDI-Nachrichten Magazin Sonderheft, Ingenieur-Dialog

direkt zu erwartenden Störfälle, also auf eine Störfall- bzw. Zuverlässigkeitsanalyse technischer Systeme. Erfasst werden demzufolge all jene Wechselwirkungen, die Folge außerfunktionalen Verhaltens sein können.

Konzeptionen des Technology Assessment

Viele der politischen und wissenschaftlichen Diskussionen zum Technology Assessment bewegen sich im Bereich der Problemfelder der *Institutionalisierung* und der im engeren Sinne verstandenen *Technikbewertung*.

Bezüglich der *Institutionalisierungsproblematik* konzentriert sich die Diskussion sehr häufig auf die "Verwaltung" von Technikfolgenabschätzung, also auf das Monitoring, die Erfassung, die Aufgabenerteilung, die Förderung, die öffentliche Diskussion usw. Hinsichtlich der *Bewertungsproblematik* findet man eine breite Palette sehr unterschiedlicher Grundpositionen. Diese reichen von sehr pragmatischen, technikbezogenen Bestimmungen bis hin zu Auffassungen, die die Technik als isoliertes und "kulturfremdes" Phänomen /14/ beurteilen.

Ich vertrete die Auffassung, daß die andauernde Diskussion zu Eckpunkten der konzeptionellen Fixierung des Technology Assessment sowohl ein Resultat der wachsenden Anerkennung der Wichtigkeit von Technikfolgenabschätzungen ist, als auch aus dem Fehlen einer problemadäquaten theoretisch begründeten *Konzeption* zur Struktur und zum Inhalt von Forschung auf diesem Gebiet resultiert. Die eigentlichen Defizite zeigen sich tatsächlich im Fehlen eines methodologisch begründeten Forschungsansatzes und insofern im Mangel an problem- und aufgabenadäquaten *Forschungsmethoden* für Technology Assessment, der immer auch ein Mangel an einer dem komplexen Problem entsprechenden theoretischen Systematik ist. Hauptproblem der Konstituierung und Etablierung einer Technikfolgenforschung ist das Fehlen eines adäquaten Problemverständnisses, das mit dem Fehlen eines entsprechenden methodischen Konzeptes verbunden ist.

Da methodisches Vorgehen das elementare "Handwerkszeug" eines jeden wissenschaftlichen Prozesses ist (und deshalb auch elementare Grundlage eines wissenschaftlichen Technology Assessment sein muß), ist effektive Institutionalisierung auch an das Vorhandensein eines Forschungskonzeptes gebunden. Die theoretische und methodische Unbestimmtheit hat jedoch zur Folge, daß Institutionalisierungsabsichten mit der Unklarheit der spezifischen Aufgabenstellung des Technology As-

/14/ Ich betrachte Technik als einen Teil der menschlichen Kultur, womit zugleich eine elementare Bewertungsgrundlage von Technik gegeben ist. Bezüglich des Kulturverständnisses schließe ich mich Ropohl an. Ropohl, G.: Technologische Aufklärung, Abschnitt 10

essment belastet sind. Diese theoretische und methodische Unbestimmtheit wirkt aber nicht nur auf die Institutionalisierung von Technikfolgenabschätzungen (-forschungen) zurück, sondern beeinflusst auch die inhaltliche Grundlegung, Orientierung und Fixierung der Technikbewertung (i.e.S.).

- * *Effektive Formen der Institutionalisierung folgen aus Erfordernissen des Forschungs- bzw. des Erkenntnisprozesses, da sich die Erkenntnislogik zweckmäßigerweise auch in einer Fachgebiets- und Personalstruktur widerspiegeln sollte.*
- * *Technikbewertungsprozesse sind als technikfremde (-ferne) Prozesse zwar auch möglich, aber sie werden letztlich nur dann technikgestaltend wirken können, wenn sie zumindest mit der technischen Entwicklungslogik - also mit den "Sachzwängen" technischer Innovation - korrespondieren. Der Begriff Entwicklungslogik verweist dabei auf die Prägekraft vorhandener Technik und auf die naturwissenschaftliche Bestimmtheit technischer Abläufe.*

Denkansätze und (meta-)theoretische Grundlagen einerseits sowie *Handlungsempfehlungen* für das gesamte Problemfeld von Technikfolgenabschätzungen andererseits sind auf (technik-) philosophischer, systemtheoretischer, politikwissenschaftlicher sowie soziologischer beziehungsweise auf politischer Ebene zu finden. Entsprechende Konzepte haben zwar teilweise unterschiedliche Zielsetzungen und verschiedene Ansatzpunkte, sie überschneiden sich jedoch auch partiell. Es sind dies Konzepte einer *ethischen* und einer *politischen Techniksteuerung* /15/.

Ethische Techniksteuerung will ihre Wirksamkeit aus der Verantwortungswahrnehmung der an den technischen Entwicklungen Beteiligten schöpfen. Ingenieure, Wissenschaftler und Manager sollen nur jene Prozesse technischer Innovation forcieren, die in ihren Folgen unbedenklich bzw. überschaubar sind.

Politische Techniksteuerung greift auf die Mechanismen von Demokratie und Rechtsstaatlichkeit zurück und versucht vermittels demokratisch eingerichteter und wirkender Institutionen auf politischem Wege Entscheidungseinfluß auszuüben. Hauptmittel sind hierbei wissenschaftliche Gutachten, die Entscheidungsträgern zur Meinungsbildung zur Verfügung gestellt werden.

Beide Konzepte greifen wichtige Aspekte einer jeden Techniksteuerung auf, sie wollen die moralische und die rechtliche Verantwortung als aktive Momente in technischen Prozessen verwirklicht sehen. Als handlungsorientierende bzw. handlungsregelnde Konzepte geben sie jedoch kaum Auskunft über die Art und Weise sowie den Inhalt der notwendigen theoretischen bzw. wissensmäßigen Grundlegung von Techniksteuerung, ohne die weder sinnvolles moralisches noch rechtlich begründetes Handeln denkbar ist.

/15/ vgl. hierzu: Ropohl, G.: Thesen zur ethischen und politischen Techniksteuerung

Weiterführende konzeptionelle Überlegungen

Mit der hier vorliegenden Studie wird beabsichtigt, zur allgemeinen theoretischen und methodischen Grundlegung von Techniksteuerung beizutragen. Technology Assessment wird deshalb unter methodologischem Gesichtspunkt analysiert, weil dieser Untersuchungsaspekt auch den Zugang zur theoretischen Grundlegung zu schaffen vermag. Es ist dies neben Bewertung (i.e.S.) und Institutionalisierung der dritte wichtige Eckpunkt jedweder Konzeption. Verallgemeinerungen werden deshalb auf der Ebene einer *Wirkungsstruktur- und Methodenverwendungsanalyse* begründet.

Reflektiert wird auf einen theoretischen Ansatz, welcher *Techniksteuerung als Resultat einer wissenschaftlich fundierten Technikfolgenforschung* ermöglicht. Dies erfordert eine komplexitätsadäquate Technikwirkungsanalyse, die der Entwicklung technischer Sachsysteme immanent sein muß. (Die Entwicklung technischer Sachsysteme versteht sich als Einheit von technikwissenschaftlicher Grundlagen- und angewandter Forschung.) Grundgedanke einer komplexitätsadäquaten Technikwirkungsbeschreibung sind Kontrollierbarkeit und Entwickelbarkeit "quasi-linearer" Wirkungsketten bei technischen Prozessen in deren multidimensionalen Bestimmtheit. Die dadurch zu schaffende methodische Transparenz eines technikdeterminierten jedoch zugleich technikübergreifenden technikwissenschaftlichen Forschungsprozesses sowie die damit verbundene *relative* "Einfachheit" einer solchen in der Konsequenz ganzheitlichen Forschung, könnten Basis eines auch für die Industrie akzeptablen Gesamtkonzeptes von Technology Assessment sein.

Technikentwicklung wäre damit nicht mehr nur als "nichtnatürliche Synthese von Naturwirkungen" /16/ zu begreifen und zu betreiben, sondern es wären zugleich, die aus der (sozial determinierten) Wirkungssynthese erwachsenden (technisch bedingten), aber technikübergreifenden Wirkungen zu ermitteln und damit zur Entscheidungsgrundlage zu erheben. Begrifflich ließe sich eine solche Vorgehensweise in Näherung als (probleminduzierte /17/) innovative Technikbewertung (VDI 3780) bezeichnen, wobei das theoretisch-methodische Prinzip dieses Konzeptes erst zu entwickeln ist.

Für ein theoretisch fundiertes und damit auch sicher handhabbares Technology Assessment ist eine differenzierte Aufklärung der Untersuchungsmethodik wesentliche Grundlage. Die Notwendigkeit entsprechender methodischer Untersuchungen folgt aus

/16/ vgl. hierzu: Zimmermann, V.: Philosophische Untersuchungen zu Inhalt, Struktur und Funktion technikwissenschaftlicher Theorien, insbesondere Abschnitt 2.3.

/17/ Die Termini **probleminduziert** und **technikinduziert** sind bezüglich ihrer inhaltlichen Bestimmung zumindest irreführend, da diese beiden Begriffe Metaebene (problem-) und Objektebene (technik-) miteinander in Beziehung setzen, was eine eindeutig klassifizierende Zuordnung von Sachverhalten im Prinzip unmöglich macht. Treffender und in der Orientierung klarer wäre beispielsweise zu unterscheiden, indem von sozial- oder **technikinduziert** gesprochen würde.

dem Bemühen, eine hohe Ergebnissicherheit und eine gleichermaßen hohe Forschungseffizienz zu erzielen. Dabei geht es zunächst nicht um Methoden im engeren Sinne. Wichtig ist es, methodische Klarheit und Bewußtheit zu entwickeln, die der Problemsituation des Technology Assessment adäquat ist.

Soll Technology Assessment darüber hinaus in Technikfolgenforschung überführt werden, dann müssen einem solchen Forschungsprozeß immer auch wissenschaftliche Methoden zugrunde liegen, weil wissenschaftliche Arbeit - *entsprechend ihrer theoretischen Bestimmung* - eben stets auch methodische Arbeit ist. Daraus ergibt sich jedoch hinsichtlich der methodischen Besonderheiten des Technology Assessment ein Konkretisierungserfordernis.

Alle methodisch orientierten Fragestellungen werden durch ein theoretisches und ein forschungspraktisches Interesse am Erkenntnisrahmen und an den Erkenntniszusammenhängen von Interdisziplinarität bei Technology Assessment mitgetragen, da interdisziplinäres Arbeiten für diesen Bereich sicher auch konstitutiv ist. Es ist deshalb zu prüfen, inwieweit ein methodisch spezifiziertes Vorgehen und inwieweit interdisziplinäres Arbeiten bei Technology Assessment zur Entwicklung eines gegenstandsgeprägten theoretischen "Rahmens" für die Behandlung dieser Erkenntnisprobleme führen.

Wegen des logischen Zusammenhanges von Theorie und Methode ist eine methodologische Analyse von Technology Assessment notwendig mit der Erweiterung der Erkenntnisse über deren theoretische Struktur verknüpft. Das heißt, weil theoretischer Status und methodologische Bestimmung des Technology Assessment korrelative Charakteristika sind, drückt die methodische Unbestimmtheit zugleich das Fehlen eines theoretischen Konzeptes für Technology Assessment aus (Technology Assessment wird deshalb oft auch als "theorielose Forschung" bezeichnet). Der Zustand der "Theorielosigkeit" /18/ wird im allgemeinen durch die Aussage belegt, Technikfolgenabschätzung sei inter- oder multidisziplinär angelegt und werde deshalb stets themenspezifisch neuorientiert und organisiert, was zu einer jeweils anderen Aufgaben- und Problemstruktur führen müsse. Eine übergreifende Forschungsmethode könne deshalb nicht existieren oder existiere deshalb (noch) nicht.

Unabhängig vom disziplinübergreifenden Charakter des Technology Assessment gibt es vermutlich problemgeprägte methodische Strukturen und Prozesse, die aus der Konzentration der Forschung auf den jeweils typischen Gegenstand der Technikfol-

/18/ Mögliche theoretische Konzepte des Technology Assessment können auf verschiedenen Ebenen existieren. Erstens müssen *praktikable Technikfolgenforschungskonzepte* unterhalb der Ebene (des Abstraktionsniveaus) einer "Theorie der Technik" angesiedelt sein, während zweitens jedes *umfassende System von Technikforschung* eigentlich Bestandteil einer "Theorie der Technik" sein müßte. Diese Dualität wird sich vermutlich in verschieden abstrakten Theorien widerspiegeln.

genabschätzung resultieren. Das damit verbundene komplexe Zustandsfeld von Interdisziplinarität, Methodik und Theorieentwicklung bedarf der Analyse.

Einem systematisch betriebenen Technology Assessment hat letztlich ein Forschungsprozeß zugrunde zu liegen, der sich durch eine integrierende theoretische Basis auszeichnen muß, die die unterschiedlichen Zielsetzungen und Konzepte einheitlich und möglichst im technikwissenschaftlichen Forschungsprozeß immanent zu bearbeiten gestattet. Zur theoretischen Grundlegung eines das Technology Assessment tragenden Forschungsprozesses beizutragen, ist ein Ziel der vorliegenden Studie.

III. Der wissenschaftliche Hintergrund des Technology Assessment - Problemabriß

3.1. Aspekte und Probleme einer theoretischen Verortung

Zu den theoretischen Grundlagen, die das Erkenntnis- und Untersuchungsfeld des Technology Assessment betreffen, zählen all jene Wissensbestandteile, die einen dem spezifischen Objektbereich des Untersuchungsfeldes entsprechenden wissenschaftlich fundierten Zugang ermöglichen. Allen bisherigen Erfahrungen entsprechend handelt es sich dabei um eine sehr heterogene theoretische Basis, die inhaltlich und theoretisch-strukturell hochdifferenziert ist.

Ausschließlich zur Darstellung der Problemfülle ist die nachfolgende kurze Erörterung bestimmt. Dabei wird versucht, eine möglichst komplexe Problemsicht zu ermöglichen, ohne daß vorliegende Studie auf alle aufgeworfenen Sachfragen Bezug zu nehmen beabsichtigt.

Während der *Objektbereich* von Technology Assessment mit hoher Wahrscheinlichkeit immer nur themenkonkret zu fixieren ist - ihm müssen alle das jeweilige Problem betreffende Sachverhalte in deren problemrelevanten Ausschnitt zugeordnet werden - ist der theoretische Umfang eines möglichen wissenschaftlichen *Gegenstandes* von Technology Assessment eher festzuschreiben. Dies resultiert aus der Tatsache, daß der wissenschaftliche Gegenstand durch wiederkehrende Erkenntnisserfordernisse geprägt wird, zu denen die *Funktions- und Wirkungsanalyse* sowie die *Problem- und Komplexitätsbewältigung* gehören.

Zum erstgenannten Bereich der *Funktions- und Wirkungsanalyse* gehört, alle Wirkungen und Nebenwirkungen von Technik erkenntnismäßig zu erschließen. Das heißt, es ist der überschaubare Teil des Outputs der Technik mit der "gesamten" Umgebung des Technischen zu konfrontieren und auf mögliche Wechselwirkungen hin zu untersuchen. Diese Aufgabe verknüpft die Funktionsanalyse mit der Wirkungsantizipation, die immer auch die Kenntnis der Wirkungsschnittstellen /19/ voraussetzt. Trotz der zunächst hier angenommenen Linearität des Ursache-Wirkungs-Gefüges entsteht eine besondere *Problemsituation*, die durch das Erfordernis des Erschließens *aller* Wirkungsschnittstellen charakterisiert ist.

Die besondere Problematik resultiert zum einen aus der *Vielzahl der Wechselwirkungsmöglichkeiten*. Dieses Möglichkeitsfeld von Wirkungen überhaupt zu erfassen und in diesem Prozeß zugleich die Differenziertheit der Umgebung des technischen

/19/ Unter **Wirkungsschnittstellen** werden jene Bereiche verstanden, bei denen eine Wechselwirkung mit jeweils anderen Funktionen und Prozessen zustande kommt.

Systems theoretisch und metatheoretisch erschließen zu müssen, ist ein gegenstandsprägendes und zugleich besonders geartetes methodisches Problem von Technology Assessment. Eine wesentliche Besonderheit besteht dabei darin, einen Gegenstandsbereich entwickeln zu müssen, der Objekt- und Metaebene von jeweils verschiedenen Objektbereichen (Koppelung disziplinären Wissens) in spezifischer Weise in sich vereint.

Zum anderen verursacht die Heterogenität der Systemumgebung der Technik theoretische und methodische Probleme, weil die disziplinäre Struktur der Wissenschaften stets nur die in den Disziplinen erfaßten Wechselwirkungen wissenschaftlich fundiert zu erfassen gestattet. In den Technikwissenschaften zeigt sich dies darin, daß dem Ingenieur die Technik seines Objektbereiches in seiner Funktionalität zwar wohlbekannt ist, daß selbige Technik aber im Bereich ihrer extrafunktionalen Wirkungen häufig nur durch den "zuständigen" Vertreter der jeweiligen Fachdisziplin aufklärbar ist. Umgekehrt jedoch sind für die Vertreter der einzelnen nichttechnischen Fachdisziplinen technische Kausalbeziehungen häufig unbekannt. Insofern wird eine *disziplinübergreifende Wissens- und Denkstruktur* erforderlich, die ihrerseits eine elementare *individuelle* und insofern *subjektgebundene* Erkenntnisvoraussetzung ist. Damit dehnt sich die oben beschriebene Problemsituation auf die Subjektebene aus, wo sie sich zugleich als fachinternes und fachexternes /20/ Kommunikationsproblem darstellt.

Die methodisch-strukturelle Prägung eines wissenschaftlichen Gegenstandes von Technology Assessment folgt zu einem wesentlichen Teil aus der *spezifischen Art und Weise der Technikanalyse*, die alle Ebenen der Wirkungen, der Wirkungsmechanismen und des Wirkungsraumes von Technik systematisch erfassen muß. Sie folgt zugleich aus bestimmten *Eigenschaften des Technischen*, die für das Wirkungsverhalten möglicherweise typisch sind. Nachfolgend werden einige dieser Aspekte aufgeführt.

A) Ein großer Teil technischer Prozesse ist in seinen Wirkungen (zunächst) *linear-kausal*. Dies folgt primär aus dem funktionalen Zweck von Technik, nämlich durch eine *definierte Ursache* eine *definierte Wirkung* zu erzielen. Dabei gilt dieser deterministische Zusammenhang in gleicher Weise für technikinterne, technikextern-funktionale und technikextern-periphere Ursache - Wirkungsbeziehungen. Komplexer, aber strukturell unverändert sind diese linear kausalen Beziehungen

/20/ Die Begriffe "fachintern" und "fachextern" verweisen auf zwei Ebenen innerwissenschaftlicher Kommunikationsprobleme. "Fachinterne" Kommunikationsprobleme resultieren aus den verschiedenen disziplinären theoretischen Ebenen, die nicht von jedem Fachvertreter gleichermaßen beherrscht werden können. Der Terminus "fachextern" bedarf sicher keiner Erklärung.

aber auch außerhalb ihrer Primärwirkungen, wo Verzweigungen und Rückkopplungen hinzu kommen. Dennoch sind die Primärwirkungen wohl die intensivsten, so daß sich durch ihre Kenntnis bereits ein sehr großer Teil direkter Technikfolgen antizipieren läßt.

- B) Die linearen Wirkungen der Technik werden jedoch durch gesellschaftliche und/oder individuelle Techniknutzung einer partiellen Wirkungsveränderung unterworfen. Technische Funktionen werden durch sozial determinierte Verwendung zu *soziotechnischen Prozessen* /21/. Dies betrifft den sozial bedingten Gebrauch von Technik, der primär auf die *Dimension* der technischen Wirkungen Einfluß ausübt, der aber auch die Verwendungsvielfalt mit zu bestimmen vermag. (Bleiben technische Einzelwirkungen unbedenklich, kann der massenhafte Gebrauch durchaus Naturgleichgewichte stören.) Dennoch erscheint auch dieser Wirkungszusammenhang innerhalb von Technikfolgenabschätzung einer zumindest statistischen Wirkungsantizipation zugänglich, da der soziale Umgang mit Technik in bestimmten Grenzen und in einem bestimmten Zeithorizont durchaus kalkulierbar und modellierbar ist.

Entwicklung und Funktion aller Technik beruhen auf der Kenntnis und der Anwendung der technisch nutzbaren Naturwechselwirkungen. Diese sind in der Technik vergegenständlicht. Demzufolge sind auch alle sonstigen Primärwirkungen technischer Strukturen in jedem technischen Objekt ursächlich angelegt und insofern von da aus auch erschließbar, da das technische Objekt Ausdruck und "Keim" des Wechselwirkungsgeschehens ist. Selbst die *Wirkungen der Verwendungsweisen* von Technik, die selbst nur schwer vorhersagbar sind, lassen sich zumindest partiell durch eine Möglichkeitsfeldanalyse des technischen Wirkungsraumes modellieren. In der Konsequenz dieses Sachverhaltes muß man Technology Assessment letztlich in den Gesamtprozeß technikwissenschaftlicher Erkenntnis einordnen und selbige in ihrer Ganzheit als *Technikwirkungsforschung* begreifen. Die *Wirkungsanalyse der Technik* ist deshalb ein grundlegender Ansatzpunkt von Technology Assessment, da mit dieser Art der Analyse das reale "technische System" als Erkenntnisbasis und "*Erkenntnisknoten*" anerkannt wird. Der erforderliche Analyseprozeß läßt sich drei technikwissenschaftlichen Erkenntnisebenen zuordnen.

(1) Die technikorientierte Naturanalyse

Hier werden Naturzusammenhänge aufgedeckt, die für die technische Nutzung von besonderer Relevanz sind. Dieser Bereich der Forschung kann Nutzungsaspekte

/21/ vgl. hierzu: Ropohl, G.: Eine Systemtheorie der Technik, S. 180 ff

zufällig oder auch gezielt erschließen. Resultat ist die solide Kenntnis von Natureffekten.

(2) *Die Techniksynthese*

Das durch Technik zu erreichende Wirkungsziel wird durch Wirkungskombination, also durch die Kombination von Natureffekten auf synthetischem Wege antizipiert. Dieser Teil des Erkenntnisprozesses beinhaltet also die nichtnatürliche Kombination natürlicher Wechselwirkungen. Er endet mit der technischen Vergegenständlichung des Wirkungszieles /22/.

(3) *Die naturorientierte Technikanalyse*

Der durch Wirkungskombination geschaffene neue technische Wirkungsraum wird zum Gegenstand einer naturorientierten Wirkungsanalyse der Technik. Dabei ist der "Rohzustand" der Wirkungssynthese - *die technisch relevante Kombination von Naturwirkungen* - Ausgangspunkt eines iterativen *Techniksynthese - Naturwirkungsanalyse - Prozesses*. Dieser muß ein Kernprozeß einer auf Primärwirkung orientierten Technikfolgenabschätzung, die Bestandteil und logische Fortsetzung technischer Inventionsprozesse ist, sein. Aus dieser Wirkungsanalyse von Technik ist auch eine Systemstrukturanalyse der Wirkungen abzuleiten und damit ein Übergang zur Analyse des systemischen Verhaltens zu schaffen.

Der zweite Bestimmungsfaktor eines wissenschaftlichen Gegenstandes von Technikfolgenabschätzung umfaßt die *Problem- und Komplexitätsbewältigung*. Hierzu gehört die Untersuchung der Wechselwirkungen technischer Systeme in ihrem Status als *Subsysteme* technikübergreifender Strukturen (hierarchischer oder struktureller Aspekt). Kennzeichnend ist hierfür die Schwierigkeit, die durch Wirkung, Gegenwirkung, Rückwirkung und Nebenwirkung drastisch wachsende *Komplexität des Verhaltens* der Technik im wirkungsdefinierten Objektbereich erfassen zu müssen. Systemorientierte Wirkungsanalyse ist immer auch mit der theoretisch begründeten Bestimmung des zu untersuchenden Wirkungsraumes und insofern mit der Systembestimmung (das zu untersuchende System ist nicht gegeben, es muß sinnvoll definiert werden!) verbunden. Da Technology Assessment auf dieser Ebene Systemanalyse, Systemkonstruktion und Systemprognose zugleich sein muß, muß sich auch Forschungsprozeß dieser Art systemtheoretischer Betrachtungen bedienen, um sich dem Phänomen und Kernproblem der "*Komplexitätsbewältigung*" zuwenden zu können.

Generell ist man dabei gleichzeitig mit zwei Systemen konfrontiert, deren Wirkungs- und Verflechtungskomplexität zu erfassen ist. Es handelt sich hierbei um jene Komplexitäten, die zum einen dem existierenden technischen System eigen sind

/22/ vgl. hierzu: Zimmermann, V.: Philosophische Untersuchungen zu Inhalt, Struktur und Funktion technikwissenschaftlicher Theorien, Kapitel 2

(wirkliche Komplexität) und es handelt sich zum anderen um Komplexitäten, die zwingend im Prozeß der theoretischen Abbildung entstehen (Komplexität der theoretischen Abbildung) und die dem zur Erklärung entwickelten theoretischen System zuzuordnen sind.

Technology Assessment als Systemanalyse und Komplexitätsbewältigung zu begreifen und zu betreiben, macht eine spezifische Erkenntnissituation deutlich, die von prinzipieller theoretischer und methodischer Relevanz ist. Dies ist nicht nur deshalb bedeutsam, weil die notwendige Zurückführung der Komplexitätsanalyse auf Systemanalyse und die Zurückführung der Systemanalyse auf Wechselwirkungsanalyse nicht von der zu analysierenden Komplexität abstrahieren darf, d.h. es darf nicht reduktionistisch abstrahiert werden, sondern weil Komplexität nur sinnvoll im Rahmen eines "Technikfolgenforschungs-Konzeptes" bewältigt werden kann.

Die methodisch-strukturelle Prägung eines wissenschaftlichen Gegenstandes von Technology Assessment resultiert also auch aus der Spezifik der *Systemanalyse von Technik*, die systemische Strukturen erfassen, gestalten und bewältigen muß.

Verschiedene theoretische Aspekte, die für die systembedingte strukturelle Prägung des Gegenstandsteilbereiches "*Systemanalyse und Komplexitätsbewältigung*" von Technology Assessment relevant sind, werden nachfolgend dargestellt, wobei deren Wertigkeit durchaus unterschiedlich ist und eine komplexe Aufarbeitung im Rahmen dieser Studie nicht zu leisten ist.

A) Grundsätzlich bedeutsam ist es, die mittelbaren (über technische und/oder natürliche Objekte vielfach vermittelte) und indirekten Wirkungen der Technik zu erfassen. Sie führen entweder zu *Akkumulationseffekten* mit (un-)bekannter Wirkungsdynamik oder zu *Systemeffekten* (Rückkoppelung, Überlagerung, Verstärkung, ...), die von "Gleichgewichtsstörungen" bis zu "chaotischen" Verhältnissen reichen können. Bei diesen Betrachtungen begibt man sich in Bereiche komplexen Systemverhaltens und der Nichtlinearität. Technik wird hierbei als Subsystem technikübergreifender Strukturen bewertet und hinsichtlich möglicher Systemzukünfte zu untersuchen sein.

B) Sofern technische Systeme strukturstabil sind, über nur sehr wenige Schnittstellen verfügen und außerhalb ihrer Wirkung keine Freiheitsgrade haben, kann man davon ausgehen, daß sie auch bei Störungen in ihren "Normalzustand" zurückkehren bzw. zurückgebracht werden können (man kann von einer asymptotischen Vorhersagbarkeit sprechen). Dies ist m.E. bei den meisten bisher entwickelten

technischen Systemen der Fall, sofern sie relativ isoliert genutzt werden. Erst mit der *Vernetzung der Technik*, ihrer massenhaften Integration in natürliche und soziale Systeme erwächst die Gefahr, daß wohlgeordnete technische Strukturen zur Auslösung außertechnischer "chaotischer Zustände" führen können. Letzteres ist im Prinzip unvermeidbar, da Technik um ihres Effektes willen subsystemarer Bestandteil natürlicher und sozialer Systeme sein muß. Technik ist Teil der menschlichen Existenz und insofern nicht nur Verstärkung menschlicher Kräfte, sondern auch Verstärkung des "Störfaktors sozialer Mensch" im Regelkreis rückgekoppelter Naturprozesse. Dieser Sachverhalt charakterisiert eine objektive Divergenz zwischen Menschheitsentwicklung und Naturentwicklung /23/. Systemtheoretisch ausgedrückt, werden durch die Entwicklung der Menschheit die systemaren Wechselwirkungen natürlicher und sozialer Prozesse durch zusätzliche Kopplungen komplizierter und komplexer. Natur und Gesellschaft werden mit einer sozial erzeugten "Gegennatur" /24/ konfrontiert, die naturmöglich und naturfremd zugleich ist.

Chaotische Zustände infolge hoher Komplexitäten lassen sich ursächlich nur durch *Komplexitätsreduktion* vermeiden. Dies wird dann möglich, wenn technische Systeme mit nur wenigen Schnittstellen in Natursysteme "eingebaut" werden. Das heißt, es sind technische Strukturen zu schaffen, die als fast geschlossene Systeme der Natur nahezu isoliert gegenüberstehen (geschlossene Stoffkreisläufe; Wirkungsgrad nahe 1; Input und Output sind stoffgleich; ...).

- C) Zur Begrenzung der Systemgröße ist es möglich, technische Strukturen vorrangig in ihren *naturbezogenen Systemwirkungen zu antizipieren*. Berechtigt ist diese eingrenzende Konzentration auf die Koppelungen "Technik - Natur" deshalb, weil soziale Systeme objektiv selbst "Störfaktor" natürlicher Systeme sind. (Die Sozialisation des Menschen entfremdet ihn der Natur.) Außerdem schließen soziale Strukturen Technisches ein, sie sind technikgeprägt und ohne Technik undenkbar. Eine aus sozialer Zielbestimmung vorgenommene Technikentwicklung kann sich letztlich nur auf den Erhalt natürlicher Systeme konzentrieren, wozu ja auch die natürlichen Existenzbedingungen des Menschen gehören (soziale Systeme werden insofern indirekt erfaßt). Eine aus diesem Kontext herausgelöste und vollständig isolierte Prognose technisch bedingter Wirkungen auf Soziales könnte im Prinzip zur Grundlegung eines letztlich unlösbaren Erkenntniszustandes führen. Erstens,

/23/ Unzweifelhaft würde es nach einer Dominanz technischer Systeme - beispielsweise durch das Auslösen eines chaotischen Gesamtzustandes - durch Rückkoppelung eine Rückkehr zu stabilen (neuen) natürlichen Systemwechselwirkungen geben, nur könnte dies die Existenz der Menschheit bereits in Frage gestellt haben.

/24/ vgl. hierzu: Ropohl, G.: Technologische Aufklärung, Kapitel 3

weil eine solche Wirkungsprognose nur dann von Nutzen wäre, wenn zugleich eine Bewertung (i.e.S.) vorgenommen würde. Dies hieße aber, daß Wertvorstellungen prognostiziert werden müßten, was unter entwicklungstheoretischem Gesichtspunkt ausgeschlossen ist. Zweitens, weil damit Wertvorstellungen der Gegenwart in unzulässiger Weise technische Entwicklungen beeinflussen würden, die ihrerseits tragendes Moment der Menschheitsentwicklung sind. Wertprojektion könnte den Effekt einer negativ wirkenden self fulfilling prophecy haben.

D) Technische Systementwicklung ist immer mit der *Isolation* determinierter Naturprozesse von anderen Naturprozessen verbunden. Diese Isolation ist die Voraussetzung für ein neuartiges Zusammenwirken von "isolierter Natur" (Technik) und "freier Natur" zur Gestaltung der "freien" Natur. Diese angestrebte neuartige Gemeinsamkeit ist nur durch Isolation möglich, obgleich diese durch den Menschen erzeugte Isolation mit ständiger Attraktion /25/ verbunden ist. Man kann deshalb davon ausgehen, daß in den technischen Systemen Attraktoren existieren, die ein zurück zu einem Naturzustand nahezu permanent erfordern. Allein das durch den Menschen geschaffene Bedingungsgefüge /26/ vermag dies (zeitweilig) zu verhindern. Wird ein solches Bedingungsgefüge durchbrochen, dann kann dies zur ungeordneten Wiederherstellung von Naturzuständen führen (die nicht selten als Katastrophen auftreten). Auf der Ebene der Entwicklung von Technik wäre deshalb anzustreben, Attraktoren in technische Systeme "einzubauen". Damit könnte erreicht werden, daß der Verlust von Existenz und Funktion bei technischen Systemen grundsätzlich nur zum Übergang in einen günstigen Zustand möglich ist, der sich in Naturkreisläufe einordnet. Zugleich wäre die Möglichkeit zu schaffen, Technik so zu gestalten, daß sie auch bei Störungen im Bedingungsgefüge nahezu "automatisch" in einen relativ stabilen Systemzustand zurückkehrt. Attraktoren könnten auf diese Weise einen "Störfallschutz" bewirken, wenn der funktionale Zustand zugleich als ein besonders günstiger Systemzustand (energetisch, informationell, ...) konzipiert wäre. Um derartiges zu erreichen, sind multistabile technische Systeme zu entwickeln, die die eigenen Funktions- und Existenzrisiken durch Systemintelligenz kompensieren. In letzter Konsequenz würde ein solches Technikkonzept dazu führen, daß nur zwei Zustände technischen Verhaltens möglich sind: Funktion - Neutralisation. *Dies jedoch wäre ein spezielles Entwicklungsziel für zukünftige Technik.*

/25/ vgl. hierzu: Binnig, G.: Die Geheimnisse der Kreativität; in: Bild der Wissenschaft, Heft 3/1990, S. 96 - 104

/26/ vgl. hierzu: Zimmermann, V.: Philosophische Untersuchungen zu Inhalt, Struktur und Funktion technikwissenschaftlicher Theorien, insbesondere Abschnitt 2.2.

Technikfolgenabschätzung, die auf dieser zweiten Ebene eine ganz spezifische Form von Komplexitätsbewältigung verkörpern muß, ist ohne Zweifel dann am wirksamsten, wenn Technik infolge gewonnener Forschungsergebnisse bereits *folgenarm* (geschlossene Stoffkreisläufe, geringe externe Komplexität,...) konzipiert wird. Schwer zu erfassende und zu beherrschende Wirkungskomplexität könnte so in ihrer Entstehung vermieden oder reduziert werden /27/. Die Resultate einer solchen Forschung sind dann notwendig vergegenständlichter Bestandteil der technischen Hardware, die sich eben dann durch reduzierte Komplexität auszeichnet. Das Bemühen um Komplexitätsreduktion hat dabei sowohl eine interne als auch eine externe Komponente (*interne Komplexität - funktional-strukturelle Komplexität des technischen Systems / externe Komplexität - funktionale Wirkungskomplexität des technischen Systems*). Während die interne Komplexität technischer Systeme tendenziell eher zunimmt, wird die externe Komplexität zu reduzieren sein, was letztlich nur infolge der Zunahme der internen Komplexität möglich ist. Gerade was das angeht, sind Besonderheiten der Objekt- und der Metaebene sehr eng miteinander verbunden. (Die Reduktion gegenständlicher Komplexität fußt auf dem Anwachsen ideeller Komplexität.)

Die *theoretische Reflexion* der Komplexität technischer Systeme ist auch mit Aspekten der *Zufalls- und Chaosforschung* verknüpft, weil wachsende Systemgröße mit zunehmender *Verhaltenswahrscheinlichkeit* verbunden ist. Dies gilt vor allem für technische Gesamtsystemanalysen, bei denen bereits die Gewinnung eines eindeutigen adäquaten Abbildes von strukturstabilen Systemen (sich nicht entwickelnden Systemen) mit den heutigen theoretischen Mitteln zu Abbildstrukturen führen würde, die komplexer wären als die Originalstrukturen des zu erfassenden Objektes. Noch problematischer ist die darüber hinausgehende Antizipation der Zukunft eines Systems mit freiem Elementverhalten. Solche Systemprognosen sind mit der zusätzlichen Schwierigkeit der zufallsbedingten Verhaltensunbestimmtheit /28/ verbunden, die letztlich auch nichtlineares Verhalten einschließen.

Die hohe Komplexität des Entwurfs von Technik und die der Technikwirkungen zwingt Technology Assessment stets zur *elementbegründeten Komplexitätsanalyse*. Da

/27/ vgl. hierzu: Bechmann, G.: Risiko als Schlüsselkategorie der Gesellschaftstheorie, S. 223

/28/ Diese grundsätzlichen Schwierigkeiten erklären, weshalb systembezogene Detailprognosen immer nur Wahrscheinlichkeitsaussagen sein können. Dies schmälert jedoch nicht deren Erkenntniswert, nur muß Technology Assessment auf die Koordination von zwei Erkenntnisebenen zurückgreifen. Dies ist zum einen die Systemebene, die Auskunft über das "Gesamtverhalten" geben muß und dies ist zum anderen die Objekt- oder Elementebene, die allein Erklärungen für Notwendigkeit und Möglichkeit von Elementarprozessen zu liefern vermag. Eine Möglichkeitsfeldanalyse kann zugleich Auskunft über die Wahrscheinlichkeit des Elementverhaltens geben, womit auch das Probabilistikproblem zu lösen wäre.

Komplexität immer auch Ausdruck systemischen Verhaltens ist, bietet sich die *Systemtheorie als Analyseinstrument* komplexer Zustände an, wobei beide Komponenten der Systemtheorie von Relevanz sind:

- die *Synergetik* als Theorie der Bildung von Systemen (ohne äußere Eingriffe) und
- die *Kybernetik* als Theorie der Steuerung und Regulation von Systemen;

Erkenntnistragender Aspekt der Anwendung systemtheoretischer Betrachtungen bei Technikfolgenabschätzungen ist stets jedoch die unbedingte Verknüpfung von disziplinärem Wissen mit metatheoretischem Wissen. Obgleich Technology Assessment inter-, multi- oder transdisziplinär angelegt ist, um die Analyse des vieldimensionalen Verhaltens der Untersuchungsobjekte betreiben zu können, wird dennoch jedes Untersuchungsobjekt unvermeidlich *disziplinär "zerlegt"*. Diese disziplinäre Analyse ist eine unverzichtbare (durch die Forschungslogik begründete) Form, um die inneren Zusammenhänge eines Sachverhaltes zu ergründen. Damit wird zwar einerseits elementbezogenen Wirkungserkenntnis ermöglicht, andererseits aber Systemerkenntnis erschwert, weil Aspekte der Verwobenheit durch das selektiv-analytische Vorgehen vernachlässigt werden. Dies ist zugleich auch ein zentrales methodologisches Problem, weil systemtheoretische Betrachtungen das Elementgeschehen in anderer Weise aufschließen, als dies disziplinäre Betrachtungen tun. Umgekehrt geben elementbezogene disziplinäre Untersuchungen kaum Aufschluß über das Systemverhalten, so daß besonders diese verschiedenen Ebenen der systemorientierten Elementbetrachtung zu verbinden sind.

Obgleich Forschungsprozesse immer *Problemlöseprozesse* sind, ist die Art der Problemlösung durchaus verschieden. Traditionell korrelieren Technikplanung und Forschungsplanung dergestalt, daß "geplante Technik" geplant erforscht wird. Wenn jedoch zukünftige technische Systemzustände nur sehr unscharf planbar sind, dann unterliegt auch der zugehörige Forschungsprozeß der gleichen *Zielunschärfe*. Forschung zu Technikfolgen entzieht sich einer herkömmlichen Forschungsplanung, die häufig durch exakt bestimmte *Zielparameter* geführt wird. Dafür gibt es Eckpunkte eines Zielsystems (z.B. technische, ökonomische, ökologische, soziale Faktoren), innerhalb dessen die Teilziele durch Optimierung erst im Verlaufe des Erkenntnisprozesses genauer bestimmbar werden. Die Forschungszielbestimmtheit wächst also mit dem Erkenntnisgewinn, wobei diese Art der Zielfixierung immer auch eine relative Zielzufälligkeit einschließt. Damit deutet sich an, daß Forschungen im Rahmen von Technology Assessment einem *synergetischen Prozeß* ähnlich sind, da unscharfe Ziele durch eine "quasi" Selbstorganisation der Wissenssysteme in relativer Gleichzeitigkeit

zu den Erkenntnisresultaten gefunden werden. Ein so gearteter Forschungsprozeß entspräche auch dem systemischen Realverhalten der Technik, das sich gerade im Bereich der Nichtlinearität als synergetischer Prozeß darstellen kann.

Dies erlaubt die *Hypothese*, daß Technology Assessment als synergetischer Prozeß verlaufen und insofern die *theoretische Entsprechung* ("Abbildung") eines synergetischen Realprozesses sein könnte. Damit würde auf diesem Wege technisches Systemverhalten in besonderer Weise antizipiert ohne im herkömmlichen Verständnis abgebildet zu werden. Wäre dem so, gäbe es eine relative Identität zwischen Systemerkenntnis und technischem Systemverhalten - eine Situation, die möglicherweise erhebliche Erkenntnisvorteile gerade bei der Untersuchung (z.B. Computersimulation) großer Systeme brächte. Unklar ist hierbei jedoch, inwieweit zwischen den Prozessen der Selbstentwicklung im Bereich der Objektebene und der Metaebene überhaupt Abbildungstreue besteht bzw. erzielt werden kann.

3.2. Methoden und Konzepte - Eckpunkte der methodischen Bestimmung

Obleich allein die heterogene Wissensstruktur, die durch den Objektbereich der jeweiligen Technology-Assessment-Aufgabe induziert wird, Systematisierungskonzepte erfordert, mangelt es bisher an entsprechender theoretischer Vorarbeit. Theoretische Konzepte und zuordenbare wissenschaftliche Erkenntnismethoden, die im engeren Sinne eine forschungskonzeptionelle Grundlage für Technology Assessment bilden müßten, existieren bisher kaum. Deshalb steht sicher auch eine methodologisch begründete Forschungskonzeption zur wissenschaftlichen Arbeit im Problemfeld des Technology Assessment aus. Alle in der Literatur ausgewiesenen theoretischen Bemühungen um Technology Assessment konzentrieren sich auf die Darstellung, die Entwicklung oder die Anpassung von in ihrer Gesamtheit heterogenen (Einzel-) *Methoden*. Diesen dem Technology Assessment zugeordneten Methoden werden auch komplexe Schemata und Schrittfolgen zugerechnet, die den Gesamtprozeß einer Assessment-Aufgabe "methodisch" leiten sollen. Verschiedene Autoren /*Böhret, Huisinga, Paschen*/ haben ein "Arsenal" von subordinierten Methoden, die bei Technikfolgenforschungen Verwendung finden (sollen), zusammengestellt und damit zunächst eine Menge von Methoden erfaßt, die zur theoretischen Bewältigung von komplexen Technology-Assessment-Problemen geeignet erscheinen und bisher Verwendung fanden. Inwieweit dies jedoch ein für Technikfolgenabschätzung typisches "Standardinstrumentarium" ist, muß geprüft werden, da die meisten der ausgewiesenen Methoden nicht durch bzw. für Technikfolgenabschätzung ersonnen wurden.

Die Beurteilung und Klassifizierung von Methoden ist immer an ein *Methodenverständnis* gebunden. Ich beziehe mich hier auf die Sichtweise von Müller /29/, der Methode als eine "Menge von Vorschriften, deren Ausführung den Vollzug einer als zweckmäßig erachteten Operationsfolge unter gegebenen Bedingungen hinreichend sicherstellt", bestimmt. Zugleich unterscheidet Müller die Methoden in *Algorithmische Methoden* (Algorithmus) und *Heuristische Methoden* (Heurismus). Bei einem Algorithmus steht eine endliche geordnete Menge von Vorschriften zur Verfügung, deren adäquate Anwendung sicher zum Ergebnis führt. Algorithmen dieser Art sind insofern typisches Kennzeichen der Lösung von Aufgaben. Ein Heurismus ist ebenfalls eine Menge von Vorschriften, die die Ergebniserreichung effektivieren, jedoch nicht garantieren bzw. sichern. Heurismen finden hauptsächlich bei der Problemlösung Anwendung /30/.

Für die algorithmischen Methoden erscheint es sinnvoll und möglich, diese begrifflich schärfer zu fassen. Ich gehe deshalb davon aus, daß man dann von algorithmischen Methoden sprechen sollte, wenn zur Lösung einer Aufgabe eine *logisch zwingende "Wenn-Dann-Handlungsfolge"* gegeben ist. Das Ausführen jeder der ausgewiesenen Operationen bzw. Teilschritte in der angegebenen Reihenfolge führt mit Notwendigkeit zum Erfolg.

Methoden können ihrerseits verschieden dargestellt werden. Müller verweist hier auf vier *Formen der Formulierung* von Methoden. Methoden in Form des *Programmablaufs*, der *Schablone*, des *Prinzips* und des rechnerintegrierten *Dialogs*.

Für eine methodologische Untersuchung von Forschungsstrukturschemata und Methoden, die für Erkenntnisprozesse im Bereich des Technology Assessment ausgewiesen sind, sind zweierlei Betrachtungen erforderlich.

- *Erstens* sind Methoden und Schemata hinsichtlich ihrer Schrittfolgen und Schlußregeln zu analysieren. Aus der Untersuchung deren logischen Struktur ist auf die impliziten Erkenntnismöglichkeiten zu schließen und insofern zu entscheiden, inwieweit sie Instrumentarium für eine theoretisch begründete und methodisch fundierte "Folgenanalyse" sein können.

/29/ vgl. hierzu: Müller, J.: Arbeitsmethoden der Technikwissenschaften; Systematik, Heuristik, Kreativität, S. 22 - 25

/30/ Eine **Aufgabe** zeichnet sich dadurch aus, daß eine endliche Schrittfolge bekannt ist, deren Anwendung sicher zur Lösung führt. Bei einem **Problem** ist diese Schrittfolge zunächst nicht bekannt, die Problemlösung beginnt mit der Suche nach einer endlichen Schrittfolge, die das Problem dann zunächst in eine Aufgabe überführt. Vgl. hierzu: Parthey, H. (Hrsgb.); Problem und Methode in der Forschung, Berlin, 1978

- *Zweitens* werden durch eine "quasi"-empirische Analyse /31/ von Technology-Assessment-Studien auf indirekte Weise Erkenntnisse über die methodische Bestimmtheit von Assessments gewonnen. Indirekt deshalb, weil methodisches Vorgehen möglich ist, ohne es begrifflich einer bestimmten Methode zuordnen zu müssen bzw. zu können.

Auf der Grundlage des dargestellten Methodenverständnisses sind zunächst jene Bereiche des Technology Assessment zu fixieren, in denen Wissen gewonnen oder transformiert wird. Diese Bereiche sind durch von Schrittfolgen und Schlußregeln definierten Transformationen charakterisiert. Es handelt sich dabei um ein Feld systematischen Erkenntniszuwachses, das immer auch ein Feld wissenschaftlichen Vorgehens ist. Die Existenz solcher Felder nach- und auszuweisen, die im Bereich des Technology Assessment durch ausschließlich wissenschaftlichen Wissensgewinn charakterisiert sind, ist eine wesentliche Voraussetzung für die Verwendung der Bezeichnung "*Technikfolgenforschung*".

Wenden wir uns deshalb zunächst der Untersuchung ausgewiesener Technology-Assessment-Erkenntnismethoden zu. Diesem Bereich werden neben analytischen Methoden auch eine Reihe von Schemata zugeordnet, die von Huisinga /32/ umfassend zusammengestellt wurden.

Dem Grundanliegen dieser Untersuchung folgend werden dem Technology Assessment zugeordnete Schemata und Methoden hinsichtlich

- der methodischen Grundstruktur,
- der Übereinstimmung (Adäquatheit) von zu lösender Aufgabe und verwendeter Methode sowie
- der Art und Weise der tatsächlichen Nutzung dieser Methoden.

betrachtet. Zugleich ist festzustellen,

- ob es sich um Methoden zur Aufgaben- oder Problemlösung handelt,
- ob eine inhaltliche Prägung der Methoden vorliegt und
- welche Funktion (Prognose, Bewertung) sie zu erfüllen vermögen.

/31/ Von "quasi-empirisch" wird deshalb gesprochen, weil vorliegende Analyse das theoretisch aufbereitete Wissen vorhandener Technology-Assessment-Studien zum Gegenstand empirischer Zuwendung erhebt. Die empirische Ebene ist in diesem Falle theoretisch aufbereitetes Wissen.

/32/ vgl. hierzu: Huisinga, R.: Technikfolgenbewertung, S. 155 - 197

Stellvertretend für die Fülle der komplexen Schemata sei das *MITRE-Schema* /33/ ausgewählt, das zu den ersten direkt für Aufgaben des Technology Assessment entwickelten Schemata gehört. Mit diesem Schema wird beabsichtigt, den Gesamtkomplex einer Assessment-Aufgabe methodisch zu leiten. Dazu werden sieben Hauptschritte zur Durchführung einer Technikfolgenabschätzung genannt:

1. Definition der Assessment Aufgabe
 - Auswahl an Technologien
 - Auswahl an Themen
 - Betroffene Gruppen
 - Untersuchter Zeitraum
 - Auswahl der Wirkungen
 - Ebenen der Wirkungen
 - Dimensionen der Auswirkungen
2. Beschreibung der wichtigen Techniken
 - Physikalische und funktionale Beschreibung
 - Aktueller Stand der Wissenschaften
 - Einflußfaktoren
 - Verwandte Technologien
 - Zukünftiger Stand der Wissenschaften
 - Gebrauch und Anwendungen
3. Annahmen über den Entwicklungsstand der Wissenschaften
4. Identifizierung des Auswirkungsgebietes
5. Vorläufige Auswirkungsanalyse
6. Identifizierung möglicher Handlungsoptionen
7. Vervollständigung der Auswirkungsanalyse

Diese Hauptschritte werden teilweise durch Unterpunkte ergänzt, die eine Differenzierung der Schrittfolge darstellen bzw. die Hauptschritte inhaltlich erklären sollen. Weder Haupt- noch Nebenschritte erweisen sich jedoch als eine Operationsfolge, es sind lediglich *Anhaltspunkte zur genaueren Eingrenzung des Analyse- raumes*. Methodische Hinweise zur Linienführung des gesamten Forschungsprozesses werden nicht gegeben, auch die einzelnen Erkenntnisschritte werden nicht für den Nachvollzug präzisiert. Insofern ist dieses Schema sicher eine *Orientierungshilfe* für den Gesamtprozess des Technology Assessment, jedoch im engeren Sinne keine erkenntnisprozeßleitende Methode, zumal es auch auf subordinierter Ebene keine Methoden enthält oder auf solche verweist.

Ähnlich zu bewerten ist das *OECD-Schema* /34/, es ist von vergleichbarer (z.T. größerer) Allgemeinheit. Auch die in vielen deutschsprachigen Publikationen /35/ ausgewiesenen wesentlichen *Arbeitsschritte* für Technikfolgenabschätzungen sind lediglich als Orientierungshilfe zu bewerten.

Technology-Assesment 1: Definition und Abgrenzung der zu untersuchenden Technik;
Technology-Assesment 2: Beschreibung der den Stand der Technik beeinflussenden Faktoren;
Technology-Assesment 3: Analyse von technischen Alternativen;

/33/ Jones, Martin V.: A Technology Assessment Methodology, Projectsummary, Mc. Lean, Virginia 1971, Mitre-Corporation, S. 7

/34/ OECD: Methodological Guidelines for Social Assessments of Technology, Paris 1975, S. 20

/35/ Krupp, H.; Bugl, J.: Technikfolgenabschätzung, in: Reihe "Themen und Thesen" des RKW, Eschborn 1986

Technology-Assesment 4: Analyse der den Technikeinsatz beeinflussenden Faktoren;
 Technology-Assesment 5: Projektion technischer Entwicklungslinien;
 Technology-Assesment 6: Auswirkungsanalyse;
 Technology-Assesment 7: Einbeziehung von Betroffenen;
 Technology-Assesment 8: Bewertung der Folgen;
 Technology-Assesment 9: Identifizierung und Einschätzung möglicher Maßnahmen.

Beurteilt man diese Schemata nach ihrem methodischen Wert für die Führung eines Erkenntnis- oder Forschungsprozesses, dann wird an Hand der hier kurz dargestellten Schemata verständlich, weshalb sich verschiedene Autoren (Huisinga, Paschen) sehr kritisch mit dem Vermögen und der Qualität der vielen als "Technology-Assessment-Methoden" ausgewiesenen Konzepte auseinandersetzen. So skizziert Paschen /36/ die wesentlichen Inhalte der vorgeschlagenen "Methodologien", "Modelle" oder "Schemata" durch die folgenden charakteristischen Stufen:

- Definition des Problemes und des Zweckes der Untersuchung
- Entwicklung einer Informationsbasis
- Identifikation, Analyse und Bewertung potentieller Folgewirkungen
- Konzipieren von Handlungsoptionen
- Schlußfolgerungen und Empfehlungen
- Empfehlungen für administrative Konsequenzen

Konzepte oder Schemata, die in ihren Schrittfolgen von der Allgemeinheit sind, wie in dieser Zusammenfassung dargestellt, bieten nicht die Möglichkeit, eine in sich schlüssige und systematische Forschungsstruktur zu entwickeln. Sie sind deshalb nicht als wissenschaftliche Erkenntnismethoden (im engeren Sinne) zu bewerten und sie enthalten solche auch nicht, sie liegen bezüglich ihrer Handlungsoptionen auf einer Ebene oberhalb der Forschungsprozesse. Es ist deshalb nicht möglich, daß mit solchen Schemata der *erkenntnisstrukturelle* Gesamtablauf einer heterogenen Problemsituation methodisch erfaßt und geleitet werden kann.

Das zentrale Forschungsproblem dieser Erkenntnisebene konzentriert sich auf *Antizipation* und *Prognose*, (im Prinzip) beruhend auf einer bereits existierenden theoretischen Fundierung, einschließlich einer *relativen* Methodensicherheit bei einer formalen Handhabung von Antizipation und Prognose. Erforderlich sind in diesem Bereich detaillierte, auf den Umgang mit speziell strukturiertem Wissen zugeschnittene "Wenn-Dann-Empfehlungen".

Hierbei handelt es sich jedoch nur um einen Aspekt des oben dargestellten "Konzentrates" von Technology-Assesment-Schemata (unterlegt). Da sehr allgemeine Orientierungen für methodisch fundierte Assessments nicht von Relevanz sind, kann man sich problemlos auf jene Teilschritte konzentrieren, die den Komplex der Folgenantizipation betreffen. Alle anderen Bestandteile solcher allgemeinen Schemata genügen wohl höchstens im außerwissenschaftlichen Bereich als *Orientierungshilfe*.

/36/ vgl. hierzu: Paschen, H.; Gresser, K.; Conrad, F.: Technology Assessment - Technologiefolgenabschätzung

Die nachfolgende Betrachtung der dem Technology Assessment häufig zugeordneten *analytischen Methoden* geht der Frage nach, inwieweit diese der speziellen Erkenntnissituation des Technology Assessment entsprechen, bzw. welche Erkenntnismöglichkeiten sie bieten. Eine Reihe häufig zitierter Methoden werden deshalb, dem Anliegen dieser Untersuchungen folgend, bezüglich ihres Erkenntniswertes beleuchtet /37/.

Szenario-Methode:

Bei einer Fülle von Technology Assessment-Studien wird immer wieder auf Szenarien verwiesen. Die umfassendste *Szenario-Methode* ist die von Batelle entwickelte /38/ (siehe Anhang). Das Grundkonzept dieser Methode entspricht im Prinzip dem Vorgehen im Mitre-Schema, die Punkte 5 - 8 sind jedoch dahingehend detailliert, daß sie auf die Entwicklung von Zukunftsbildern orientieren. Zukunftsbilder sollen dabei durch Deskriptorenentwicklung generiert werden. Die Deskriptoren werden inhaltlich linear fortgeschrieben und schließlich zu Systemaussagen zusammengefügt. Ein so entstehendes "Zukunftsbild" vermag einen etwaigen Systemzustand zu prognostizieren, unklar ist jedoch, welche Systemdynamik zugrunde gelegt wird, so, daß technische Einzelwirkungen auch hinsichtlich eines theoretisch begründeten Systemverhaltens beurteilbar werden, letztlich um technikrelevante Entscheidungen treffen zu können. Die notwendige Systemkomponente des Szenarios bedarf deshalb auch eines metatheoretischen Ansatzes, der die integrative Fortschreibung der Deskriptoren begründen muß.

Zugleich darf die differenzierte Darstellung einzelner Phasen dieser Methode nicht darüber hinwegtäuschen, daß es sich hierbei um eine orientierende Grobstruktur für einen in sich sehr heterogenen Forschungsprozeß handelt. Die Heterogenität resultiert aus der Komplexität des Ansatzes, der auf die Konzipierung von Zukunftsbildern zielt. Obgleich die Punkte S1 - S8 im Detail untersetzt sind, *beschreiben* sie einen methodischen Prozeß. Eine logische, schrittweise abarbeitbare und in sich schlüssige methodische Struktur ist zumindest nicht ausgewiesen.

Für die Entwicklung von technikdeterminierten Zukunftsbildern besitzt die Szenario-Methode aber durchaus eine heuristische Funktion, da sie bisherige Erfahrungen im Technology Assessment *inhaltlich* systematisch aufgenommen hat. Für eine im Detail methodisch geleitete Wirkungsprognose kann eine entsprechende Erkenntnisfunktion jedoch nicht behauptet werden.

Brainstorming (Ideenwirbel)

Brainstorming wird als ein Verfahren zur Ideengewinnung bezeichnet. Die methodische Struktur läßt sich grob wie folgt beschreiben:

- Formulierung der Problemsituation
- Erörterung durch Personen mit Fachkenntnissen
- Ideen zur Problembewältigung / assoziative Ideenentwicklung

/37/ Obgleich über die dem Technology Assessment zugeordneten Methoden bereits umfangreich publiziert wurde, erscheint eine kurze Bewertung des eigentlichen methodischen Gehalts unverzichtbar. Grundlegende Positionen, wie sie beispielsweise in der VDI-Richtlinie 3780 zu finden sind werden jedoch nicht wiederholt.

/38/ vgl. hierzu: Schubert, J.; Krebsbach-Gnath, C.; Potthoff, P.; Rothmund, M.: Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen, S. 39 - 41

- Ideensammlung
- Auswertung und Bewertung der Ideen.

Eine solche Vorgehensweise führt in der Regel nicht zu Problemlösungen, sie ist eher geeignet, mögliche Richtungen einer Lösung diffus aufzuzeigen. Brainstorming kann insofern als eine Vorstufe methodischen Problemlösens gesehen werden, die durch ihr approximatives Vorgehen den eigentlichen "Suchraum" einzugrenzen vermag. Sie kann deshalb zur Formulierung des Forschungsproblems herangezogen werden. Im Resultat einer Ideensammlung und Ideenbewertung ist eine systematische Beschreibung des "Problemraumes" ableitbar. Inwiefern die Kennzeichnung des Problemraumes durch Fakten und Wissens Elemente jedoch bereits zur theoretisch systematisierten Problembasis entwickelt werden kann, hängt vom Niveau des zusammengeführten Wissens ab (theoretische Ebene des Wissens). Eine besondere Eignung für die Konstituierung bzw. Lösung von Prognoseproblemen ist jedoch nicht zu erkennen. Sofern man Brainstorming überhaupt als Erkenntnismethode bezeichnen will, wäre sie am ehesten als heuristische Methode einzuordnen. (Dem Brainstorming zuordenbar sind Variationsmöglichkeiten wie *Philipps 66*; *sensitivity training*; *Synecitic*)

Delphi Methode

Die Delphi Methode ist dem Brainstorming prinzipiell verwandt. Auch hier geht es um das "Sammeln" von Informationen - genauer um das systematische Beschaffen von Expertenwissen. Dies vollzieht sich im einzelnen grob dargestellt in der folgenden Schrittfolge:

- Expertenbefragung zu einem definierten Problemkreis
- Beantwortung und Bewertung der eigenen Kompetenz bei der Beantwortung
- mathematisch-statistische Auswertung der Antworten (Errechnung des Interquartilsbereiches)
- Ergebnisse der Befragung werden den Experten erneut zugeleitet / Ziel: Überdenken der eigenen Antwort
- erneute Auswertung der 2. Delphi-Runde
- Expertenantworten, die vom Durchschnitt abweichen sollen begründet werden / mehrstufige Fortsetzung ist möglich
- Findung des Konvergenzbereiches der Antworten / Ableitung einer Prognose

Die Delphi Methode ist bezüglich der Aufbereitung des gewonnenen Wissens sehr systematisch, was jedoch nichts an der Subjektivität des Basiswissens ändert. Verwendet man dieses Verfahren für die Prognose in einem eng begrenzten Gebiet, beispielsweise im Bereich der Entwicklung von Technik, dann werden entsprechende antizipierende Aussagen von relativ hoher Wahrscheinlichkeit sein. Für die Ableitung komplexerer Zukunftsbilder erscheint Delphi jedoch nicht geeignet, da Systemaussagen auf diese Weise kaum generiert werden können. Bewertet man die Delphi Methode, dann ist ihr bezüglich der Prognosebegründung heuristischer Wert zuzuschreiben, während sie hinsichtlich der internen Mechanismen algorithmisch ist. Inhaltlich ist Delphi keine spezifische Methode des Technology Assessment.

Morphologie

Die morphologische Methode soll das Auffinden und Darstellen aller Kombinationsmöglichkeiten von Bausteinen technischer Systeme ermöglichen. Die Zerlegung technischer Systeme in funktionale Komponenten soll neuartige Kombinationsmöglichkeiten nahelegen, Kombinationen, die ihrerseits die gleiche funktionale Wirkung des Gesamtsystems garantieren, die aber durch andere interne Mechanismen bestimmten Forderungen besser zu entsprechen vermögen. Diese Anlage qualifiziert die Morphologie als Mittel der Konstruktion, sie kann jedoch auf-

grund ihrer sehr allgemeinen Struktur auch für Probleme größerer Systeme Verwendung finden. Die Morphologie ist eine heuristische Methode, die stark konkretisierend wirken kann, sie ist jedoch inhaltlich nicht spezifisch für Probleme des Technology Assessment aufbereitet. Charakterisiert wird sie durch die nachfolgend genannten Schritte:

- Zerlegung technischer Systeme in funktionale Bausteine
- Suche nach Bausteinen mit gleicher Funktionserfüllung
- Schematische Ordnung der Funktionsgruppen nach intensionalen und extensionalen Merkmalen
- Suche neuer Kombinationen

Der heuristische Wert morphologischer Schemata vermag sogar über die bloße Kombination hinauszureichen, da bei einer differenzierten Gliederung der untersuchten Systeme auch Forschungsdefizite aufgedeckt werden können. Gerade bezüglich der Problemgenerierung ist die Morphologie für das Technology Assessment noch nicht vollständig erschlossen.

Entscheidungsbaum / Relevanzbaum

Der Entscheidungsbaum ist eine Erweiterung des "Zustandsbaumes". Die Baumstruktur verkörpert dabei das Möglichkeitsfeld eines bestimmten Sachbereiches, der zu bestimmten Zeitpunkten durch bestimmte Zustände charakterisiert ist. Beachtet man außerdem, daß an bestimmten Knotenpunkten Möglichkeiten verschiedenen Verhaltens bestehen, dann können solche Knotenpunkte zugleich Entscheidungspunkte sein. Der Entscheidungsbaum erfaßt also das aktive Handeln und veranschaulicht durch das Verfolgen von Entscheidungslinien mögliche entscheidungsbedingte Zukünfte eines Sachbereiches. Die methodische Grundstruktur läßt sich wie folgt beschreiben:

- Ausweis der Problemsituation
- Auffinden möglicher Wirkungs- und Handlungszusammenhänge
- Darstellung dieser Zusammenhänge in einem Wirkungsstrukturschema
- Auffinden möglicher Knotenpunkte

Der Entscheidungsbaum läßt sich als eine spezifische Form der Wirkungsanalyse linearer, sich aber verzweigender Zusammenhänge bestimmen. Die Besonderheit besteht in der Hervorhebung des menschlichen Aktivitätsfeldes bei der Gestaltung von Sachprozessen. Als sehr allgemeines Konzept ist der Entscheidungsbaum durchaus auch für Technology Assessment geeignet, eine spezifische inhaltliche Zuwendung zu diesem Gebiet besteht jedoch nicht. In relativer Analogie läßt sich die ***Relevanzbaum-Methode*** einordnen, sie unterscheidet sich nur dadurch, daß Entscheidungen nicht Ziel dieser Methode sind.

Nutzwertanalyse

Die Nutzwertanalyse ist ein Bewertungsverfahren, das durch Zerlegung des Komplexen eine Bewertung der Teilaspekte ermöglichen soll. Nach einer solchen Teilbewertung wird durch deren Aggregation eine umfassendere Bewertungsaussage möglich. Da die zu bewertenden Teilaspekte Objekt- oder Verhaltenseigenschaften sind, muß sich die Nutzwertanalyse einer mehr oder weniger umfangreichen Wirkungsanalyse bedienen. Wirkungszusammenhänge zu erschließen ist jedoch nur Hilfsmittel des eigentlichen Bewertungsprozesses. Da die Nutzwertanalyse außerdem auf ein Objekt oder ein Verfahren begrenzt ist, bleibt die theoretische Abbildung des Wirkungsraumes sehr begrenzt. Die Bewertungsabsicht prägt diese Methode demzufolge auch hinsichtlich ihrer Relevanz für Technology Assessment.

Rangreihe

Das Rangreihenverfahren ist als soziologisches *Befragungsverfahren* zu klassifizieren, das keine besondere Zuwendung zum Technology Assessment ermöglicht. Die dennoch vorzufindende Zuordnung läßt sich nur aus der gegebenen Möglichkeit erklären, auch nach technischen Zielen und deren Wertigkeit zu fragen. Eine besondere theoretische Aufbereitung letztgenannter Untersuchungsbereiche ist jedoch nicht ausgewiesen.

Kosten - Nutzen - Analyse / Cost - Benefit - Analysis

Dieses Verfahren, mit einer eindeutig ökonomischen Orientierung dient im wesentlichen als Grundlage für Investitionsentscheidungen. In einer getrennten Kosten- und Nutzenprognose werden die gegenüberzustellenden Parameter nach ihrer ökonomisch begründeten Generierung einem ökonomischen Vergleichsverfahren unterzogen. Für die Integration in Technology Assessment erscheint diese Verfahren jedoch ungeeignet, da durch die strikte Begrenztheit dieses Vorgehens ein Systemausschnitt ausgewählt wird, der von allen Umgebungsparametern abgeschnitten ist.

Entscheidungstheorie

Die Entscheidungstheorie geht davon aus, daß es für bestimmte Entwicklungslinien Alternativen gibt. Mit diesen Alternativen steht zugleich ein bestimmter Entscheidungsraum zur Verfügung. Die Alternativen werden als Aktionsparameter begriffen, wobei den einzelnen Aktionsmöglichkeiten bestimmte Präferenzen zuordenbar sind, die ihrerseits im wesentlichen eine Nutzensbegründung besitzen. Die Aktionsmöglichkeiten und die Aktionswahrscheinlichkeiten gilt es theoretisch aufzuklären und zu begründen. Mit diesem theoretischen Konzept wird die Entscheidungstheorie für Technology Assessment besonders bei der Szenarienentwicklung interessant. Bedeutsam an dieser Methode ist jedoch zugleich, daß Wirkungszusammenhänge aufgedeckt werden müssen, um Knotenpunkte der Entwicklung überhaupt aufzeigen zu können.

Planing - Programming - Budgeting - Systems

Das PPBS ist ein Verfahren zur Entscheidungsoptimierung, das ökonomisch fundiert ist. Grundlage sind Ideengewinnungsverfahren, deren Erkenntnisse Entwicklungsmöglichkeiten aufzeigen helfen. Im nachfolgenden Prozeß einer ökonomischen Bewertung läßt sich eine Rangfolge von Prioritäten für den eigentlichen Entscheidungsprozeß gewinnen. Obgleich bei diesem Verfahren Bewertungsaspekte im Vordergrund stehen, ist es komplexerer Natur, da es sich um eine Methodenkombination handelt. Durch die Dominanz ökonomischer Momente kann diesem Verfahren jedoch höchstens eine Ergänzungsfunktion für Technology Assessment zugebilligt werden.

Simulation

Die Simulation orientiert auf die Nutzung von Modellen, entweder auf formaler oder experimenteller Ebene. Dies geschieht durch die Modellkonstruktion, die die relevanten Aspekte (Elemente, Relationen) in ein Modell transformiert. Nach einer Modelltestung erfolgt eine Simulation der zu untersuchenden Prozesse am Modell. Sehr häufig geschieht dies unter Nutzung mathematischer Verfahren, vorwiegend unter Nutzung einer neutralen Software, die die Implementation des relevanten Sachverhaltes ermöglicht. Simulation kann auch auf Momente der Planspieltechnik zurückgrei-

fen, indem Strategienvarianten (siehe Schachprogramme) und Handlungsoptionen modelliert werden. Die Hauptschwierigkeit der Simulation besteht jedoch in der Entwicklung eines dem Sachverhalt tatsächlich entsprechenden Modells. Gelingt dies, dann sind durchaus relevante Ergebnisse zu erwarten. Selbstverständlich jedoch bleibt das Identifizierungsproblem zwischen Modell und Wirklichkeit bestehen. Generell sind jedoch Verfahren der Modellierung dem Technology Assessment am ehesten entsprechend.

Wertanalyse (value analysis / Funktionswertanalyse)

Die Wertanalyse wird als eine Methode zur Senkung von Produkt- und Dienstleistungskosten ausgewiesen. Zu diesem Zweck wird das Verhältnis von Kosten und Funktionswert bestimmt. Zur Methodik dieses Verfahrens werden drei Schritte benannt:

- Funktionsanalyse (Haupt- und Nebenfunktionen)
- Funktionsbewertung (Kostenanteil der einzelnen Funktionsträger)
- Funktionssynthese (Untersuchung der Teilfunktionen auf techn. und wirtschaftliche Zweckmäßigkeit)

Bezüglich des analytischen Teiles handelt es sich um eine Kausalitätsanalyse, bezüglich der kostenorientierten Funktionssynthese um ein morphologisches Vorgehen. Spezifiziert wird diese Methode durch ihre inhaltliche Ausrichtung auf die Kostenstruktur, was eine ökonomisch geprägte methodische Struktur erkennbar werden läßt. Das methodische Vorgehen insgesamt erklärt sich jedoch aus einer spezifischen Methodenkombination, bei einer entsprechenden inhaltlichen Ausrichtung. Die inhaltliche Ausrichtung wird vor allem durch die ökonomischen Bewertungsmaßstäbe bestimmt.

Trendextrapolation

Die Trendextrapolation ist ein Prognoseverfahren, das die Ableitung von Aussagen über zukünftige Zustände mittels einer mathematischen Darstellung vergangener Entwicklungslinien ermöglicht. Der Trend beschreibt dabei eine bestimmte Entwicklung als eine Funktion der Zeit. Insofern wird es möglich, eine Entwicklungslinie eines Sachprozesses funktional zu erfassen und durch eine Fortschreibung der Funktion Aussagen über mögliche zukünftige Zustände zu erhalten. Voraussetzung für die Nutzung eines solchen Verfahrens ist eine theoretisch begründete Beobachtung und Abbildung bisheriger Entwicklung, die wiederum eine Abbildung in eine mathematische Funktion erlaubt. Bei der Fortschreibung bleiben jedoch Unsicherheiten bestehen, da die Randbedingungen einer Entwicklung nur schwer zu prognostizieren sind.

Cross - Impact - Matrix / Verflechtungsmatrix

Diese Methode dient vorrangig der Verbesserung von Aussagewahrscheinlichkeiten. Schätzungen von Eintrittswahrscheinlichkeiten werden durch die Beobachtung ihres Eintreffens sowie damit verbundener Ereignisse dahingehend korrigiert, als selbige für die Bewertung von Eintrittswahrscheinlichkeiten ähnlicher Phänomene herangezogen werden. Eine Verbesserung von Prognosen ist das Ziel. Mit diesem Verfahren werden jedoch weder die Aussagenbasis noch die Prognosemechanismen berührt, es dient bestenfalls der Ergänzung von Prognoseverfahren.

Interview

Das Interview ist (bestenfalls) im soziologischen Sinne eine Methode, nämlich dergestalt, als theoretisch begründete Befragungen zu Entwicklungsinhalten und Bewertungen von Entwicklungen durchgeführt werden. Erfolgt zudem eine theoretisch begründete Auswertung, dann wird es primär möglich, Material für Bewertungsprozesse zu gewinnen, welches einen Teil der öffentlichen Meinung zu repräsentieren vermag. Dieses Material kann untersuchungsbegleitend eingesetzt werden. Eine unmittelbare methodische Funktion in Forschungsprozessen des Technology Assessment kann jedoch nicht festgestellt werden.

Netzplantechnik

Netzwerke oder Netzstrukturen bieten die Möglichkeit, komplexe Strukturen systematisch zu analysieren, indem diese auf bekannte sowie durchschaubare Abbilder projiziert werden, um auf diese Weise eine theoretische Transparenz komplexer Strukturen zu erzielen. In ihrem Wesen sind Netzwerke Erklärungsmuster für mögliche Gefüge von Zusammenhängen, sie erfassen Varianten von Ursache - Wirkungsbeziehungen auf einer allgemeinen Ebene in abstrakter Form. Netzstrukturen sind also Modelle von Koppelungen, die **struktur**bestimmte Problemstellungen bearbeitbar werden lassen. Solche strukturorientierte Problemsituationen sind:

- Bestimmung des kürzesten oder längsten Weges
- Bestimmung maximaler Flüsse
- Bestimmung optimaler Flüsse

Netzplantechnik ist letztlich also *Wirkungsanalyse*, die eine modellgestützte *Komplexitätsanalyse* verkörpert. Dabei wird die Vielfalt der Koppelungsstrukturen theoretisch antizipiert und als strukturelles Möglichkeitsfeld für Ursache - Wirkungsbeziehungen erschlossen. So wird zum einen die **wirkungsabhängige Struktur** zum Auffinden des Netzwerkes genutzt, zum anderen wird die **strukturabhängige Wirkung** für die Wirkungserklärung benötigt.

Hüllkurvenverfahren / Enveloppenverfahren

Das Hüllkurvenverfahren bedient sich ähnlich wie die Trendextrapolation einer Prognose, die aus bisherigen Prozeßverläufen gewonnen wird. Für einzelne Techniken werden charakteristische (funktionsrelevante) Größen ermittelt. Die Dimension dieser Größen wird aus dem Vergleich mit der historischen Tendenz einer bisherigen Entwicklung solcher funktionalen Dimensionen extrapoliert, um auf diese Weise auf funktionale Wirkungsdimensionen von zu erwartender Technik schließen zu können. Bei diesem Verfahren wird einerseits auf eine funktionale Zerlegung von Technik zurückgegriffen, andererseits wird ein Trend abgeleitet. Damit läßt sich jedoch nur eine unscharfe Wirkungsprognose vornehmen, da Wirkungsdimensionen, aber nicht Wirkungsmechanismen zur Untersuchung gelangen.

Biokybernetisches Sensitivitätsmodell

Beim biokybernetischen Sensitivitätsmodell /39/ handelt es sich um ein Erklärungsmodell, welches auf die Abbildung und Variation (Entwicklung) von Systemeigenschaften zielt. Ausgangspunkt der Modellbildung sind reale Daten von dem zu untersuchenden Sachverhalt, für die vermittels der Untersuchung des Wirkungsgefüges die mathematischen Beziehungen ermittelt werden. Die Wirkungszusammenhänge werden also zunächst in ein mathematisches Modell projiziert. Durch

/39/ Vester, F.; Hesler, A. v.: Sensitivitätsmodell, Forschungsbericht 80-101 040 34

Veränderung einzelner oder mehrerer Ausgangsdaten lassen sich Veränderungen in den Beziehungen feststellen, wodurch beispielsweise Rückkoppelungen oder Vernetzungsbeziehungen sichtbar werden. Dies läßt dann letztlich erkennen, welche Eingriffe in das System zu welchen Wirkungsdimensionen führen können.

Grundlage dieses bisher bei den meisten Technology Assessment-Aufgaben kaum beachteten Modells ist die Systemtheorie. Dabei wird vorausgesetzt, daß jede Technik einen Eingriff in ein System (Natur, Gesellschaft,...) darstellt. Da spezifische Systemeigenschaften und spezifisches Systemverhalten jedoch allgemein vergleichbar sind (geringe Entropie, hoher Ordnungsgrad, hoher Informationsgrad, selbstregulierend,...), können technisch verursachte Systemwirkungen durchaus auch mit biokybernetischen Ansätzen untersucht werden. Durch die systemische Modellbildung sollte es möglich werden, linear wirkende Systemeingriffe bezüglich ihrer (nichtlinearen) systeminternen Wirkungsdynamik zu erfassen, um auf diese Weise eine Wirkungsoptimierung der externen Faktoren ermitteln zu können.

Die vorangegangene kurze Erörterung dieser häufig dem Technology Assessment zugeschriebenen Methoden dient allein dem Zweck, deren *Leistungsspektrum* kenntlich zu machen. Dieses wiederum zeigt sich durch die mit einer Methode zu gewinnenden Erkenntnisse, vor allem am zu *erreichenden Ergebnis* und an der *Art und Weise des Erkenntnisgewinns*. Deshalb wird nachfolgend eine Klassifikation vorgenommen, die diese Verwendungszusammenhänge verdeutlicht. Hierbei zeigen sich punktuell Differenzen dahingehend, daß die häufig diesen Methoden zugeordneten Möglichkeiten nicht durch deren methodische Struktur belegt sind. Dies wird sicher durch das Anstreben eines wissenschaftlichen Gegenstandes von Technology Assessment besonders deutlich. Dennoch ist das ausweisbare Leistungsspektrum die Grundlage für die methodische Spezifikation im Bereich für Technology Assessment.

A) Die Funktion dieser Methoden:

Bezüglich des zu erreichenden Ergebnisses sind die im Text erörterten Methoden zunächst in drei Gruppen zu unterscheiden. Zu ihnen gehören:

- **Methoden zur Entwicklung einer Aussagenbasis**
(Brainstorming, Delphi, Trendextrapolation, Hüllkurven, Cross-Impact-Matrix, Entscheidungsbaum, Relevanzbaum, ...);
- **Methoden zur Bewertung von Aussagen**
(Wertanalyse, Nutzwertanalyse, Kosten-Nutzen-Analyse, Rangreihe, PPBS, Entscheidungstheorie, Interview, ...);
- **Methoden zur Systementwicklung und zur Systemstrukturanalyse**
(Morphologie, Netzplantechnik, Simulation, Szenario, Sensitivitätsmodell, ...).

Ohne Zweifel ist eine solche Unterteilung nicht trennscharf, sie kann nur Tendenzen andeuten. Wichtig hierbei ist jedoch, daß durch eine klassifizierende Zuordnung dieser analytischen "Technology-Assessment-Methoden" Erkenntnismöglichkeiten klarer abgesteckt werden können.

So sind die in den beiden erstgenannten Gruppen eingeordneten Methoden im wesentlichen zur analytischen Aufbereitung komplexen Materials geeignet, sie sind ein spezifisches Moment der Aufgabenlösung im insgesamt umfassenderen Erkenntnisprozeß. Hierfür bieten sie zum Teil das entsprechende formale Instrumentarium, das sehr häufig der Mathematik bzw. der Soziologie entstammt.

Die dritte Gruppe hingegen beinhaltet Methoden zum Umgang mit Komplexität, die durch ihre Orientierung auf Systemaspekte als ein spezifisches Moment der Problemlösung wirken können. Sie sind insofern wesentliche Bestandteile von Komplexitätsbewältigung oder zumindest von Komplexitätsabbildung.

Auf einer zweiten Ebene sind die aufgeführten Methoden nach der spezifischen Art und Weise des Wissensgewinns unterschieden.

B) Die Art und Weise des Wissensgewinnes:

- **Wissensgewinn durch Wirkungsanalyse**
(Entscheidungsbaum, Relevanzbaum, Netzplantechnik, Wertanalyse, Entscheidungstheorie)
- **Wissensgewinn durch Befragung**
(Brainstorming, Delphi, Rangreihe, Interview)
- **Wissensgewinn durch (mathematische) Verfahren der Datentransformation**
(Morphologie, Nutzwertanalyse, Kosten-Nutzen-Analyse, PPBS, Trendextrapolation, Cross-Impact-Matrix, Hüllkurvenverfahren)
- **Wissensgewinn durch Modellierung**
(Szenario, Simulation, Sensitivitätsmodell)

Es zeigt sich, daß ein Teil der für Technology Assessment ausgewiesenen Methoden auf die Analyse von *Wenn-Dann-Beziehungen* und (in deren Ursächlichkeit) auf die *Untersuchung von Kausalzusammenhängen* von Technik zurückgreift. Insofern belegt die Verwendung dieser Methoden, daß Technikfolgenabschätzung immer auch auf Wirkungsanalyse zurückgeführt werden muß, ohne das damit bereits etwas über den Stellenwert sowie die Art und Weise dieser Wirkungsanalyse innerhalb von Technology Assessment ausgesagt wird.

Die Unverzichtbarkeit der Nutzung von Wirkungsanalysen unterstreicht andererseits auch die Notwendigkeit, Technology Assessment zunächst "wertneutral" /40/ durchzuführen. Mit dieser Betonung der Wertneutralität wird das Bewertungserfordernis keineswegs außer acht gelassen. Vielmehr geht es darum, Bewertungsvorgänge im Technology-Assessment-Erkennnisprozeß richtig zu plazieren und sie deshalb einer jeden Wirkungsanalyse nachzuordnen.

/40/ Wert wird hier im engeren Sinne verstanden.

Übergreifend gilt für alle hier dargestellten Methoden, daß es sich bei diesen um Einzelmethoden handelt, die punktuell auch für Technology Assessment nutzbar sind, die jedoch weder untereinander noch zu Technology Assessment in einem speziellen inhaltlichen Zusammenhang stehen. Es gibt also keine theoretisch begründeten Beziehungen zwischen einzelnen Methoden und deren Verwendung bei Technology Assessment. Bis auf eine Ausnahme (Szenario) wurden diese analytischen Methoden auch nicht für die Bearbeitung von Technology-Assessment-Aufgaben spezifiziert. Obgleich dies ohnehin nicht für alle Methoden möglich bzw. überhaupt sinnvoll ist, wäre in einigen Fällen durchaus eine stärker sachbezogen erkenntnisleitende Funktion solcher Einzelmethoden herauszuarbeiten (beispielsweise bei der morphologischen Methode).

Ebenfalls methodologisch interessant ist bei all diesen Methoden, daß sie nicht auf elementare methodische Schritte zurückgeführt bzw. durch selbige begründet werden. Dies erklärt, weshalb eine Zuordnung und eine in sich konsistente Verknüpfung mit anderen Methoden nicht vorgenommen werden kann. Es erklärt auch, weshalb bei komplexeren Methoden oder erkenntnisleitenden Schemata keine in sich geschlossene Schrittfolge ausgewiesen wird. Für eine Applikation dieser Methoden ist eine elementarisierende Auflösung, also eine Strukturanalyse einschließlich einer darauf beruhenden Beurteilung des methodischen Stellenwertes dennoch bedeutsam, weil dadurch Verwendungszusammenhänge und Verwendungsmöglichkeiten von Methoden transparent gemacht werden können (es läßt sich genauer bestimmen, welche Aussageerwartungen und welche Verifikationsmöglichkeiten sich bieten).

Auch die methodische Bestimmtheit des Gesamtprozesses von Technology Assessment ist unterschiedlich. Während für die Phasen der Datensammlung sowie der unmittelbaren Prognose bestimmte Methoden gezielt genutzt oder partiell angepaßt wurden, existiert Vergleichbares für die Phasen der *Generierung des Basiswissens* sowie der *Problemkonstituierung* bisher nicht.

Generierung des Basiswissens und Problemkonstituierung sind zwei zentrale Prozesse, die die erste Phase der methodisch bestimmten Bearbeitung von Technology-Assessment-Aufgaben ausmachen.

Die sachorientierte Generierung des Basiswissens ist an spezifizierete empirische Verfahren gebunden und insofern auf dieser Ebene methodisch zu bestimmen. Jedem empirischen Aufschluß eines Objektbereiches muß daneben immer auch ein theoretisches Konzept zugrunde liegen. Für beide Erfordernisse wurde bisher keine methodische Orientierung gegeben. Die dabei aufzuarbeitende Problematik ist die der objekt-

bereichsadäquaten Strukturierung des empirischen Wissens, das aus einem Technology-Assessment-Problem abgeleitet werden kann und auch für den empirischen "Erstzugang" zu nutzen ist. Es handelt sich dabei um den Prozeß der empirischen Problemfundierung. Dieser methodisch zu erschließende "Erstzugang" kann als ein "Keim" für Problem- und Datengewinnung gelten, weil bei einem auf empirischer Ebene begründeten Assessment-Thema Problem- und Datenentwicklung iterativ-parallel verlaufen. In diesem Prozeß wird über die Selektion, die Herkunft und die Prognose singulärer empirischer Daten im Wechsel mit der Problemfindung entschieden, weil der jeweilige Stand der Problemkonstituierung zugleich konzeptionell für empirische Analysen ist.

Der enge Zusammenhang von Problemkonstituierung und Generierung des Basiswissens ist in seiner methodischen Relevanz grundlegend und typisch für den Gesamtprozeß des Technology Assessment. Er ist zugleich mit einer Reihe von Randbedingungen verbunden. So muß bei möglichen Varianten in der Orientierung der Erkenntnisprozesse eine bewertende Auswahl vorgenommen werden. Somit bewegt sich die Problemkonstituierung zumindest partiell im Bereich fiktiver Zustände, die nur im Zusammenhang mit der Problemlösung in den Bereich verifizierten Wissens überführt werden können. Dies verleiht dem Prozeß der Problemkonstituierung eine Unschärfe und Unbestimmtheit, da die Richtigkeit der entwickelten Erkenntnisstruktur keinen direkten Verifizierungsmöglichkeiten unterliegt. Es ist nur möglich, über die *Zweckmäßigkeit* der Erkenntnisstruktur zu entscheiden, geprüft an den Möglichkeiten, adäquates Handlungswissen zu produzieren.

Obgleich der Konstituierung einer handlungsadäquaten Erkenntnisstruktur für den Bereich des Technology Assessment bisher kaum Beachtung geschenkt wurde, existieren hierzu Parallelen im Bereich heuristischer und metatheoretischer Forschungskonzepte /41/.

Von besonderer theoretischer Brisanz ist die relative Identität von Problemkonstituierung im Bereich des Technology Assessment sowie die Konstituierung komplexer Zusammenhänge und deren Bewältigung. Diese besondere Erkenntnissituation ist außerdem dadurch gekennzeichnet, daß Komplexitätsbewältigung auf der Objektebene (Analyse des komplexen Sachverhaltes) und auf der Ebene der Erkenntnis (Interdisziplinarität als Form und Ausdruck von Komplexitätsbewältigung) stattfinden muß.

/41/ Der gesamte Bereich der Problemkonstituierung wurde beispielsweise ausführlich im Rahmen ingenieurwissenschaftlicher Erfindertätigkeit diskutiert. Im Zentrum dieser Diskussion standen vor allem Probleme der Generierung neuartiger Wirkprinzipien.

IV. Der Status des Technology Assessment - Erhebungen zur Analysemethodik

4.1. Erhebungen und Erhebungsergebnisse

Untersuchungsstruktur

Die "quasi-empirischen" Untersuchungen, deren Ergebnisse in diesem Kapitel schwerpunktmäßig umrissen werden, konzentrierten sich auf die systematische Analyse von Technology-Assessment-Studien.

Um sinnvoll aus der großen Vielfalt bereits existierender Untersuchungen auswählen zu können, wurden Eingrenzungen vorgenommen.

So wurden vier Themengruppen ausgewählt, die verschiedene Bereiche technischer Sachsysteme erfassen /42/.

- cc 1.02 Data processing, information and communication technologies, incl. expert systems
- cc 3.06 Transport
- cc 5.06 Nuclear energy
- cc 2.04 Chemical industry

Um auch aus dem umfangreichen Material der genannten Themengruppen geeignete Repräsentanten herausgreifen zu können, wurden weitere Randbedingungen gesetzt:

- Erstens wurde nur auf Themen nach 1980 zurückgegriffen, um die Aktualität zu sichern;
- zweitens wurden ausschließlich Themen ausgewählt, die in ihrer Bearbeitung abgeschlossen waren, um vollständige Forschungsberichte erhalten zu können und
- drittens handelt es sich allein um Technology Assessment-Projekte aus der Bundesrepublik Deutschland.

(Die Themen, die im Ergebnis der Recherche die weitere Analysebasis bilden, sind im Anhang aufgeführt.)

Da neben den direkt sachsystembezogenen Technology Assessment-Studien auch Untersuchungen zur Methodik des Technology Assessment vorlagen (die Datenbank "Technology Assessment" weist hierzu die gesonderte Themengruppe "cc 7.03 Methods of Technology Assessment" aus), wurde auch hierzu eine Recherche angefertigt. Die Analyse dieser Untersuchungen bot die Möglichkeit, den bisherigen Stand der Methodenreflexion bezüglich des Technology Assessment direkt zu erfassen.

/42/ Da die Angaben zu diesen Technology-Assessment-Themen der Datenbank "Technology Assessment" entnommen wurden, werden auch die dort verwandten Themengruppenbezeichnungen und -systematisierungen in gleicher Weise benutzt.

Für die Untersuchung der methodischen Strukturen und Besonderheiten bisher realisierter Technology-Assessment-Studien, wurden verschiedene Ausarbeitungen herangezogen.

Leitfaden des in diesem Falle metatheoretischen Herangehens an die Untersuchungen in den ausgewählten Technology-Assessment-Studien war

- die Bestimmung des Untersuchungsfeldes (Prognoseziele);
- die Darstellung von Grobstrukturen der Technikfolgenabschätzung;
- die methodologische Bestimmung der gegebenen Forschungsstruktur.

Ergebnisse der Erhebung / Gesamtaussagen

Der sehr häufig verschieden definierte Anspruch an Technology Assessment beeinträchtigt die Vergleichbarkeit entsprechender Studien. Daraus ergeben sich für eine methodologische Analyse vielfältige Schwierigkeiten. Hervorgerufen werden diese Schwierigkeiten durch ein breites Spektrum verschiedener Ursachen. Diese reichen von einem sehr unterschiedlichen theoretischen Anspruch (differierende Intentionen bzgl. der theoretischen Grundlegung der notwendigen Erkenntnisprozesse) über sehr verschiedene Zielvorstellungen bzw. Zielsetzungen, die im Rahmen von Aufgaben des Technology Assessment zu lösen sind, bis zu verschiedenartigen Konzepten zur Techniksteuerung. Sehr häufig dominieren einerseits rein pragmatische Vorgehensweisen, die sich selektiv eines begrenzten Sachverhaltes annehmen und Lösungen durch multidisziplinäre Forschung suchen, andererseits wird versucht, weitreichende Systemwirkungen zu prognostizieren, wobei sich die Prognosen nicht selten in sehr allgemeinen und stochastischen Aussagen verlieren. Jede Vorgehensweise hat jedoch eine Berechtigung, weil sie zumindest einen wichtigen Aspekt von Technology Assessment reflektiert.

Verallgemeinernd und zusammenfassend können für die gezielt und im Detail betrachteten Technology-Assessment-Studien die nachfolgend aufgeführten Aussagen festgehalten werden.

- Bei allen Studien wurde im Rahmen der Einführung ein Hinweis auf die verwendeten Untersuchungsmethoden /43/ gegeben. Diese Darstellung reduziert sich zumeist jedoch auf eine *Beschreibung* der Vorgehensweise. Vorgehensweise und Untersuchungsmethodik wurden offensichtlich sehr häufig identifiziert.

/43/ Wenn hier von Untersuchungsmethoden gesprochen wird, dann werden darunter nur Methoden im von mir verstandenen Sinne erfaßt. Komplexe Schemata, wie beispielsweise die "Szenario-Methode" nach Batelle werden, wie bereits begründet, nicht als Methode im engeren Sinne verstanden.

- Bei zugrundeliegenden empirischen Untersuchungen werden die Techniken der Faktensammlung dargestellt. Dies beschränkt sich häufig auf Befragungsverfahren, die dann auch mit den als klassisch geltenden Verfahren identifiziert werden.
- Die im Abschnitt 3.2. dargelegten analytischen Methoden, die sehr oft als Methoden für Technikfolgenabschätzung ausgewiesen werden, fanden mit Ausnahme der speziell ökonomisch orientierten Methoden keine explizite Verwendung.
- Eine Darstellung des methodischen Gesamtkonzeptes, das auch eine theoretische Fundierung einschließt, war bei keiner der untersuchten Studien ausgewiesen. Auch notwendige Methoden zur Selektion des natur- und technikwissenschaftlichen Wissens wurden nicht ausgewiesen.
- Häufig wurde die Art der Darstellung der Ergebnisse zugleich als methodisches "Gerippe" gekennzeichnet (die Grundstruktur der Darstellung wird im nächsten Unterpunkt expliziert). Unabhängig von der Darstellungsstruktur gab es im Rahmen der Abhandlung keine Rückbezüge zur (eventuell) grundlegenden Methodik.
- Natur-, technik- oder sozialwissenschaftliche Teiluntersuchungen wurden mit dem Instrumentarium der jeweiligen Disziplin vorgenommen, die erzielten Ergebnisse werden als separate neue Erkenntnisbasis konstituiert. Die Erkenntnisprozesse sind insofern *gestuft*, das heißt, sie sind trotz des Gesamtanliegens der Forschung relativ voneinander isoliert. Es gibt eine naturwissenschaftliche, eine technikwissenschaftliche und eine "Technology-Assessment"-Erkenntnisebene.
- Die "Technology-Assessment"-Erkenntnisebene zeichnet sich durch eine auf Schlußfolgerungen gerichtete "Zusammenschau" der Einzelfakten aus. Auf der Basis eines "Wenn-Dann-Schemas" werden Handlungsoptionen ausgewiesen. Sie werden häufig in Form einer "Vorteil-Nachteil-Beschreibung" gegenübergestellt.
- Die methodische Struktur der analysierten Studien richtet sich nahezu ausschließlich am Problemhintergrund des jeweils erforderlichen disziplinären Wissens aus. Dies zeigt sich im disziplinentorientierten Splitting der Gesamtaufgabe. Im Resultat wird aus der fachbezogenen Analyse eine isoliert deskriptive Erkenntnisstruktur konstituiert, die zumeist "harte Fakten" zum tabellarischen Vergleich anbietet.

Ergebnisse der Erhebung / Strukturaussagen

Die Analysemöglichkeiten bei Technology-Assessment-Studien sind dann günstig, wenn komplexe Zusammenhänge in großer Komplexität abgehandelt werden. Wegen dieser Repräsentativität lassen sich verallgemeinerbare Schlußfolgerungen zur grundsätzlichen Anlage von Assessments ziehen. Die so analysierten Zusammenhänge werden am Beispiel der Studie Nr. 13 dargestellt:

cc 5.06

Perspektiven der Energieversorgung: Möglichkeiten der Umstrukturierung der Energieversorgung Baden-Württembergs unter besonderer Berücksichtigung der Stromversorgung

Materialienband I: Analyse des Energiebedarfs und der Energieversorgung in Baden-Württemberg

Materialienband II: Szenarien des Energiebedarfs und der Energieversorgung für Baden-Württemberg

Materialienband III: Rationelle Energieverwendung (Teil 1 und 2)

Materialienband IV: Nutzung fossiler Energieträger

Materialienband V: Teilgutachten - Erneuerbare Energiequellen für Baden-Württemberg

- Einzelbericht: Nutzung der Windenergie
- Einzelbericht: Energetische Nutzung von Biomasse
- Einzelbericht: Import solar erzeugter Energieträger
- Einzelbericht: Nutzung der Wasserkraft
- Einzelbericht: Energetische Nutzung von Abfällen
- Einzelbericht: Thermische Nutzung der Sonnenenergie
- Einzelbericht: Photovoltaische Energieerzeugung

Materialienband VI: Kernenergie (Teil 1 und 2)

Materialienband VII: Risiken verschiedener Stromversorgungsoptionen

Materialienband VIII: Die Sozialverträglichkeit von Energiesystemen

Materialienband IX: Wirtschaftliche und ökologische Aspekte der Energienutzung

Die Analyse der Materialienbände "Perspektiven der Energieversorgung" läßt die nachfolgend aufgeführten grundsätzlichen Feststellungen zu:

- Durch die thematisch fixierte Orientierung der Studie auf rationelle Energieverwendung wird Ressourcenschonung als grundsätzliches und übergreifendes Analyseziel ausgewiesen. Dementsprechend sind die Untersuchungen der Studie auf vier Punkte konzentriert.

1. Vermeiden unnötigen Verbrauchs
2. Senken des spezifischen Nutzenergiebedarfs
3. Verbesserung der Nutzungsgrade
4. Energierückgewinnung

- Grundlegend ist die Kombination der jeweils technischen und nichttechnischen Aspekte von Energienutzung. Die nichttechnischen Aspekte sind hierbei jedoch ausschließlich Analysebasis. Sie fließen in die Verbrauchersystematisierung ein.

- ***Systematisierung aller Energieverbraucher***

- Verbrauch von Elektroenergie
 - Verbrauch von Kohle, Gas, Öl
 - Verbrauch in verschiedenen Bereichen der Volkswirtschaft
 - Verbrauch der einzelnen Industriezweige
 - Verbrauch der Haushalte
 - Verbrauch im Bereich des Verkehrs
- Dieser ersten Systematisierungsebene folgend, werden einzelne Prozesse der Energiewandlung dargelegt. Zentraler Punkt ist hierbei die ***Verfahrensbeschreibung***.
- Verfahrens- oder Prozeßdarstellung
 - Einsatzbereich / Verfügbarkeit
 - Entwicklungsstand / Bewertung bzgl. Wirkungsgrad, End- und Abprodukte
 - Einsatzbedingungen / Bedarf an Fläche, Personal, Energie, Rohstoff
 - Abprodukte / Beschreibung von Verfahren zur Reduzierung der Schadstoffemission

Die Struktur der Einzelberichte ist im wesentlichen vergleichbar, Abweichungen resultieren vor allem aus der Fachspezifik des jeweiligen Einzelberichtes. Die ***Struktur der Einzelberichte*** wird am Beispiel des Teilgutachtens "Nutzung der Windenergie" dargestellt.

1. Feststellung des Windenergiepotentials

- physikalische Darstellung der energetischen Bedingungen
- meteorologische Ableitungen (durchschnittliche Windgeschwindigkeiten)
- meteorologische Analyse der BR Deutschland (Baden-Württemberg) nach Windgeschwindigkeitsklassen
- Bewertung der Territorien nach: Siedlung, Verkehr, Gewässer, Waldbestand, militärische Nutzung, LSG, Erholung, Landwirtschaft, Sicherheitsentfernungen, Geländestruktur
- Ausweis nutzbarer Territorien - Standortkatalog / mögliche Energiegewinnung / Substitutionspotential

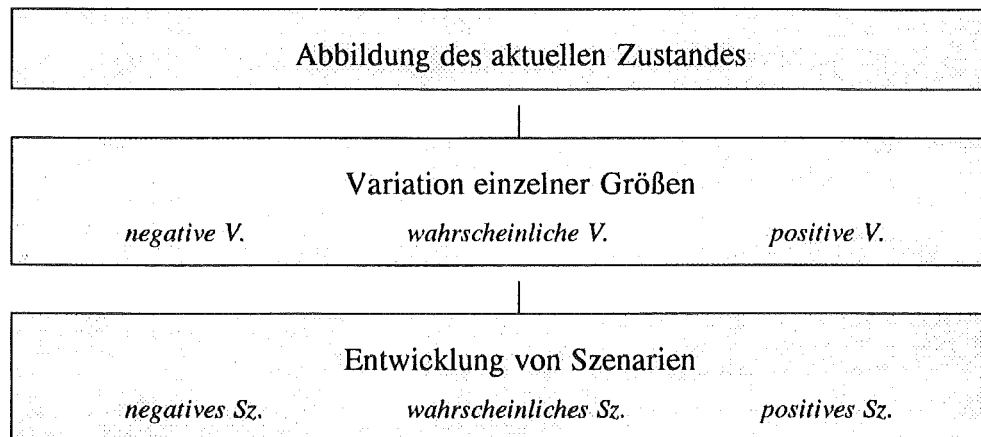
2. Technischer Stand der Windenergienutzung

- Wirkungsgrade / Konstruktion / Generatoren (Beschreibung)
- Perspektiven der technischen Entwicklung (bis 2000)
- Vergleich verschiedener technischer Möglichkeiten (Bauarten, technischer Aufwand, spezifische Leistung, absolute Leistung, Größe der Systeme ...)
- Kosten (Investitionen, Wartung, Betriebsjahre, Steuern, Gewinn, Kostenentwicklung, Stromgestehungskosten)
- Szenarien der Windenergienutzung / Vergleichsrechnung verschiedener technischer Möglichkeiten, Potentialvarianten, Energienetzprobleme
- Umweltverträglichkeit (Geräusch, Klima- und Wetterbeeinflussung, Landschaftsbild, Bodenerschließung, elektromagnetische Felder, Eisbildung ...)

Abstrahierend und verdichtend ergibt sich aus den analysierten Technology-Assessment-Studien eine "grobe" Struktur, die den meisten Studien gleichermaßen eigen ist.

In einigen Publikationen wird eine solche Vorgehensweise für Technology Assessment auch explizit zugrunde gelegt /44/.

Schema 4.a.: Grobstruktur von Technology Assessment



Die Untersuchungsstruktur, die Technology-Assessment-Studien aus dem Bereich der *chemischen Industrie* in besonderer Weise kennzeichnet, ist im wesentlichen durch die spezifische Wirkungsstruktur und Wirkungsdimension chemischer Prozesse und Produkte geprägt. Eine wesentliche Besonderheit chemischer Prozesse besteht dabei darin, daß chemische (biochemische) Wirkungssysteme schwer isolierbar sind, eine hohe Eigendynamik besitzen und Lebensprozesse in elementarer (biotisch, genetisch) und damit in sehr nachhaltiger Weise beeinflussen können. Gleichzeitig werden chemische Prozesse auf einer solchen theoretischen Ebene bearbeitet, die das Erkennen des ganzheitlichen Wirkungsumfanges in stärkerem Maße ermöglicht. Dies zeigt sich u.a. darin, daß Technology Assessment im Bereich der Chemie sehr stark einer Prozeßbeschreibung und -analyse entspricht. Inwieweit das Erkennen der Wirkungskomplexität den Forschungsprozessen der Chemie jedoch immanent ist und welcher Komplexitätsumfang dabei analysiert wird (bzw. werden kann), bedarf gesonderter Untersuchungen /45/.

Die grundsätzliche Spezifik von Technology Assessment aus dem Bereich der Chemie zeigt sich auch an den Problemfeldern, die in diesem Bereich dominieren.

/44/ Vgl. hierzu: Jörisen, J.; Bechmann, G.: Technology Assessment und UVP: Konzepte und Entscheidungsbezug. Vergleich zweier Instrumente der Technik- und Umweltpolitik Umweltvorsorgeprüfung, Grundlagenstudie Umweltfolgenabschätzung für Forschungsvorhaben des BMFT, Jochem, E.

/45/ Methodische Untersuchungen chemischer Forschungsprozesse könnten über die spezifischen theoretischen Rahmenbedingungen und die besonderen Erfordernisse von Technikfolgenforschung im Bereich der Chemischen Industrie Auskunft geben.

A) Problemfeld - "Stoffwechselgeflecht oder Produktnetzwerk"

- weites Rohstoffspektrum;
- verschiedenste Produkte in mannigfaltigen Kombinationen;
- vielfältige Verwendung;
- Massenprodukte / Einzelprodukte;
- Hilfsmittel Für die Produktion

B) Technology-Assessment-Problemfeld / allgemein

- Stoffkreisläufe;
- Nachwachsende Rohstoffe;
- Bio- und Gentechnologien;
- Substitutionsprobleme / Kohleverflüssigung;

C) Technology-Assessment-Problemfeld / konkret

- | | | |
|--|--|------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - Substanzen - Substitution - Produktion - Verwendung - Abprodukte | | --- WIRKUNG / Technology-Assesment |
|--|--|------------------------------------|

D) Problemfeld Bewertung / Ethik

- Gefährdung des Lebens
- Eingriffe in die Dynamik und die Autonomie des Lebens
- Möglichkeiten der irreversiblen Veränderung von Lebensprozessen

Betrachtet man die Themenübersicht der ausgewählten Technology-Assessment-Studien hinsichtlich ihrer *inhaltlichen Orientierung*, so fällt auf, daß sich Unterschiede in der Zuwendung der Studien zu untersuchungswürdigen Wirkungsbereichen der Technik ergeben. Beim Themenkomplex 1.02 (*cc 1.02 Data processing, information and communication technologies, incl. expert systems*) dominieren Studien zur Abschätzung sozialer Wirkungen der Informationstechnik. Die Abschätzung des technischen Entwicklungsraumes der Informations- und Kommunikationstechnik spielt gemessen an der Anzahl der Untersuchungen eher eine untergeordnete Rolle. Dementgegen dominieren bei den Themengruppen 3.06 (*cc 3.06 Transport*) und 5.06 (*cc 5.06 Nuclear energy*) Abschätzungen zu natur- und technikbezogenen Wirkungen sowie Abschätzungen zu den Entwicklungsmöglichkeiten der betreffenden technischen Sachsysteme selbst. Der Untersuchungsbereich "Chemische Industrie" (*cc 2.04 Chemical industry*) reflektiert hingegen sehr stark auf toxische Wirkungen sowie auf (ethische) Probleme der Beeinflussung des Lebens.

Diese tendenziell unterschiedliche Zuwendung ist sicher zunächst eine Folge verschiedener Wirkungsrichtungen von Technik, aber es ist auch anzunehmen, daß beispielsweise der Informations- und Kommunikationstechnik eine nur geringe Wirkung auf Natur (Ökosysteme) zugestanden wird. Mit solchen "Vorzugsrichtungen" der Untersuchungen werden möglicherweise aber auch Suchräume begrenzt oder gar abgeschnitten.

Trotz bestimmter Differenzierungen bei Technology-Assessment-Studien, die auf eine "Prägung" durch den jeweiligen Objektbereich zurückgehen, sind bestimmte typische Vorgehensweisen zu erkennen. Verallgemeinert man stets wiederkehrende elementare Schrittfolgen, dann läßt sich eine Grobstruktur von Assessments aufzeigen. Diese Grobstruktur, die nachfolgend dargestellt ist, ist in eine "Technische Variante" von Assessments und in eine "Ökonomische Variante" unterschieden. Die "Ökonomische Variante" ist sowohl "Gegenstück" als auch Ergänzung der "Technischen Variante". Beide Versionen sind ein Extrakt typischer Vorgehensweisen bei Technology-Assessment-Studien.

Technische Variante

- Beschreibung des Wirkungsraumes
- disziplinäre Aufgliederung
- * Beschreibung subordinierter Wirkprinzipie
- * Vergleich von deren Vor- und Nachteilen
- * Beschreibung natürlicher und sozialer Prozesse
- * Kostenrechnungen

- Systematische und Vergleichende Darstellung

Ökonomische Variante

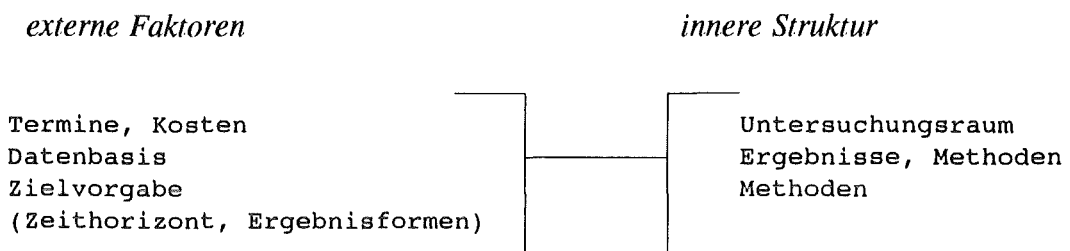
- Abschätzung von Verfahrenskosten
- Aufgliederung der Kostenstruktur
- * Vergleichsrechnungen
- * Kostendeckung / Kostenentwicklung
- * Nebenkosten Kosteneinflußgrößen
- * Kosten-Nutzen-Vergleich

Die vorgenommene Unterscheidung in eine *ökonomische* und in eine *technische Variante* halte ich deshalb für sinnvoll, weil Technology-Assessment-Studien häufig von einem der beiden verschiedenen Schwerpunkte dominiert werden. Sicher ist nicht so scharf zu trennen, wie hier dargestellt, aber es zeichnet sich eine solche Tendenz unterschiedlicher Herangehensweise ab.

Versuche, werttheoretische Probleme formal-theoretisch lösen zu wollen, indem in die formal-theoretische Ebene gewechselt wird. In diesem Fall findet keine adäquate Abbildung des Sachproblems in das entsprechende theoretische Problem (die Aufgabe) statt, vielmehr werden auf einer Metaebene "Pseudoprobleme" generiert. (Der Terminus "Pseudoproblem" steht für die nicht adäquate Abbildung eines Sachzusammenhanges in die Metaebene.) Nur im Falle einer relativen Äquivalenz von Sachproblem und theoretischem Problem kann man von einer inhaltlich bestimmten Abbildung sprechen.

Neben der geschilderten externen inhaltlichen Bestimmung wird eine Assessment-Aufgabe immer auch durch die "Relevanzstruktur" (äußere Struktur), die die Bedürfnisse des Auftraggebers abbildet, geprägt. Dies betrifft Termine, Kosten, die Datenbasis, die Zielvorgabe, den zu untersuchenden Zeithorizont, die gewünschten Ergebnisformen, die Darstellung der Ergebnisse, gewünschte Untersuchungstiefe und -breite usw.. Diese Fülle der Randbedingungen ist immer zugleich ein Ursachenkomplex, der den Inhalt und die Bearbeitungsmethoden einer Assessment-Aufgabe mitprägt.

Abbildung 4.c: *Strukturbeispiel für externe Wirkungen*



Diese sehr grobe Darstellung der Beziehungen zwischen externen Faktoren und innerer Struktur von Assessments verweist zunächst nur auf die prinzipiellen Zusammenhänge, bei denen Transformationen zwischen Objekt- und Metaebene stattfinden. Im Detail sind all diese externen Faktoren in ihrer tatsächlichen Wirkungsdimension konkreter zu bestimmen.

Nachfolgend seien einige jener Faktoren herausgegriffen und kurz erörtert, die von bestimmter methodischer Relevanz sind.

a) Die Transformation des Problems

Der Übergang vom Sachzusammenhang zur wissenschaftlichen Aufgabe ist in zweifacher Hinsicht extern geprägt. Zum einen ist die Problemsituation auf der Objektebene ein definierter Inhalt, der mit einem Lösungsziel verbunden ist. Zum ande-

ren wird die Transformation vom wissenschaftlichen "Background" der Bearbeiter (beispielsweise hinsichtlich der Schwerpunktsetzung und der Modellbildung) stark beeinflusst. Da aber auch die Charakterisierung der Problemsituation auf der Objektebene einer zumindest partiell subjektiven Auswahl folgt, ist gerade die Problemtransformation und insofern auch die Problemkonstituierung mit einer subjektiven Unbestimmtheit verbunden. Dieses Phänomen ist jedoch prinzipieller Natur, da der beanspruchte Wissenshintergrund einer Technology-Assessment-Aufgabe immer eine subjektiv determinierte Schnittmenge des Fachwissens ist. Dem wirkt allein die Selektivität der zu untersuchenden Wirkungszusammenhänge entgegen, wobei die häufig sehr schwachen sozialen und ökologischen Wirkungsketten (schwach im Vergleich zur technischen Wirkungsstruktur) die externe Beeinflußbarkeit teilweise sogar verstärken.

b) Termine, Ziele, Kosten

Da jede Technology-Assessment-Aufgabe Bestandteil der Erfüllung einer Beratungsaufgabe ist, ist immer auch ein äußerer Bearbeitungsrahmen abgesteckt. Konkret bedeutet dies, daß die Konstituierung des Problems zumindest durch ein Termin- und Kostenlimit bestimmt wird. Dies hat zur Folge, daß Technology-Assessment-Probleme, die stets Prognoseprobleme von außerordentlicher Komplexität sind, in einer Weise modelliert werden, die dem Zeit- und dem Kostenlimit entspricht. Ein geringer zeitlicher und finanzieller Spielraum (strikte personelle und technische Begrenzung) kann zur Folge haben, daß sehr stark vereinfachende Verfahren (simple Modelle, verkürzte Wirkungsketten, ...) zur Bearbeitung des Problems genutzt werden. Bei einer sehr starken Vereinfachung besteht sogar die Gefahr, nicht einmal alle Probleme zu ergründen, geschweige denn Lösungen aufzuzeigen. Da jedoch (unabhängig von extremen Formen der Begrenzung) immer Beziehungen zwischen dem ökonomisch bestimmten Handlungsspielraum und der theoretischen Komplexität der Problemlösung bestehen, ist dies ein Faktor, der bei einer vergleichenden Bewertung von Studien in Betracht gezogen werden muß. Dennoch wirken die genannten Limits in keiner Weise linear auf die Art der Bearbeitung der Assessment-Aufgabe, weil restriktive Begrenzungen in verschiedenen Bereichen einer Studie möglich sind. Werden notwendige Restriktionen bewußt und gezielt auf den methodischen Gesamtprozeß einer Studie übertragen, dann ist der entsprechende Wert einer Studie am Ausweis der definierten Begrenzung zu erkennen.

c) Die Datenbasis

Prognosen über das Verhalten von (komplexen) Prozessen und Strukturen bedürfen immer einer empirischen Basis. Diese empirische Basis erfüllt zwei Funktionen.

Erstens ist die empirische Basis eine elementare Grundlage für den Entwurf von (theoretischen) Abbildern (Modellen) definierter Sachverhalte. Die Datenbasis reflektiert in Form singulärer Aussagen immer einen "Ist-Zustand", der durch die systematische Koppelung von Einzeldaten zu einem deskriptiven Abbild entwickelt werden kann.

Zweitens sind die empirischen Abbilder der Sachverhalte die Voraussetzung einer jeden Prognose, da das Abbild anstelle des Sachverhaltes (Objektes) theoretisch bearbeitet, also antizipiert wird. Umfang, Struktur und Zuverlässigkeit der Datenbasis entscheiden somit sowohl über die "Qualität" des Abbildes als auch über die methodischen Möglichkeiten der theoretischen Aufarbeitung (Antizipation) dieser Primärstruktur jedes komplexen Assessmentprozesses.

Abbildung 4.d.: Wirkungsstruktur externer Faktoren

externe Einflußgrößen

- Datenbasis (Genauigkeit, Umfang)
- Strukturierung der Daten /
Komplexität

<----->
<----->

Struktur des Modells

- Adäquatheit
- Selektivität /
Komplexitätsgrad

Der Zustand der Datenbasis kann dabei sowohl objektiven als auch subjektiven Einflüssen geschuldet sein.

Objektive Begrenzungen für eine problemadäquate Gestaltung der empirischen Basis liegen zum einen im Entwicklungsstand von Wissenschaft und Technik (in der Erfassbarkeit, der Meßbarkeit, der Kenntnis von Wechselwirkungen usw.) begründet. Sie haben zum anderen ihre Ursache in der fehlenden Möglichkeit, die Komplexität der Wirkungen antizipativ zu überschauen (Einmaligkeit jeder Form der Komplexität). Subjektive Einflußgrößen findet man primär im Bereich der Wichtung und Bewertung der Daten sowie in ihrer Strukturierung.

Ein wesentliches Problem der grundsätzlichen Anlage, der Zielsetzung und des Inhalts von Aufgaben des Technology Assessment besteht in der mangelnden (oder teilweise) fehlenden Differenzierung der notwendig inhaltlich begründeten Zielbestimmung. Sehr viele der Technology-Assessment-Studien unterscheiden nicht konsequent zwischen Technikfolgenabschätzung im Sinne von Zukunftsuntersuchungen und Technikfolgenabschätzung im Sinne von Wirkungsanalysen. Obgleich die Grenzen zwischen beiden Formen fließend sind, ist diese Zielunbestimmtheit für die Stringenz eines methodisch geleiteten Erkenntnisprozesses problematisch. Diese Unbestimmtheit

kann zu zusätzlichen Komplexitätsproblemen führen, und sie kann zugleich den Wert der erzielten Ergebnisse schmälern.

Wird der Inhalt von Technology-Assessment-Studien durch Verwendung und Entwicklung von Szenarien in einer solchen Weise geprägt, daß mögliche verschiedene Zukünfte antizipiert (modelliert) werden, dann spricht dies mit Sicherheit für die Komplexität des Ansatzes, kann jedoch hinsichtlich des theoretisch fundierten Aussagewertes bezüglich der Einzelprozesse in den Bereich von Wahrscheinlichkeiten führen. Außerdem sind alle Szenarien theoretisch konzeptionell zu begründen, um zu vermeiden, daß die eigentlich interessierenden Wirkungszusammenhänge im antizipierten Zukunftsmodell "verschwinden". Szenarien müssen deshalb immer als Konzepte zur theoretischen Bewältigung wirklicher Komplexität verstanden und entsprechend behandelt werden. Sie sind gesetzter Erkenntnisrahmen. Dies gilt auch für den Umgang mit der erforderlichen Parametervielfalt im Szenarioansatz. So dürfen nicht vergleichbare Größen nicht zur gleichwertigen Extrapolationsbasis erhoben werden. Dies gilt beispielsweise für die parallele Grundlegung technischer und ökonomischer /46/ Basisparameter, die deshalb nicht vergleichbar sind, weil sich im ökonomischen Möglichkeitsfeld gesellschaftliche Regeln und Wertsetzungen bereits vergegenständlicht haben. Eine Gleichbehandlung kann in extremer Konsequenz technology-assessment-fundierte Entscheidungen, die primär ökonomisch begründet sind, in natur- und/oder technikwissenschaftlich unbegründete bzw. nicht gerechtfertigte Richtungen orientieren.

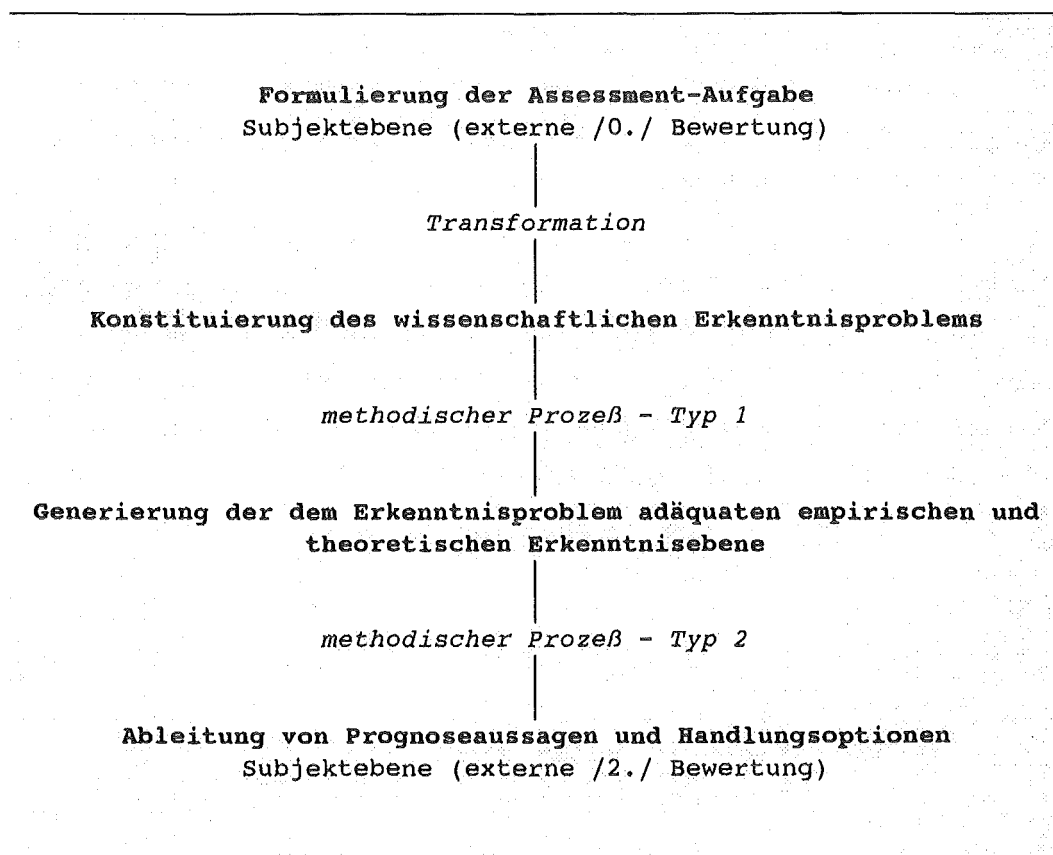
Technology Assessment im Sinne einer stringenten Wirkungsforschung zu betreiben, führt also nur partiell notwendig in den Bereich der Zukunftsantizipation. Wirkungen lassen sich häufig "zeitneutral" ermitteln, indem aus bestimmten Ursachenkomplexen bestimmte Wirkungskomplexe (deduktiv) abgeleitet werden. Variiert man zusätzlich die Dimensionen der Ursachen (Maximierung und Minimierung der Dimension zur Darstellung zweier Grenzzustände gesellschaftlich möglicher Techniknutzung), dann sind verschiedene Wirkungsbilder zu antizipieren, die allein bezüglich ihrer ökologischen und sozialen Verträglichkeit zu prüfen sind und die insofern von ökonomischen Begrenzungen in der Bewertung freigehalten werden.

/46/ Der zunächst vorgenommene Ausschluß des Ökonomischen in Technology-Assessment-Studien versteht sich nicht als ein genereller. Vielmehr kann auch eine ökonomisch orientierte Technikfolgenabschätzung betrieben werden. Lediglich die Zugrundelegung heutiger ökonomischer Zustände für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit möglicher technischer Entwicklungen ist zu vermeiden, da sich in den ökonomischen Beziehungen bestimmte gesellschaftliche Wertsetzungen bereits manifestiert haben.

Methodische Strukturen

Obgleich bei den einzelnen Studien die Untersuchungsmethoden unterschiedlich umfassend und genau ausgewiesen werden und die Untersuchungsmethodenverwendung oft sehr heterogen sowie unbegründet ist (es wird nicht ausgesagt, weshalb sich die verwendeten Methoden gerade für die jeweilige Problemsituation eignen), wird nachfolgend versucht, aus der grundsätzlichen Vorgehensweise bzw. aus den indirekt sichtbar gewordenen Erfordernissen ein allgemeines Modell zu abstrahieren. Dieses abstrakte Schrittfolgenschema beabsichtigt, prinzipiell *notwendige Vorgehensweisen* auf methodologischer Ebene zu erfassen. Dabei werden externe Bewertungsmechanismen zunächst bewußt aus dem engeren methodischen Prozeß ausgegrenzt, um die "rein" methodischen Aspekte transparenter machen zu können. Das erste Bild (Schema 4e) umreißt die notwendigen *Erkenntnisphasen* eines jeden Assessments. Hier werden jene Prozesse kenntlich gemacht, die für methodische durchstrukturierte Untersuchungen von Relevanz sind. Zugleich werden sie in ihrem Zusammenhang (Abfolge) innerhalb eines methodischen Gesamtprozesses dargestellt.

Schema 4.e.: Notwendige Erkenntnisphasen / Gesamtstruktur



Die im Schema abgebildeten methodischen Zusammenhänge lassen sich verbal in eine allgemeine Vorgehensweise fassen.

Allgemeine Vorgehensweise:

1. Analyse des Netzwerkes (Systemes) der Einfluß- und Wirkungsfaktoren
2. Annahmen (Hypothesen) zu den Dimensionen der Einfluß- und Wirkungsfaktoren
3. Modellbildung und Modellentwicklung / funktionale Modellnutzung
4. Ableitung von Prognosen aus den Modellvarianten

Die methodologische Beschreibung des Technology-Assessment-Erkenntnisprozesses macht deutlich, daß eine Konzentration auf zwei typische Erkenntnisphasen (-typen) notwendig ist.

Der erste und entscheidende Bereich einer methodischen Erkenntnisauflbereitung ist der eigentlichen Prognose vorgelagert. Er ist im Bereich der *Konstituierung* (einschließlich der Formulierung) *des Erkenntnisproblems* und der theoretischen sowie empirischen Erkenntnisebene der Technology Assessment-Fragestellung zu fixieren. In diesem Bereich wird nicht allein das wissenschaftlich formulierte Sachproblem aus allgemeineren Fragestellungen transformiert, es wird vielmehr eine Problemsituation auf der Abbildebene generiert, die den disziplinübergreifenden Untersuchungsgegenstand in sich aufnehmen muß. Die Generierung dieser spezifischen Problemstellung ist ein Akt der Zusammenführung verschiedener disziplinärer Fragestellungen. Von entscheidender methodischer Relevanz scheint diese Erkenntnisphase jedoch durch die *probleminduzierte Generierung des empirischen und theoretischen Fundamentes* zu sein, welches Basis zur Gewinnung der eigentlichen Prognoseaussagen ist. Diese speziell generierte Basis entscheidet aufgrund ihrer Struktur letztlich sogar über die Art und Weise der Methodenverwendung bei den Antizipationsprozessen. (vgl. dazu Kapitel 5)

Der zweite wichtige Bereich ist die *Prognose*, d.h. die Antizipation, also die Gewinnung der eigentlichen Aussagen über zukünftige Zustände. Hier werden aus der zustandsbeschreibenden Aussagenbasis vermittels definierter Methoden bestimmte Prognoseaussagen abgeleitet. Hierzu kann auf *formale* und *nicht-formale Prognosemethoden* /47/ zurückgegriffen werden. Die Resultate der Verwendung sol-

/47/ In der Literatur werden bezüglich der beiden Prognosemethodengruppen sehr häufig die nachfolgend aufgeführten genannt. Formale Prognosemethoden sind beispielsweise mathematische Extrapolationsverfahren, Einzelregression, ökonometrische Methoden, Simulation, adaptive Filter, Box-Jenkins-Methoden u.a.. Zu den nicht-formalen Prognosemethoden zählen Brainstorming, Delphi, Szenarios, iterative Systemprognose, Spannungsindikatoren usw.

cher Methoden werden außerdem vom *Prognosegegenstand*, den *Prognosevoraussetzungen*, dem *Prognosehorizont*, dem *Prognoseziel* und der Art des zu prognostizierenden Ereignisses geprägt. Insofern existieren allein für die "klassische" Verwendung von Prognosemethoden eine Fülle von Randbedingungen, die deren Erkenntnismodus tangieren und damit die Ergebnissicherheit beeinflussen.

Klassische, also für die bisherige Wissenschaftsentwicklung typische Erkenntnisverläufe zeichnen sich dadurch aus, daß aktueller Handlungsbedarf durch eine entsprechende Problemstellung gespiegelt wird. Das formulierte Problem ist dabei das "zeitgleiche" Abbild der zur Lösung anstehenden Sachfrage. Da Technikfolgenabschätzung jedoch auf die Kenntnis möglicher und wahrscheinlicher *zukünftiger Zustände* orientiert ist, gilt es mögliche Problemsituationen vorherzusehen, also *Problemprognose* zu betreiben. Problemprognose wird in diesem Sinne selbst zu einem zentralen Forschungsproblem von Technikfolgenabschätzung, die ihrerseits der Sachproblemlösung - also den einzelwissenschaftlichen Problemen - vorgelagert ist. Technikfolgenabschätzung stellt sich also auch in diesem Bereich als ein mindestens zweigliedriger Problemlöseprozeß dar, dessen erste Problemebene die *Prognose von Problemsituationen* und dessen zweite Problemebene jeweils die *Lösung der prognostizierten Einzelprobleme* umfaßt. Beide Problemebenen sind rückgekoppelt. (vgl. dazu Schema 4e)

Dieses Schema verweist auf die Koppelung der beiden Erkenntnisphasen innerhalb von Technology Assessment, es beabsichtigt aber nicht, die zahlreichen bekannten Schemata und Konzepte zu ersetzen oder gar um ein weiteres zu ergänzen.

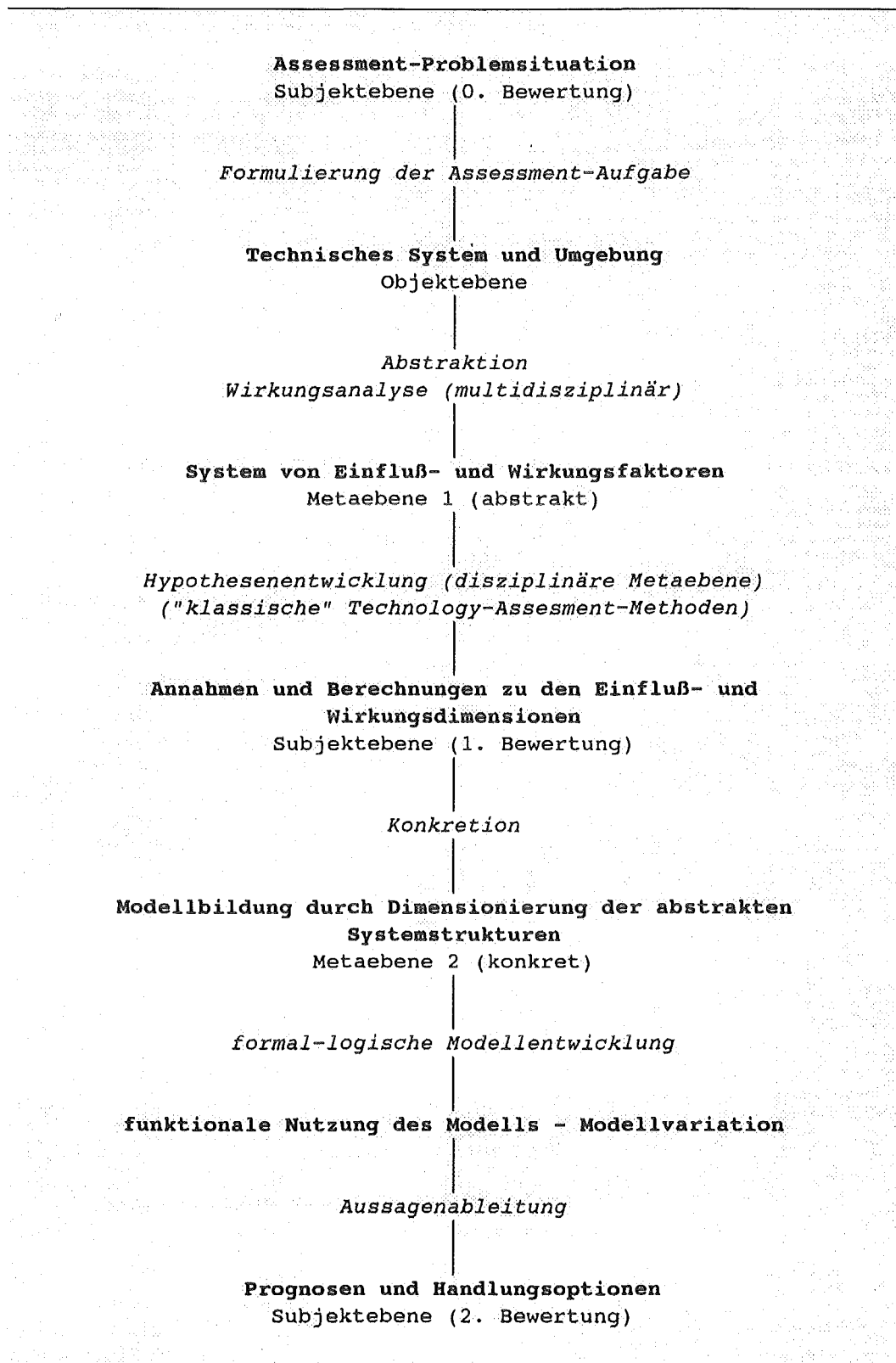
Die beiden im Bild schematisch dargestellten methodisch relevanten Teilprozesse des Technology Assessment (Typ 1 und 2) wurden bisher in sehr unterschiedlichem Umfang analysiert. Zu "Typ 1" existieren explizit keine Methodenanalysen, zu "Typ 2" sind möglicherweise die meisten der sogenannten analytischen Technology-Assessment-Methoden zuzuordnen.

"Typ 1" ist nicht nur von beträchtlicher philosophisch-wissenschaftstheoretischer Relevanz, sondern vor allem auch von tragender praktischer Bedeutung für die Effizienz von Technology Assessment. In diesem Bereich fließt das Wissen aus den verschiedensten Disziplinen zusammen und aus dieser spezifischen Wissenssituation resultieren Fragen, die die Erkenntnismethodik in heterogenen Wissensfeldern betreffen. Diese sind aufs engste mit dem Problemfeld der Interdisziplinarität in den Wissenschaften verknüpft.

Da sich immer mehr wissenschaftliche Erkenntnissituationen und Wissenszustände allein durch disziplinübergreifende Forschung bearbeiten lassen, gibt es auch im

Rahmen von Technology Assessment ein breites Interesse an den Erkenntnisbesonderheiten der *Interdisziplinarität*. Deshalb ist für den gesamten Bereich des Technology Assessment interdisziplinäres Arbeiten ein konstitutives Moment.

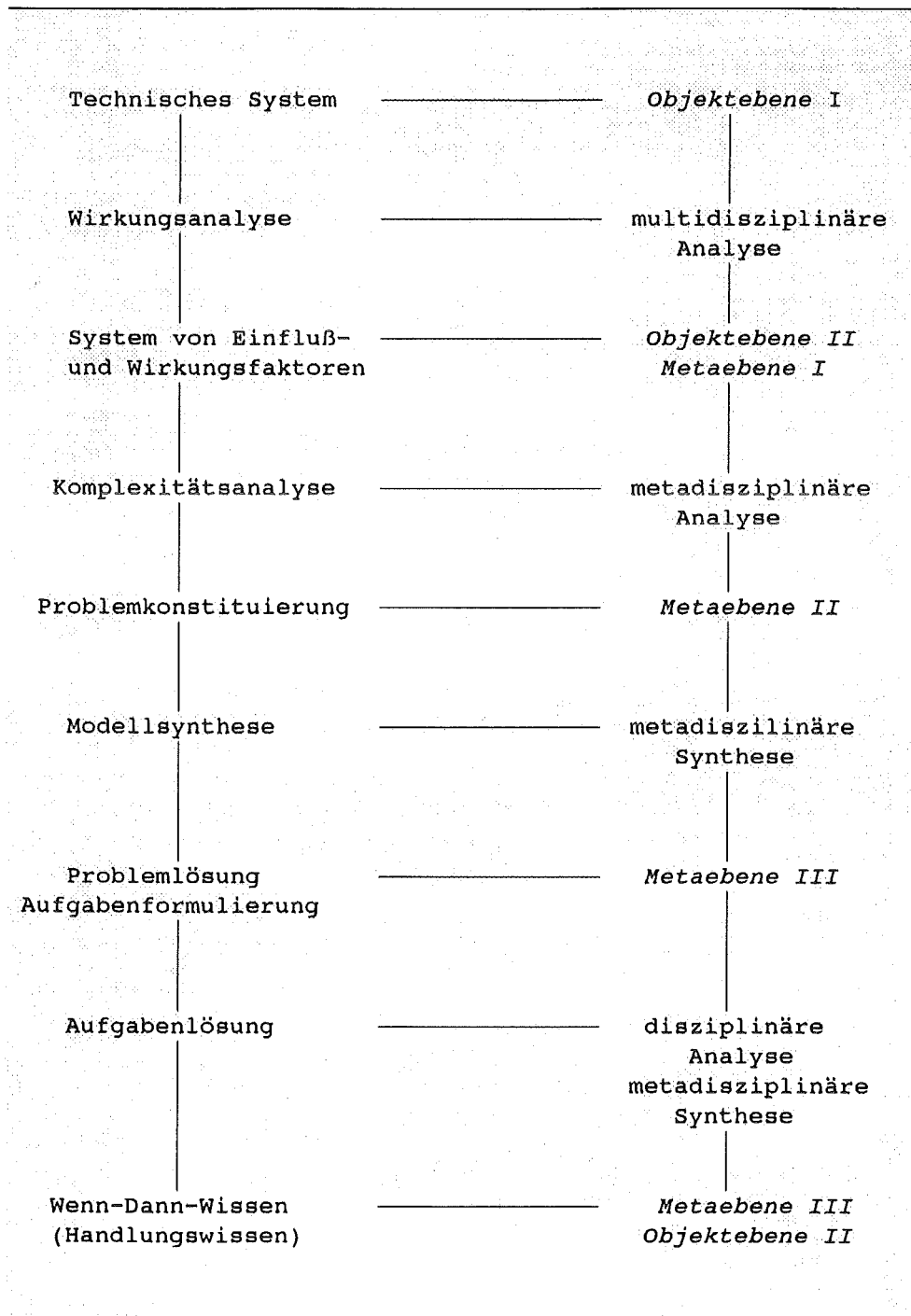
Aus dieser Tatsache folgt jedoch nicht, daß Erkenntnisprozesse im Bereich des Technology Assessment allein schon deshalb methodisch einheitlich sind. *Methodisch einheitliche, disziplinübergreifende Forschung* ist kein zwangsläufiges Resultat einer aufgabenbestimmten Forschungskoooperation, sondern vielmehr bereits ein spezifisches *theoretisches Entwicklungsstadium* wissenschaftlicher Erkenntnisprozesse. Ein bestimmter Stand der Methodenentwicklung innerhalb des Technology Assessment wäre also nicht schlechterdings ein beliebiger Forschungszustand, sondern bereits Ausdruck eines relativ eigenständigen Entwicklungsstandes von Technikfolgenforschung. Mit Bezug darauf könnte man dann entweder von *partieller* "Überwindung" der Interdisziplinarität durch die Konstituierung disziplinübergreifenden Wissens (Methoden, Theorien) sprechen oder diesen Zustand auch als theoretische und methodische "Verwirklichung" von Interdisziplinarität bezeichnen.

Schema 4.f.: Methodische Grundstruktur / rationale Rekonstruktion

Die in *Schema 4.f.* graphisch dargestellte methodische Struktur ist der Versuch einer *rationalen Rekonstruktion* der methodischen Vorgehensweise bei einer Vielzahl von Technology Assessment-Aufgaben. Das wesentliche Anliegen dieses Schemas ist es,

- den *methodologischen Status* der einzelnen Schritte zu bestimmen und
- den *methodologischen Zusammenhang* zwischen den einzelnen Schritten auszuweisen.

Diese beiden Aspekte, die für eine theoretische Bestimmung von Methoden notwendig sind, werden in allen bisher bekannten Schemata zum Technology Assessment weitgehend außer acht gelassen (vgl. dazu Abschnitt 3.2.). Dadurch wird auch die theoretische Begründung der Auswahl und Verwendung bestimmter subordinierter Methoden nahezu unmöglich, was unausbleiblich zu Ergebnisunsicherheiten führen muß. Die Kenntnis des methodischen Status einzelner Schritte erlaubt es jedoch, die jeweilige Methodenverwendung sowie die problemadäquate Methodenwahl transparent zu machen. In *Schema 4.g.* wird versucht diese Querverbindungen zu skizzieren.

Schema 4.g.: Erkenntnisebenen

V. Technology Assessment oder Technikfolgenforschung - Möglichkeiten und Notwendigkeiten einer Transformation

5.1. Die Problemstruktur der Erkenntnisprozesse

Jede Technology-Assessment-Aufgabe, die auf dem theoretischen Niveau wissenschaftlicher Forschung bearbeitet werden soll, ist an die Verwendung problemadäquater Methoden /48/ gebunden. Sie ist zumindest auf dieser Entwicklungsstufe methodisch bestimmt. Deshalb wird mit der Formulierung der Problemstellung einer Technology-Assessment-Aufgabe zugleich auch über Methoden zu deren Lösung entschieden. Jede Art von Problemstellung erfordert einen aufgabenadäquaten Methodenraum, da eine Aufgabe immer auch durch ihren Lösungsalgorithmus bestimmt ist (Begriffsbestimmung "Aufgabe"). Dies bedeutet, daß zwischen Aufgaben- und Problemtyp einerseits sowie Methodentyp andererseits eindeutige Beziehungen bestehen, so daß das jeweils entwickelte Basismodell zur Bearbeitung der Forschungsaufgabe der Aufgabenformulierung adäquat ist. Dennoch gibt es innerhalb jeder Typklasse stets eine Variabilität in der Wahl der konkreten Methoden.

Die Formulierung einer Technology-Assessment-Aufgabe ist also auch eine wesentliche und prägende Grundlage für eine mögliche Transformation von Technology Assessment in Technikfolgenforschung. Die elementare Aufgabenformulierung ist der Formulierung des eigentlichen Forschungsproblems vorgelagert. Dies heißt, komplexe Zusammenhänge, wie sie Technology-Assessment-Sachverhalten eigen sind, müssen zunächst in ein solches Modell projiziert werden, welches genau jene Beziehungen abbildet, die in ihrer Wechselwirkung beschrieben, erklärt (berechnet) oder antizipiert werden sollen. Maßgeblich hierfür sind wissenschaftsexterne Forderungen hinsichtlich der gewünschten Komplexität und der erwarteten Genauigkeit. Erst die Modellentwicklung als Resultat dieses ersten Problemlöseprozesses führt zur eigentlichen Forschungsaufgabe.

Die Wahl, die Anpassung oder die Konstruktion des Modells zur Problemkonstituierung ist ein erster Teilprozeß von Technikfolgenforschung, der jedoch nicht algorithmiert ist. Dies wird durch die Existenz differierender Abbildungsvarianten bedingt, die einen Spielraum für subjektiv erwünschte Modellierungen schaffen. Außerdem sind Problemlöseprozesse ohnehin nicht im klassischen Sinne algorithmierbar, es

/48/ Diese Methoden sind Basis für die Konstituierung und Bearbeitung der empirischen Ebene von Technikfolgenforschung und sie sind zugleich Grundlage für die Problem- und Aufgabenbearbeitung. Insofern erscheint es gerechtfertigt von einem "Methodenraum" zu sprechen, der zur Technikfolgenforschung gehört.

sind lediglich Heuristiken zur Problemlösung vorzugeben. /49/ Es ist dies ein Bereich spezifischer theoretischer "disziplinärer" Technikfolgenforschung, in dem die Komplexität des interessierenden Sachverhaltes in ein mehr oder weniger komplexes Modell abgebildet werden muß. Diese Phase der Problemkonstituierung mündet mit innerer Logik in die Formulierung der zu lösenden Forschungsaufgabe. Dabei ist zu beachten, daß die Art der Modellierung sowie Inhalt und Struktur des Modells des Technology-Assessment-Zusammenhanges auch über Inhalt und Umfang der Aufgaben entscheidet, die im Resultat der Modellbildung überhaupt zur Bearbeitung stehen.

Die vorangegangenen Darlegungen verdeutlichen, daß aufgrund einer unklaren Bestimmung der Forschungsaufgabe und daraus folgend des Forschungsproblems eine genaue Eingrenzung der vorzunehmenden Analysen nur schwer möglich ist. Aufgabeneingrenzung und Aufgabenauswahl müssen die Möglichkeit bieten, das Forschungsproblem in logischer Konsequenz abzuleiten, wobei dies stets ein rückgekoppelter Prozeß sein muß, um notwendigerweise Interessenlage und Forschungskompetenz in Übereinstimmung zu bringen. Insofern ist die möglichst genaue begriffliche Unterscheidung der Termini "Forschungsproblem" und "Forschungsaufgabe" nicht allein aus sprachlich-theoretischen Erwägungen wichtig. Es sind vielmehr inhaltliche Gesichtspunkte, die auf die Vermeidung theoretischer Folgeprobleme zielen, welche aus der unscharfen Bestimmung des zu untersuchenden Sachverhaltes resultieren. Zugleich belegen auch die Untersuchungen der Technology-Assessment-Studien, daß eine fehlende Eingrenzung der Erkenntnisprozesse auf theoretisch begründete zentrale Fragen häufig zu einer durch "ziellose" Erkenntnistätigkeit produzierten "Informationsflut" führt. Dies wiederum kann zu willkürlichen Ausgrenzungen von Teilproblemen führen, die meist ohne theoretische Begründung vorgenommen wird.

Die beschriebene Situation unterstreicht, daß die Findung optimaler *problemadäquater* Modelle ein zentraler theoretischer Prozeß ist, der sich durch den Gewinn an methodischer Bestimmtheit auszeichnet und insofern den "Übergang" (die Transformation) von Technikfolgenabschätzung zu Technikfolgenforschung charakterisiert. Der diesen Prozeß konstituierende und insofern elementare Teilprozeß dieser Transformation und dessen wichtigstes theoretisches Resultat ist die Problemkonstituierung. In diesem Prozeß ist die Modellentwicklung der Hauptteil eines mehrstufigen Prozesses, der die Problem-Aufgaben-Struktur von Technikfolgenforschung darstellt. Er gliedert sich wie folgt:

/49/ vgl. hierzu: Müller, J.: Arbeitsmethoden der Technikwissenschaften; Systematik, Heuristik, Kreativität; Parthey, H. (Hrsgb.); Problem und Methode in der Forschung, Berlin, 1978

Abbildung 5.a.: Das Feld der Wissenstransformation

0	Aufgabenstellung	<i>Ebene der Alltagserfahrung</i>
1	Problemkonstituierung Modellentwicklung	<i>Metatheoretische wissenschaftliche Ebene</i>
2	Aufgabenformulierung	<i>Metadisziplinäre wissenschaftliche Ebene</i>
3	Aufgabenspezifizierung	<i>Einzelwissenschaftliche Ebene</i>

Der Prozeß der Problemkonstituierung ist deshalb ein wesentlicher, weil hier erstens die aus der "Alltagserfahrung" resultierende Technology-Assessment-Aufgabe in eine wissenschaftliche Aufgabe der Technikfolgenforschung transformiert wird und weil zweitens in diesem Prozeß der Rahmen jenes Modells entwickelt wird, welches Basis für die spezifische theoretische Aufbereitung und Systematisierung des (Technology-Assessment-) Wissenshintergrundes ist. Die wissenschaftlich fundierte Konstituierung des Forschungsproblems ist der erste Teilprozeß von Technikfolgenforschung.

Da die Problemkonstituierung selbst ein Problemlöseprozeß ist und Problemlöseprozesse prinzipiell nicht im strengen Sinne algorithmierbar und insofern methodisch "offene" Prozesse sind, ist es nicht möglich, für diesen Prozeß einen Algorithmus zu entwickeln. Dennoch ist es möglich und sinnvoll, typische *Problemsituationen*, die die Problemkonstituierung von Technikfolgenforschung kennzeichnen, in Form von *Problemgruppen* auszuweisen, um diese mit bestimmten lösungsorientierenden Modellstrukturen korrelieren zu können. Eine Verallgemeinerung von für Technikfolgenforschung typischen Problemsituationen sowie die Entwicklung von adäquaten Modellstrukturen kann als eine theoretisch-methodologische Aufgabe im Rahmen der Theorieentwicklung von Technikfolgenforschung betrachtet werden. Zugleich kann sich ein

solches Instrumentarium als geeignet erweisen, der Fixierung der eigentlichen Forschungsaufgaben voranzuhelfen.

Die Charakterisierung der Problemsituationen muß sich auf den gesamten Bereich von der ersten "Bedarfs"-Formulierung einer Aufgabenstellung (subwissenschaftliche Ebene) über die Problemkonstituierung bis zur eigentlichen Aufgabenformulierung (wissenschaftliche Ebene) beziehen.

Die dabei vor allem zu betrachtenden spezifischen Problemsituationen, die die Problemkonstituierung direkt betreffen, sind im *Vorfeld* bereits von mehreren verschiedenen Teilproblemebenen überlagert, die sich weitgehend als Reflexionsprobleme darstellen. Dazu gehören:

- Ermitteln und Erfassen der Sachprobleme,
- Ermitteln und Erfassen der Verknüpfungsstruktur der Sachprobleme,
- Ermitteln und Erfassen der Komplexität der Sachprobleme.

Die Bearbeitung der jeweiligen Sachfragen innerhalb dieser Teilproblemebenen wird

- erstens durch eine jeweils unterschiedliche Verfügbarkeit und Ebene des Basiswissens geprägt. Dieses zur Problembearbeitung grundlegende Wissen kann metatheoretischer, naturwissenschaftlicher, technikkwissenschaftlicher, sozialwissenschaftlicher und / oder politischer Natur sein.
- Sie wird zweitens durch Akzeptanzaspekte überlagert, was sich vor allem auf den Umfang der Analyse, die Analyseintensität und die Analysetiefe auswirken kann.
- Und sie wird drittens durch Kompetenzprobleme beeinflusst. Diese Probleme kommen vor allem dort zum tragen, wo Wirkungsbereiche und Wirkungsschnittstellen hinsichtlich ihrer sozial-strukturellen Zuordnung undefiniert bleiben.

Die eigentlichen *Forschungsprobleme*, die im Bereich der Problem- und Aufgabenkonstituierung entstehen, sind hinsichtlich der Probleminhalte und der Problemstruktur häufig sehr vielschichtig. Die inhaltliche Vielschichtigkeit, die jeweils vom Objektbereich bestimmt ist, wird von einer vielschichtigen Problemsituation auf der Ebene der Erkenntnisprozesse überlagert. Diese Problemsituation läßt unter Systematisierungsaspekten eine *Differenzierung* der Forschungsprobleme zu, die jedoch nur eine Tendenz ausdrückt. Diese Tendenz verweist auf die jeweils dominierende, inhaltlich und strukturell geprägte Problemsituation, die aus der Erkenntnissituation und aus den Forschungszielen resultiert. Überlappungen der Problemtypen sind als selbstverständlich zu betrachten. Nachfolgend seien *fünf Problemtypen*, die die Erkenntnissituation bei Technikfolgenforschung in besonderer Weise prägen können, ausgewiesen und kurz charakterisiert.

* *Wirkungsprobleme*

Überall dort, wo Aussagen über das Element- bzw. Systemverhalten erwartet werden, ist die Kenntnis vom Wirkungszusammenhängen unabdingbar. Hier zu vertretende Wirkungsprobleme betreffen das gesamte Feld der Antizipation von funktionalen und außerfunktionalen Struktur-, Verhaltens- und Entwicklungsphänomenen des jeweils zu untersuchenden technischen Sachverhaltes. Ihr Charakteristikum besteht in der Prozeß- und Strukturimmanenz der Folgen, die mit Notwendigkeit (naturgesetzlich) aus dem Technischen resultieren und in diesem Sinne für das Technische existenziell sind. Die Aufklärung dieser Folgen ist deshalb eine "quasilineare" (Knotenpunkte und Verzweigungen sind hier eingeschlossen) Antizipation, die im wesentlichen naturwissenschaftlich begründet ist. Wirkungsprobleme dieser Art unterteilen sich in eine "direkte" und in eine "indirekte" Linie. Die "direkte Linie" schließt prozeßimmanente funktionale Wirkungen und Fernwirkungen ein, die "indirekt" Linie erfaßt Neben- und Fernnebenwirkungen.

- *Systemwirkung: Beschaffung, Funktion, Entsorgung, Gefahren; also Analyse und Prognose des beeinflussten Umfeldes*
- *direkte Wirkung: der beabsichtigte und "erfolgreich" verlaufende Eingriff (z.B. Wirkung von Insektiziden)*
- *indirekte Wirkung: der nicht beabsichtigte, aber funktional zwingend eintretende Zustand (z.B. Nebenwirkungen von Pharmazeutika)*

Bezüglich der Bereitstellung von Wissen liegen die Hauptprobleme primär im Bereich naturwissenschaftlicher Analyse und Wissensaufbereitung. Um zuverlässige Wirkungsanalysen erhalten zu können, ist eine disziplinübergreifende (siehe Interdisziplinarität) Wissensproduktion unabdingbar, die ihrerseits durch systemtheoretische Betrachtungen fundiert werden muß. Nur auf diesem Wege kann über die Relevanz von disziplinärem Wissen entschieden werden. Parallel dazu besteht ein generelles Prognoseproblem, das sich aus unbekanntem Bedingungsgefügen und Zufälligkeiten ergibt.

* *Substitutionsprobleme*

Substitutionsprobleme treten bei der Gesamtheit jener Forschungen auf, die die Variation, die Modifikation oder die Substitution eines technischen Teil- oder Gesamtobjektes bzw. -prozesses ermöglichen sollen. Dieser Problemsituation liegen Extrapolationen zugrunde, die auf der Kenntnis der bisherigen Veränderungsdynamik eines technisch verursachten Systemzustandes beruhen, und die ausgehend vom jetzigen "Ist-Zustand", einen zukünftigen Zustand prognostizieren. Ein auf diese Weise prognostizierter Systemzustand wird einer Bewertung unterzogen, in deren Folge diese Entwicklungstendenz zu akzeptieren oder zu verwerfen ist. Im Falle des Verwerfens entsteht das Forschungsproblem "Substitution". Diese

spezifische Problemsituation von Technikfolgenforschung beinhaltet drei Teilprobleme.

Erstens sind die Substitutionsmöglichkeiten zu erschließen, zweitens sind die einzelnen Substitutionsmöglichkeiten einer separaten und kombinierten (System-) Prognose zu unterziehen und drittens sind die Einzelprognosen, um sie vergleichen zu können, auf eine einheitliche Betrachtungsgrundlage (Systemgrundlage) zu stellen.

- *Substitutionsmöglichkeiten: Energieträger, Rohstoffe, Verfahren, ... ;*
- *Einzel- und Systemprognose: die Einzelprognose bezieht sich auf die Adäquatheit der Funktionserfüllung, die Systemprognose bildet die Grundlage für den Funktions- und Wirkungsvergleich*
- *Funktions- und Wirkungsvergleich: Entwicklung von "Wirkungsszenarien", um die möglichen verschiedenen Systemzukünfte vergleichen zu können*

Da es bei Substitutionsproblemen im wesentlichen um den zieladäquaten Mittelaustausch (die Mittel sind Variabel, die Zielerreichung ist gesetzt) geht, dominieren auf Vergleich orientierte natur- und technikwissenschaftliche Forschungen. Diese Forschungen erfordern eine Abstraktion von konkreter technischer Funktion, die hinsichtlich der Abstraktionsbasis zugleich technikübergreifend ist. Sie bemühen weniger den Prognoseaspekt, sondern stärker die funktionale Neugestaltung (neue Wirkprinzipien / Technikkonzepte) von Natur. Diese Neugestaltung ist durch Zielparameter und Wirkungsgrenzen bestimmt. Dabei ist ein Rückgriff auf Bekanntes (Technisches) möglich, es kann aber auch nach neuartigen Lösungskonzepten gesucht werden /50/. Substitutionsprobleme können Wirkungsprobleme als Forschungsteilbereich einschließen.

* *Kostenprobleme*

Kostenprobleme umfassen all jene Untersuchungen, die aus der Nutzung, aus der veränderten Nutzung und aus der "Entsorgung" von Technik, (Roh-) Stoffen sowie Verfahren erwachsen. Es handelt sich hierbei um einen Inhalt von Forschung, der sich zwar auf den gleichen Objektbereich bezieht, der aber bezüglich der natur- und technikwissenschaftlichen Untersuchungen ein anderes Abstraktionsniveau besitzt. Dieses Abstraktionsniveau, das von allen natur- und technikwissenschaftlichen Inhalten eines Technikfolgenforschungsproblem es absieht und allein die ökonomische Struktur der Problemlösung reflektiert, liegt über der einzelwissenschaftlichen und unter der systemtheoretischen Forschungsebene. Die natur- und technik-

/50/ Bei den meisten heute üblichen Assessments dominiert der Rückgriff auf den Vergleich bekannter Verfahren. Zukünftig sollte es jedoch auch möglich sein, durch Technikfolgenforschung spezifische natur- und technikwissenschaftliche Forschung zu initiieren bzw. diese sogar zu subsumieren (innovative Technikfolgenforschung).

wissenschaftlichen Erkenntnisse bilden die Grundlage für die ökonomische Bewertung. Sie werden dabei selbst jedoch als feste Basisgrößen behandelt. Für eine methodisch-systemische Bewertung der Forschungsergebnisse sind die Resultate der Kostenbetrachtung nur dann von prinzipieller Bedeutung, wenn die Einführung neuer Technologien von Kostenbetrachtungen abhängig gemacht wird.

Kostenbetrachtungen sind jedoch durch eine eigene spezifische Problemsituation gekennzeichnet. Einmal fußen alle Kostenbetrachtungen auf der gegenwärtigen Struktur ökonomischer Wertvorstellungen. Sie kann jedoch nur bedingt als Extrapolationsbasis verwandt werden, da eine Wertfortschreibung impliziert wird. Zum anderen sind die ökonomischen Bewertungsmöglichkeiten noch nicht so weit entwickelt, daß alle relevanten Faktoren durch Kosten adäquat beschrieben werden können (nicht jeder Prozeß kann problemlos in Preise abgebildet werden).

* *Wissensprobleme*

Wissensprobleme als spezifische Problemgruppe von Technology-Assessment-Aufgaben einzugrenzen, kann sich nur auf die Basiswissenssituation beziehen, nicht aber auf die theoretische und methodische Grundlegung von Assessments. Letzteres ist ein übergreifendes Problem, während hingegen im Rahmen jeder Technology-Assessment-Aufgabe (selbst im Falle methodischer Klarheit) spezifische Wissens- oder Erkenntnisprobleme auftreten können.

Wissensprobleme als objektbereicherzeugte Abbildprobleme können zum einen primär subjektiv und zum anderen primär objektiv verursacht sein /51/. Eine subjektive Verursachung von Wissensproblemen liegt dann vor, wenn der allgemeine und sachkonkrete Erkenntnisstand den Zugang zum Sachverhalt zunächst noch verschließt (z.B. Kernfusion, genetische Prozesse,...). Stößt man im Rahmen von Technikfolgenforschungen auf solche Bereiche, dann sind diese zu markieren, d.h., es sind mögliche negative Wirkungen nicht auszuschließen aber auch nicht zu verifizieren.

Eine objektive Verursachung von Wissensproblemen ist immer auch mit der Struktur des Objektbereiches verbunden. Dies gilt zum Beispiel für sehr komplexe Bereiche, für Mikrostrukturen und auch für extrem expansive Strukturen. All diesen Objektbereichen ist es gleichermaßen eigen, daß sie sich nicht nur dem menschlichen Vorstellungsvermögen entziehen, sondern daß sie auch nur sehr schwer modellierbar sind, weil die Abbildung solcher Strukturen häufig selbst von größerer Komplexität ist als der abzubildende Objektbereich.

/51/ Wissensprobleme sind selbstredend immer subjektiver Natur, die von mir gewählte Unterscheidung soll die dennoch stets gegebene differierende Ursächlichkeit ausweisen.

Die Möglichkeiten der Modellierung werden objektiv von der Kenntnis der strukturellen und zeitlichen Zusammenhänge, vom Entwicklungsstand des theoretischen Hintergrundes des Sachverhaltes sowie vom theoretischen Niveau der Modellierungskonzepte bestimmt. So ist beispielsweise zu beachten, daß wirkliche (und im Prinzip bekannte) Zusammenhänge von Zufälligkeiten durchbrochen werden können, daß zu entwickelnde Modelle in ihrer Abbildstruktur nicht komplexer als das Original werden dürfen und daß entsprechende mathematische Voraussetzungen zur Modellbildung gegeben sein müssen.

Hier gilt es Näherungen zu entwickeln, die die funktionale oder prozessuale Adäquatheit gewährleisten.

Wissensprobleme treten aber auch dann auf, wenn die Untersuchungsdauer zu groß oder die erzeugte Informationsflut nur schwer zu bewältigen ist.

* *Wertprobleme*

Obgleich Technology Assessment insbesondere hinsichtlich der Beratungsfunktion mit der "Selbstverpflichtung" verbunden ist, auf Bewertungen zu verzichten - dies entspricht dem Grundanliegen von Technology-Assessment-Studien - beruhen erarbeitete Informationen nicht selten auf bereits bewerteten Sachverhalten, die Untersuchungsgrundlage sind. Die Absicht, nur die Wissensbasis für Entscheidungen zu liefern, wird damit häufig unbemerkt durchbrochen. Zugleich ist davon auszugehen, daß Bewertungen auch bereits bei der Formulierung der Aufgaben impliziert werden. Auf diese Weise kann ein wertgeprägter Untersuchungsraum entstehen, der zwar Erkenntnisse liefert, aber nicht alle Möglichkeiten erfaßt. In beiden Fällen ist eine Wertvorprägung zu konstatieren, die im Rahmen der Problemkonstituierung zu erkennen und auszuweisen ist. /52/

Für die differenziert dargestellten Problemtypen gilt generell, daß sie wiederum übergreifend von Problemen auf noch allgemeinerer Ebene durchdrungen werden können. Dazu gehören zunächst, wie bereits mehrfach dargelegt, *Komplexitätsprobleme*. Probleme dieser Art sind so elementar, daß sie auf jeder Objekt- und Abbildebene entstehen können. Sie sind eine Folge der nahezu unbegrenzten Wechselwirkungsvielfalt und der daraus erwachsenden Prozeß- und Strukturbildung, die ihrerseits Resultat von Bedingungen und Bedingungsgefüge zugleich ist. Komplexitäten lösen stets jedoch auf jeder Abbildebene Abbildprobleme aus, oder sind Charakteristikum für Abbildprozesse.

/52/ Wertprobleme im engeren Sinne, die entscheidungsbedingt entstehen, verkörpern jedoch ein eigenständiges, sehr komplexes und nur separat aufzuarbeitendes Problemfeld, das nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung ist. Deshalb wurde hier nur andeutungsweise auf jene Aspekte von Wertproblemen verwiesen, die die theoretische und methodische Struktur von Assessments zu beeinflussen vermögen.

Mit der Wechselwirkungsvielfalt, die letztlich Komplexitäten hervorbringt, bekommen häufig auch Zufälligkeiten eine andere Dimension. Es entstehen *Zufallsprobleme*, die wiederum querschnittartig jeden Problemtyp beeinflussen. Es handelt sich deshalb hierbei ebenfalls um *Metaprobleme*, weil Zufälligkeiten als ungerichtete Wirkungskomponenten jede Art von Wechselwirkung zu beeinflussen vermögen. Dies ist sowohl auf der Objektebene (und hier in jedem Bereich) als auch auf der Abbildebene möglich. Ihr Wirken ist vorwiegend an Knotenpunkten von Funktion, Prozeß oder Entwicklung bedeutsam, weil es hier vor allem bei indifferenten Zuständen zu "Weichenstellungen" kommen kann. Es ist deshalb durchaus bedeutsam, zufällige Einflußgrößen auf systematische Weise in Betracht zu ziehen. Dies ist am ehesten dann möglich, wenn Wirkungsräume (Möglichkeitsfelder) erschlossen und Wechselwirkungswahrscheinlichkeiten bestimmt werden. Um dies jedoch tun zu können, sind metatheoretische Denk- und Erkenntnisstrukturen (Stochastik, mathematische Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen,...) erforderlich.

Die bis hier dargestellte Problemdifferenzierung vermag die Komplexität der Einzelprobleme zwar nicht aufzuheben. Sie bietet aber die Möglichkeit, Technology-Assessment-Aufgaben gezielt zu analysieren, um deren theoretische Bearbeitung effektiv zu ermöglichen. Die Identifikation der jeweils dominierenden Probleme schafft die Voraussetzungen für adäquate Modellbildung.

5.2. Objektbereich und Gegenstand

Ein weiterer Ansatzpunkt und zugleich ein zentrales Problem für eine Explikation von Theorie und Methoden der Technikfolgenforschung ist mit der Frage nach dem *Objektbereich*, welcher Technology Assessment auf wissenschaftlicher Ebene abbildet, ausgewiesen. Aus den Untersuchungen der Technology-Assessment-Studien läßt sich ableiten, daß Technology Assessment nicht durch spezifisches natur-, technik- und/oder gesellschaftswissenschaftliches Wissen repräsentiert wird. Vielmehr ist es die Struktur der Koppelung dieser Wissensteile, die eine systematische Abgrenzung der Technology-Assessment-Forschungsergebnisse von den entsprechenden einzelwissenschaftlichen erfordert und ermöglicht. Bezogen darauf sind zunächst zwei charakteristische Momente abhebbar.

- * Erstens werden die in Technology-Assessment-Ergebnissen integrierten Wissensinhalte als "*transdisziplinäres Vertiefungswissen*" verbunden, so daß eine wissensbasierte Koppelungsstruktur entsteht und
- * zweitens erfolgt eine Erkenntnisstrukturierung in Anlehnung an die Prozeßverläufe, so daß eine "*Wenn-Dann-Wissenskoppelung*" entsteht.

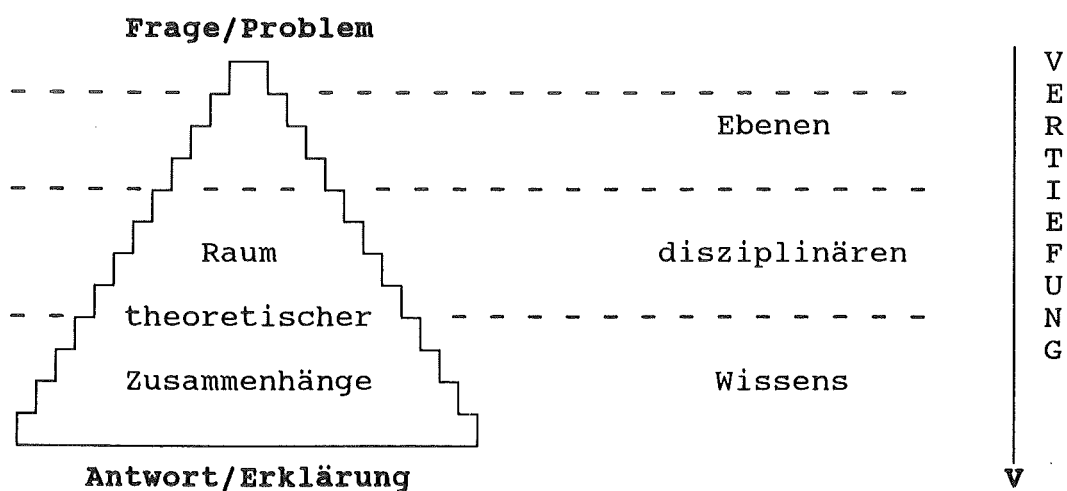
Ersteres heißt, daß die Assessment relevanten technischen Prozesse in ihrer komplexen Wirkung zu einem wesentlichen Teil durch die subordinierten natürlichen bzw. die nachgeordneten sozialen Prozesse in ihren Konsequenzen verstanden werden können. Dies erfordert die disziplinäre theoretische Vertiefung der technischen Prozesse, was zu einem *pyramidenartigen Wissensaufbau* (siehe Abbildung 5.b.) führt, der die ursächlichen Wechselwirkungen auf immer elementarerer und/oder komplexeren Ebenen zu beschreiben hat und damit disziplinäres Wissen durchquert.

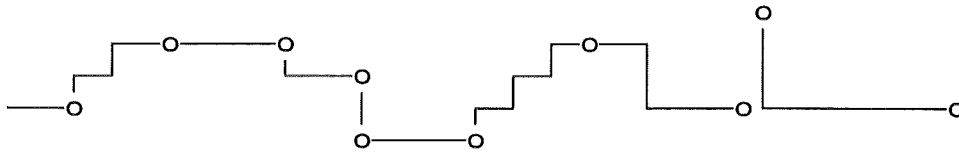
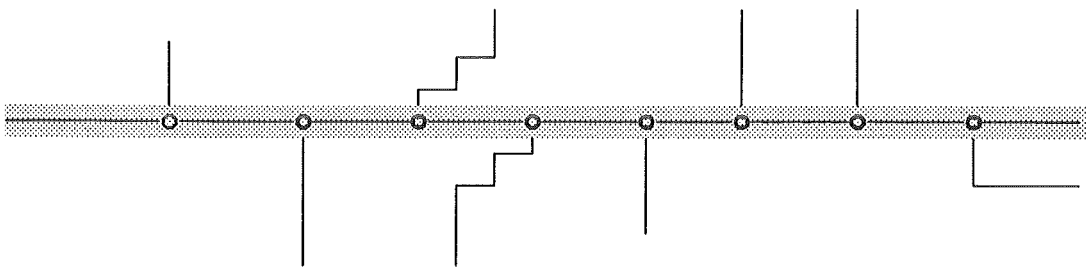
Der zweite Fall - als "Wenn-Dann-Koppelung" bezeichnet - verfolgt kausale Wirkungsketten, die der Linie einer Realkoppelung entsprechen. Es handelt sich hierbei um eine multidisziplinäre Beschreibung der Wirkungslinie eines Sachverhaltes, die primär der Prozessstruktur entspricht und deshalb nicht als theoretisch-systematische Vertiefung von Wissen gelten kann. Dabei ist interessant, daß die spezifische Reflexion technischer Sachverhalte vermittelt über den inneren Zusammenhang des Prozesses zugleich integrierend und vereinheitlichend auf die disziplinäre Struktur des Wissens wirkt.

Abstrahiert man bei einem solchen wissenschaftlichen Gesamtsystem einer Technology-Assessment-Studie von den disziplinären Wissensinhalten, so verbleibt eine typische Koppelungsstruktur. Diese Wissensstruktur, die letztlich das "Gerippe" einer Assessment-Aufgabe darstellt, ist zugleich eine spezifischtheoretische Konkretisierung von Systemstrukturen des Objektbereiches (siehe Abbildung 5.b.).

Abbildung 5.b.: Wissenskoppelungsstrukturen

* Wissensbasiert / transdisziplinäres Vertiefungswissen



* *Prozeßbasiert / "Wenn-Dann-Wissenskoppelung"**(1) funktionale Kausalkette**(2) periphere Kausalkette*

Bildet man den Inhalt des Technology-Assessment-Wissens in der oben dargestellten Form ab, *ordnet also dem theoretischen Kern eine Systemstruktur zu*, dann wird ersichtlich, wodurch eine solche Systemstruktur des Wissens erzeugt wird bzw. erzeugt werden kann. Hierfür sind zwei eng miteinander verbundene Aspekte ursächlich.

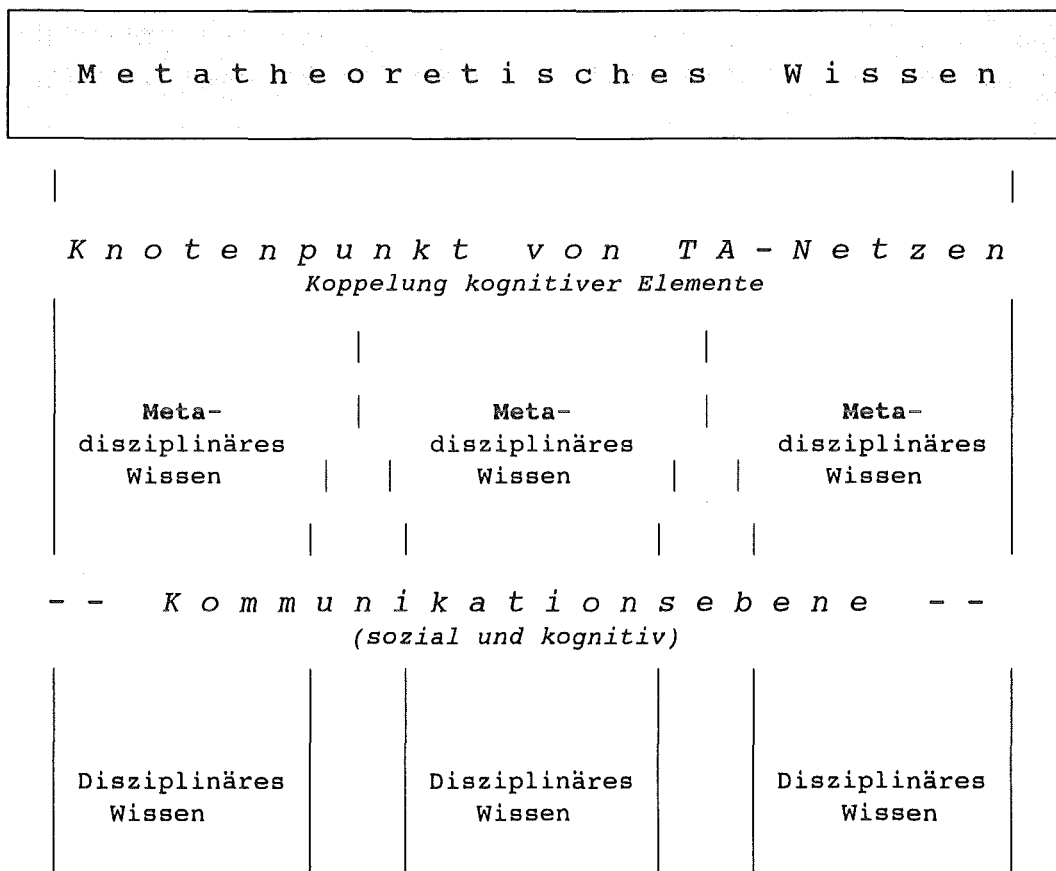
- Erstens gilt hier, daß die Struktur des Wissens die Struktur der Wirkungszusammenhänge abbildet.
- Zweitens ist die Struktur des für die Bearbeitung der Aufgabe entwickelten Systemmodells grundlegend.

Die Struktur des Systemmodells wird jedoch stets in einem kreativen Prozeß entwickelt, so daß die Systemstruktur immer auch die "Denkstruktur" der beteiligten Individuen reflektiert. Die tragende Basis für die systemische Struktur des Technology-Assessment-Wissens ist also die Struktur des Denkens, die jenen Teams eigen ist, die zunächst die Komplexität des Problems gedanklich bewältigen müssen. Insofern ist es wohl richtig zu sagen, daß ein Assessment-Team die Lösungsstruktur mittels eines virtuell-gedanklichen Netzes zu generieren hat. Es handelt sich dabei um interdisziplinäres Systemdenken, welches sowohl durch ein *gemeinsames Sprachniveau* - eine Vereinfachung und Vereinheitlichung der fachlichen Terminologie - als

auch durch die "*metadisziplinäre*" /53/ *Zuwendung* zum zu reflektierenden Objektbereich charakterisiert ist.

Eine metadisziplinäre Zuwendung zu einem Sachverhalt ist dann möglich, wenn das jeweilige Teammitglied das disziplinäre Wissen überschaut, so daß dadurch die systemische Einordnung des eigenen Wissens möglich wird. Auf dieser metadisziplinären Ebene des Denkens ist dann interdisziplinäre Kommunikationsfähigkeit möglich, die nur auf dieser Ebene interdisziplinäre Systemstrukturen zu entwickeln gestattet. Metadisziplinäres Wissen erweist sich als eine entscheidende Voraussetzung für die Problemkonstituierung und -bearbeitung bei Technikfolgenforschung. Es ist zugleich spezifisch strukturiertes Wissen zur Problemlösung, das durch die *Koppelung kognitiver Elemente* verschiedener Wissensträger entsteht (siehe Abbildung 5.c.).

Abbildung 5.c.: *Metadisziplinäres Wissen als Knotenpunkt von Technology-Assessment-Netzen*



/53/ Unter "*metadisziplinär*" verstehe ich jene *innerdisziplinäre* Wissenssebene, die bezüglich der wissenschaftlichen Einzelaussagen allgemeinerer Natur ist und die der Strukturierung sowie der Systematisierung des disziplinären Wissens dient. Es handelt sich hierbei um eine jeweils disziplinäre Wissenssebene, die, fußend auf der Konkretheit der reflektierten Objektebene, das Bindeglied zu theoretischen Metaebenen darstellt.

Die Ebene metadisziplinären Wissens als Kommunikationsebene auszuweisen heißt zugleich, daß dieses objektive Wissen in seiner Struktur vom Zusammenwirken der individuellen Wissensträger bestimmt wird. Ausgehend von dieser auf der subjektiven Ebene liegenden spezifisch-theoretischen Voraussetzung für die Komplexitätsbewältigung bei Technology-Assessment-Aufgaben, die immer interdisziplinärer Natur sein muß, ergeben sich bestimmte methodische Notwendigkeiten bzw. Konsequenzen.

- Erstens ist Technology Assessment in Prozeß und Resultat an "**Netzstrukturen**" gebunden.
- Zweitens ist Technology Assessment als themenspezifische Komplexitätsbewältigung an "**Metamethoden**" /54/ gebunden, die in Form einer Lehr- bzw. Lernmethodik Verwendung finden können.

Der Begriff "**Netzstrukturen**" erfaßt zunächst die Notwendigkeit organisatorisch-gegenständlicher Netze. Hierbei handelt es sich primär um die Zusammensetzung von Teams, die sozusagen die materielle Voraussetzung für das Entstehen einer ideellen Koppelungsstruktur ist. Dabei sind die jeweils vertretenen Wissenschaftsdisziplinen für die Teamstruktur sekundär, von zentraler Bedeutung ist die Fähigkeit der einzelnen Teammitglieder, auf der Metaebene der eigenen Disziplin zu denken. Dies ist an ein entsprechendes Sprachniveau gebunden, welches die Spezifik der eigenen Fachtermini durch adäquate Verallgemeinerung überwindet. Durch diese Verallgemeinerung auf der jeweiligen Disziplinenebene wird objektiv die Basis für eine thematische Interdisziplinarität geschaffen.

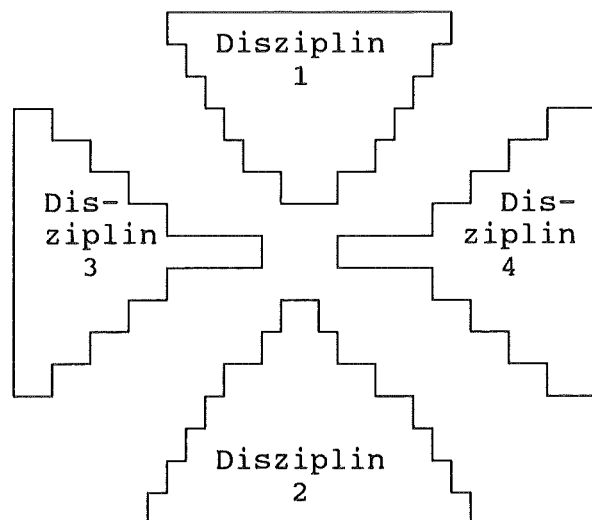
Um solche subjektiv-individuellen Integrationsprozesse nachvollziehbar zu machen, wäre es erforderlich, die an Integrationsprozessen beteiligten Wissenschaftsdisziplinen hinsichtlich der Ebenen der internen Wissenstruktur zu untersuchen. Es müßte eine Explikation metadisziplinären Wissens vorgenommen werden. Dabei ist jedoch zu beachten, daß die Nachvollziehbarkeit an disziplinäre Kenntnisse gebunden ist, da ohne diese Kenntnisse die allgemeineren Termini inhaltslos würden. Andererseits bieten nur diese allgemeinen Begriffe die Möglichkeit zur Wissenskoppelung. (Abbildung 5d skizziert diesen Prozeß.) Bildhaft ausgedrückt heißt dies, daß die Begriffspyramiden der verschiedenen Disziplinen am disziplinären Maximum ihrer Verallgemeinerung integrabel sind.

/54/ Der Begriff "Metamethode" wurde von mir in Anlehnung an die Begriffe "Metatheorie" und "Metadisziplin" gewählt, um die prozessuale Einheit des Technology-Assessment-Erkenntnisprozesses zu veranschaulichen. Unter methodologischem Aspekt wäre es genauer, von "Allgemeinsten Methoden" zu sprechen, da erst mit deren Hilfe konkretere Methoden zur Anwendung gebracht werden können.

Ideell-virtuelle Netze sind nicht mit dem Prozeß (dem Inhalt oder der Methode) des "Brainstorming" zu identifizieren, sie sind vielmehr bereits die Vorstufe bzw. der Hintergrund einer *neuen kognitiven Ebene*, die in sich hierarchisch strukturiert ist. Dies zeigt sich auch darin, daß in ideell-virtuellen Netzen (brain networks) auf drei Ebenen kompatibel gedacht werden muß. Erstens auf metatheoretischer Ebene, repräsentiert durch das Systemdenken des Teamchefs; zweitens auf metadisziplinärer Ebene, repräsentiert durch das Denken jedes Teammitgliedes in gleicher Weise und drittens auf disziplinärer Ebene, repräsentiert durch jedes Teammitglied in verschiedener Weise. Komplexitätsbewältigung wird also mit dem "Aufbau" solcher virtuellen Netze ermöglicht. Sie schöpfen ihre Potenz nicht aus der Addition des Denkens, sondern sie kommt durch eine flexible und dynamische Koppelung metadisziplinär denkender Wissensträger zustande. Es ist dies die (noch) immer unverzichtbare Vorstufe auch jeder formalisierten Bearbeitung von Technology-Assessment-Aufgaben.

Notwendig sind solche ideellen Netzstrukturen, weil Komplexität auf der Objektebene nur durch Komplexität auf der Ebene des Denkens bewältigt werden kann. Teams und Technology-Assessment-Netzwerke bieten hier die Möglichkeit, die institutionelle Voraussetzung für virtuelle Netze zu schaffen.

Abbildung 5.d.: *Integration vermittelt metadisziplinärer Begriffe*



Mit der Entwicklung und Verwendung von "Metamethoden" werden methodisch im Detail nicht bestimmbare Problemlöseprozesse, wie sie sich in ideell-virtuellen Netzen vollziehen, transparent und nachvollziehbar gemacht. Dies ist deshalb notwendig, um die fehlenden sachbezogenen Algorithmen überhaupt erst entwickeln zu können. Es ist dies nicht der Verzicht auf eine theoretische und methodologische

Durchdringung des Technology Assessment, vielmehr ist es die einzige, der Problemsituation angemessene Form zur Unterstützung methodischer Arbeit.

Eine metamethodische Bearbeitung von Technology-Assessment-Aufgaben ist jedoch kein bloßer Rückgriff auf allgemeine Methoden zur Problemlösung. Vielmehr ist es zwingend selbst in solchen metamethodischen Strukturen die Spezifik von Technology-Assessment-Problemen aufzuarbeiten. Diese *theoretische Spezifik des Technology Assessment* zeigt sich im wesentlichen in folgenden Punkten:

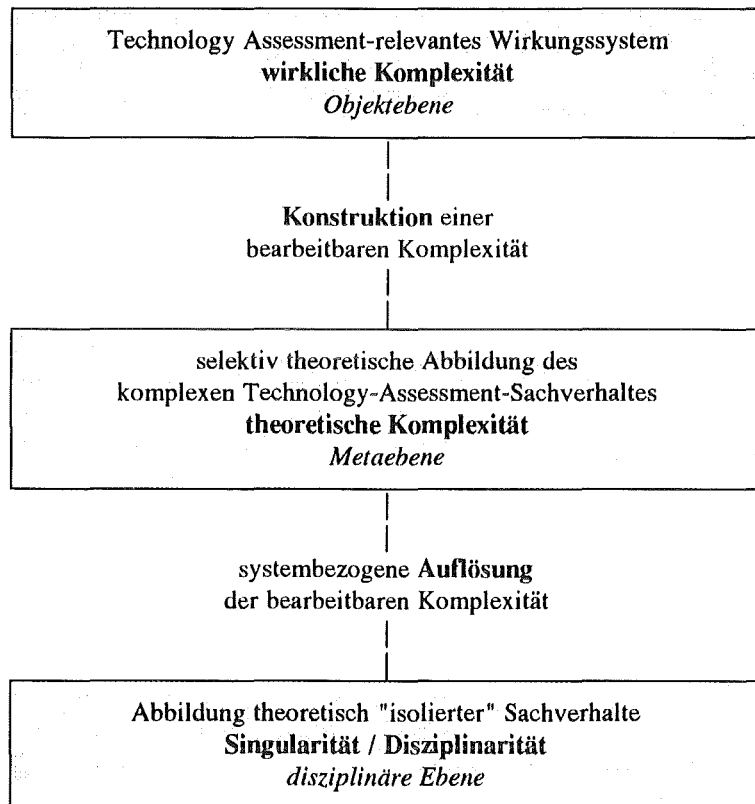
- * Objektbereich und wissenschaftlicher Gegenstand sind von hoher Komplexität.
- * Die Wissensbasis ist disziplinübergreifend integrativ und bezüglich des Objektbereiches unstrukturiert.
- * Die Problemkonstituierung ist ein ideell-subjektiver Prozeß, der für die Modellentwicklung grundlegend ist.
- * Die Konstituierung des Forschungsproblems und die Entwicklung der empirischen Basis sind iterative Prozesse.
- * Die komplexen Strukturen des Objektbereiches bedürfen einer theoretisch begründeten Transformation in komplexe, aber bearbeitbare Wissenstrukturen. Hier müssen neben den Inhalten besonders die strukturellen Spezifika der komplexen Zusammenhänge abgebildet werden.

Aus dieser theoretischen Spezifik von Technikfolgenforschungen lassen sich auf metamethodischer Ebene spezifische (Meta-) "Methoden der Technikfolgenforschung" ableiten. Zu solchen, in der Regel komplexen Methoden gehören:

- Die "*Strukturierung*", die eine problemadäquate Zerlegung, die damit verbundene theoretische Neuordnung und insofern die Generierung des eigentlichen Forschungsgegenstandes einer Technology Assessment-Aufgabe bestimmt.
- Die "*Extremwertbildung*", die vermittels Modellvariationen zum Erkenntnisgewinn dergestalt beitragen kann, indem Maxima und Minima von Wirkungsmöglichkeiten prognostiziert werden. Extremwertbildung in diesem (nichtmathematischen) Sinne könnte eine besondere Form der Wirkungsprognose verkörpern, da obere und untere Grenze des untersuchten Systemverhaltens relativ genau "abschätzbar" wären.
- Die "*Linearisierung*", die der Komplexitätsreduktion dient, die jedoch ein spezifischer Abstraktionsprozeß ist, der im Bereich des technischen Verhaltens auf eine Wirkungsselektion zielt und diese in ein Modell kausaler Beziehungen abbildet. Eine Linearisierung ist keine Reduktion auf eindimensionale Zusammenhänge, Rückkoppelungen und Verzweigungen sind eingeschlossen.

- Die "**Komplexitätsreduktion**", die durch bewertende Analyse und bewertende Abstraktion die Vielfalt der Prognosemöglichkeiten theoretisch begründet zu beschränken gestattet, indem die geforderte Adäquatheit der Modelle vorab einschränkend definiert wird. (siehe Abbildung 5.e.)

Abbildung 5.e.: Prozeß der Komplexitätsbewältigung



Ziel dieser Methodenbestimmung und -zusammenstellung ist es, dazu beizutragen, die komplexen methodischen Prozesse der Technikfolgenforschung auf einer "metamethodischen" Ebene aufzulösen. Durch einen Rückgriff auf diese methodischen Ansätze ist sowohl die systematische Analyse als auch der Umgang mit Komplexität in einer bestimmten Weise strukturierbar. Die genannten Methoden bezeichnen dabei jedoch nur ein Gesamtkonzept, welches immer durch detaillierte und für sich methodisch bestimmte Schrittfolgen ausgezeichnet ist (diese Schrittfolgen sind den o.g. Methoden jeweils nach- bzw. untergeordnet).

Dem "metamethodischen" Aufschluß der Technology-Assessment-Aufgaben sind also elementare und spezifizierte Methoden zuzuordnen. Dazu gehören auch jene Methoden, die im Rahmen eines bereits strukturierten Assessmentproblems Teilprobleme (-aufgaben) zu bearbeiten gestatten (vgl. Abschnitt 3.2.).

Hinsichtlich der Lern- und Lehrspezifik erfüllen "Metamethoden" eine heuristische Funktion. In Verbindung mit allgemeinen Methoden zur Problemlösung können sie zur Kreativitätsschulung herangezogen werden. In diesem Sinne eignen sich spezifische Lehr- und Lernmethodiken zur Schaffung für die ideellen Voraussetzungen, um im Rahmen von Teamwork virtuell-ideelle Netze zur Technology-Assessment-Problemlösung (die auf metamethodisches Wissen zurückgreifen) gestalten zu können. Eine "Verlagerung" des Technology-Assessment-Methodenproblems auf die Ebene der Lehr- oder Lernmethoden ist auch deshalb sinnvoll, weil es für die Entwicklung kreativer, problemlösender Strukturen (Teams, ideelle Netzwerke) keinen festen Algorithmus gibt, es muß eine spezifische individuelle Disposition vorhanden sein.

5.3. Problem- und Aufgabenbearbeitung

Technology Assessment als Forschungsprozeß zu gestalten heißt, eine Kombination von Problem- und Aufgabenbearbeitung auf drei verschiedenen Stufen theoretisch bewältigen zu müssen. Dieser "Dreierzyklus" ist wiederum auf verschiedenen theoretischen Ebenen angesiedelt bzw. zu vollziehen, die eng miteinander verbunden sind.

- Zum ersten sind auf metatheoretischer Ebene mit "metamethodischen" Mitteln Problemkonstituierung und -lösung zu realisieren, womit auf dieser Ebene ein gegenstandsadäquater Zugang zur Konstituierung und Konstruktion eines adäquaten Modells zu ermöglichen ist. In beiden Teilaspekten sind Analyse- und Syntheseprozesse eingeschlossen, die jedoch jeweils unterschiedlich orientiert sind. Die Problemkonstituierung setzt eine Wirkungsanalyse komplexer Zusammenhänge voraus, die in eine theoretisch bewältigbare Synthetisierung der analysierten komplexen Beziehungen münden muß.
- Zum zweiten ist auf disziplinär-theoretischer Ebene eine aus der Kenntnis des Wirkungssystems abgeleitete und zugleich darauf beruhende analytische Untersuchung und eine wissensbasierte Synthese von neuen technischen Systemen zu ermöglichen. Der Syntheseaspekt kann (muß) dabei so weit greifen, daß extrafunktionale Wirkungstiefe und Wirkungsdimension neu konzipierter technischer Systeme auf ein Minimum reduziert werden. Dies wäre eine Technikfolgenforschung, deren Inhalte direkt für die Technikentwicklung nutzbar gemacht werden können, weil Technikentwicklung damit eine komplexere theoretische Grundlage erhalten würde, die disziplinär begründet und ausgebaut ist.

- Zum dritten muß jede Form einer zunächst auf allgemeiner theoretischer Ebene angelegten Technikfolgenforschung eine Konkretion erfahren, die eine Bewertung letztlich erst möglich macht. Die Konkretion des Ansatzes zur Komplexitätsbewältigung muß sich auf Produkt-, Verfahrens-, Objekt- und/oder Ortsspezifika beziehen. Diese Konkretion ist deshalb notwendig, weil erst durch die exakte Festlegung aller externen Parameter sowohl eine Wirkungsantizipation als auch eine Technikadaption stattfinden kann. Mit dem Verfahren der Konkretion werden auch die Schwankungen in der Bewertung reduziert, da der Determinationsrahmen enger abgesteckt ist.

Dieses zweite Problemfeld ist inhaltlich nur dahingehend stärker natur- und technikwissenschaftlich geprägt, weil einer assessmentfunktional orientierten Technikentwicklung Forschungskonzepte nachgeordnet sind, die es gestatten sollten, neu zu entwickelnde Technik auf ihre externen *funktionalen* Wirkungen zu reduzieren. Dieser einzelwissenschaftliche Erkenntnisprozeß beruht jedoch auf einer metadisziplinären Wissensbasis, auf deren Grundlage technische Sachsysteme zu einem fast geschlossenen System entwickelt werden, in welchem sich Technik funktional in natürliche Systeme integrieren läßt bzw. in welchem Technik systemar selbst in naturfremde, eigene geschlossene Systeme hineinentwickelt wird.

Die Elementarität beider Ebenen eines solchen komplexen Forschungsprozesses verdeutlicht, daß sich Technikentwicklung eigentlich in einem Geflecht verschiedener theoretischer und methodischer Ebenen einschließlich verschiedener Inhalte vollziehen muß. Die Basisfestsetzungen und damit die Dimensionen dieses Forschungsprozesses können dennoch durchaus verschieden sein. So kann Technology Assessment einmal als Forschungsprozeß organisiert und verstanden werden, der gegebene technische Entwicklung lediglich als (empirische) Basis nutzt, technische Entwicklung kann aber auch durch Technology Assessment komplex theoretisch fundiert werden.

Hinsichtlich der methodischen Grundlegung von Technology Assessment ist zunächst auf die Adaptionfähigkeit naturwissenschaftlicher Methoden zu verweisen. Das heißt, insofern bei Technikfolgenforschungen primär auf disziplinäres natur- oder technikwissenschaftliches Wissen zurückgegriffen wird, welches dann auch in der Systematik der Naturwissenschaften bearbeitet wird, kommt es zur "ungebrochenen" Übernahme auch der entsprechenden Methoden. "Übernehmen" steht dann für *Methodenidentität* im Falle der Bearbeitung eines der Technikfolgenabschätzung subordinierten einzelwissenschaftlichen Problems. Werden einzel-(natur- oder technik)wissenschaftliche Sachverhalte aus der disziplinären Systematik herausgelöst (im

Falle einer metadisziplinären Problemstellung), dann findet eine *Methodenadaption* statt, die die Methodenstruktur (Verlauf, Kombination) beeinflusst oder überformt.

Um Technology Assessment als einen ganzheitlichen Forschungsprozeß abwickeln zu können, muß sich diese Art von Forschung auf mindestens drei theoretischen Ebenen vollziehen bzw. auf diesen Ebenen begründet sein. Diese Ebenen sind:

1. *Metatheoretische Ebene* (systemtheoretische, wissenschaftstheoretische und technikphilosophische Grundlagen zur Problem- und Untersuchungssystemkonstituierung))
2. *Metadisziplinäre Ebene* (inhaltliche Konstituierung des wissenschaftlichen Gegenstandes, beruhend auf dem Untersuchungssystem und dem Objektbereich)
3. *Disziplinäre Ebene* (theoretisch und methodisch systemorientierte Aufarbeitung disziplinären Wissens sowie eine Neustrukturierung desselben)

Jede dieser drei Ebenen wird wiederum von drei Erkenntnislinien theoretisch begründeten Vorgehens durchzogen, die sowohl nacheinander als auch rückgekoppelt bearbeitet werden müssen. Dazu zählen:

1. *Analyse der Wirkungen bzw. der Wirkungssysteme von Technik*
2. *Synthese des zu generierenden neuen Wirkungssystems, einschließlich dessen Wirkungsanalyse (Untersuchung von technikinduzierten Systemwirkungen) hinsichtlich der Gesamt- und der Teilsystemwirkungen*
3. *Untersuchungen zu technikfunktionalen und zu technikfunktional-peripheren Wirkungen, einschließlich deren ebenenbezogenen theoretischen Darstellung (verschiedene Verallgemeinerungs- und Abstraktionsniveaus)*

Jede dieser drei Erkenntnislinien ist sowohl von relativer Eigenständigkeit als auch zugleich Voraussetzung und Folge der Bearbeitung der jeweils anderen Ebene. Der jeweils ausgewiesene Objektbereich wird dann auf jeder Ebene hinsichtlich jeder Erkenntnislinie erschlossen. In diesem Prozeß werden die Forschungsinhalte für eine systematische Bearbeitung generiert, was zugleich zu einer methodischen Bestimmung des Technology Assessment in jedem konkreten Fall führt.

5.4. Empfehlungen zum theoretischen Aufschluß der Analysefelder

Ein methodisch durchstrukturiertes Technology Assessment kann sich nicht (wie in Abschnitt 3.2. dargelegt) auf jene Methoden beschränken, die dem Technology As-

essment häufig direkt zugeordnet werden. Vielmehr ist es unverzichtbar, den gesamten Untersuchungsprozeß nach wissenschaftlich bestimmten Gesichtspunkten zu gliedern und insofern einer systematisch-methodischen Auflösung bzw. gedanklichen Elementarisierung zu unterziehen. Diese "Auflösung" dient der Offenlegung der Notwendigkeiten und Möglichkeiten der Verwendung von zunächst allgemeinen Methoden (Induktion, Deduktion, Phänomenologie bzw. in noch elementarerer Form der methodischen Grundprozesse Abstraktion, Konkretion, Verallgemeinerung, Analyse und Synthese). Eine solche Vorgehensweise ermöglicht es einerseits Erkenntnisprozesse auf einer elementaren Ebene in Forschungsprozesse zu transformieren, sie ermöglicht es andererseits auch ein komplexeres methodisches Vorgehen zu applizieren bzw. zu generieren.

Zu diesen analytischen Zwecken ist es deshalb sinnvoll, die "Gesamtumgebung" des Technology Assessment in einem ersten Schritt auf einer Metaebene in verschiedene Analysefelder zu unterteilen. Diese Analysefelder dienen einem theoretisch-systematischen Zugang und entsprechen einem empirisch-methodischen Aufschluß des Aufgabenfeldes. Die Analysefeldern verstehen sich als abspaltbare Teilprobleme, die zugleich eine theoretisch begründete Vereinfachung der insgesamt komplexen Problemsituation von Technology Assessment ermöglichen. Der nachfolgende Versuch einer solchen Bestimmung eines Analysefeldes markiert einerseits diese Untersuchungsgesichtspunkte, und er beschreibt andererseits wichtige Momente des empirisch-methodischen Vorgehens.

Da eine jede methodologische Analyse von Technology Assessment auch jenen "Raum" beachten muß, der den Forschungsprozeß und damit auch die Methoden extern bestimmt, ist die Aufteilung in die nachfolgend aufgeführten Analysefelder zugleich ein Aspekt der vielfältigen Determinationsebenen von Technology-Assessment-Aufgaben. Die genannten Analysefelder sind so strukturiert, daß sie

- die interessenbestimmte Subjektebene (Zielraumanalyse),
 - die technikgeprägte Objektebene (Kausalitätenanalyse) und
 - die subjekt- wie objekt determinierte Abbildebene (Aussagen- und Modellanalyse)
- erfassen. Sie bilden zugleich Schwerpunkte der Studienmethodik ab.

Analysefeld Zielraum

Grundgedanke einer Untersuchung der Zielsetzung ist es, den Suchraum wissenschaftlicher Erkenntnisprozesse durch die Kenntnis der Ziele genauer

einzugrenzen. Aus der Ganzheit des Zielraumes werden für empirische Untersuchungen jedoch nur jene Zielsetzungen ausgewählt, die *methodisch* zu determinieren sind. Gemeint sind damit zum einen technisch-inhaltliche Ziele, die den Forschungs- und Entwicklungsprozeß direkt bestimmen, die sich also letztlich in *technischen Zielparametern* ausdrücken lassen. Zum anderen Ziele, die sich auf Struktur, Inhalt und Umfang von Assessments auswirken.

Auf eine tiefergehende, daß heißt eine gesellschaftstheoretische Begründung der Zielsetzung in deren gesamten Komplexität kann verzichtet werden. Wichtig ist die Kenntnis technischer Zielparameter, weil durch diese Parameter Strukturen des Technischen (kausale Gefüge) vorgegeben und zugleich "rückwärts" nachvollziehbar werden. Für eine methodisch definierte Untersuchung ist dies deshalb bedeutsam, weil technikinterne Kausalitäten zugleich die logische Struktur der Technik verkörpern und deren Kenntnis damit auch den methodisch bestimmten Zugang zu außertechnischen Wirkungsgefügen ermöglicht. (Die vergegenständlichte Logik technischer Sachsysteme und Schrittfolgen der Erkenntnis sind korrelativer Natur.)

Für die Entwicklung einer sozialinduzierten innovativen Technikbewertung ist jedoch eine umfassendere Zielsetzungsuntersuchung erforderlich, eben um Problemprognose auf einer der Technik übergeordneten Ebene betreiben zu können. Hier müssen all jene Ziele erfaßt werden, die Technikentwicklung systematisch beeinflussen. Zu solchen technikübergreifenden Zielen gehören beispielsweise:

- * gesellschaftliche Ziele (soziale, wirtschaftliche, ökologische, ...)
- * Unternehmensziele
- * Individualziele
- * Zielbestimmung durch den Auftraggeber der Studie

Die Kenntnis der unterschiedlichen Zielsetzungen ermöglicht die Modellierung eines "Zielraumes", was einer Möglichkeitsfeldanalyse entspricht, und zwar einer solchen, die die auf Technik gerichtete Interessenstruktur erfaßt und abbildet. Damit würde ein Handlungsraum sichtbar, in dem sich technische Entwicklung vollziehen könnte.

Analysefeld Kausalitäten

Anliegen dieser Kausalitätenanalyse ist eine spezifisch abstrahierende metatheoretische Reflexion disziplinärer Forschung, die auf die Ermittlung primärer, sekundärer und rückgekoppelter Technikwirkungen zielt. Eine Analyse dieser Art ist zwar an die detaillierte Kenntnis natürlicher und technischer Vorgänge gebunden und insofern disziplinärem Wissen verpflichtet, muß aber insbesondere ein übergeordnet-abstraktes Wirkungsgefüge erkennbar werden lassen. Deshalb ist mittels dieser Wirkungsanalyse der gesamte Wirkungsraum zu beschreiben, zumindest in der Modellform eines Vektorraumes (die Vektoren beschreiben die Wirkungsrich-

tung und die Wirkungsintensität). Zweckmäßig erscheint deshalb eine "Auflösung" eines jeden Technology-Assessment-Gesamtkonzeptes soweit, bis jene Bereiche erkennbar werden, die die "reine" empirische Basis und damit weitgehend frei von Untersuchungsannahmen sind. Die Findung solcher *elementarer empirischer Ausgangsgrößen* ist zwar aus prinzipiellen Gründen nur sehr eingeschränkt möglich, erscheint aber dann erreichbar, wenn man dem Untersuchungskonzept der *Wirkungsanalyse* folgt. Grundlegend ist bei diesem Vorgehen, daß man Analysen und Abstraktionen allein unter der Zielsetzung des "Freilegens" von Kausalitäten vornimmt, so daß auf dieser Ebene ein umfassendes Wirkungsmodell von Technik synthetisierbar wird.

Wie bei einem Schalenmodell ist den systemübergreifenden Wechselwirkungen des "rein" technischen Systems zu folgen und das jeweils größere System zu analysieren, um die dort typischen Wirkungszusammenhänge zu ergründen. Dabei sind alle relevanten Wirkungsschnittstellen zu fixieren, deren quantitative Dimensionen zu erfassen sowie zugehörige Bewertungserfordernisse zu registrieren. Komplexitäten sind in System- und Elementstrukturen aufzulösen, um sie theoretisch handhabbar zu machen. Dazu gehört:

* Erstens Systemgrößenanalyse in nachfolgend dargestellter Systematik :

- 0. technisches System
- 1. technische Umgebung des technischen Systems;
- 2. natürliche Umgebung des technischen Systems;
- 3. soziale Umgebung des technischen Systems;

* Zweitens Analyse verschiedener Systemaspekte :

- a) Analyse der stofflichen Koppelungen, Schnittstellen und Wechselwirkungen
- b) Analyse der energetischen Koppelungen, Schnittstellen und Wechselwirkungen
- c) Analyse der informationellen Koppelungen, Schnittstellen und Wechselwirkungen

Analysefeld Begriffe, Aussagen und Modelle

Technology Assessment wird stets auch durch in anderen Gebieten entwickelte und genutzte Methoden wissenschaftlichen Arbeitens geprägt. Insofern werden spezifische Erkenntnissituationen des Technology Assessment quasi extradisziplinär methodisch und fachsprachlich dargestellt und abgehandelt. Dabei ist es einerseits von Interesse, Aspekte einer spezifischen Adaption dieses dem Technology-Assessment fremden wissenschaftlichen Vorgehens aufzudecken, andererseits sind bestimmte Begriffe, Aussagen- und Modellstrukturen in ähnlicher Weise für theoretische und methodische Besonderheiten des Technology Assessment charakteristisch und insofern fortzuschreiben.

Um dies zu differenzieren und kenntlich zu machen empfiehlt es sich, die verschiedenen Objekte der Metaebene des Technology Assessment zu untersuchen. Dazu gehören Betrachtungen elementarer wie komplexer Abbilder.

Begriffe und Aussagen sind elementar, sie konstituieren Modelle und Methoden. Innerhalb dieser Elementarität sind sie zugleich immer direkt inhaltlich bestimmt, also in eineindeutiger Relation zum Sachverhalt. Verfolgt man diese elementaren gedanklichen Strukturen (empirische Aussagen, theoretische Aussagen, Behauptungen, Sollsätze, ...), dann entsteht nicht nur ein spezifisches fachsprachliches und methodisches Abbild von Technology Assessment (Abbild eines Abbildes), sondern es wird möglicherweise eine aussagenlogische Struktur abhebbar. Gleichzeitig sind vermittels der Aussagestrukturen eventuelle Verifikationsgrade der Erkenntnisse zu ermitteln, ableitbar aus der Aussagenbasis, dem Aussagentyp, dem Abstraktionsgrad, dem Verallgemeinerungsniveau usw.. Parallel dazu sind auch die an den Schnittstellen verschiedener Disziplinen entstandenen Wissens-elemente - möglicherweise auch in Gestalt charakteristischer Fachtermini - für weitergehende Betrachtungen nutzbar. /55/

Komplexerer Natur sind Modellbildungen, die hinsichtlich der theoretischen Aufarbeitung der empirischen Daten Zwischenstufen und in diesem Zusammenhang zugleich wesentliche Basis jeder Voraussage sind. Es ist deshalb zu empfehlen, die Modellentwicklung und die Auswahl der Modellart einer differenzierten Betrachtung zu unterziehen, eben weil Modelle ein konstitutives Moment von Technikfolgenforschung sind. Die Modellentwicklung hat deshalb einerseits nach modelltheoretischen Gesichtspunkten zu erfolgen, sie muß aber andererseits auch auf jene komplexen Zusammenhänge des Technology Assessment Bezug nehmen, die zwangsläufig modellbildend wirken. Von besonderem Interesse für Technikfolgenforschung ist demzufolge die Entwicklung problemadäquater Modelle. In diesem Kontext interessieren weder solche Modelle, die sich durch ihre Komplexität noch durch ihre relativ hohe Abbildadäquatheit auszeichnen. Vielmehr ist nach Modellstrukturen zu suchen, die eine definiert selektive und stringente Wirkungsbeschreibung ermöglichen. Möglicherweise kann dann auch auf die Verwendung mehrerer konkurrierender Modelle verzichtet werden, weil durch ein charakteristisches Technology-Assessment-Modell (bzw. durch eine adäquate Modellmethode / z.B. durch Parametervariation) den jeweiligen Erkenntniserfordernissen Rechnung getragen würde.

/55/ Weitergehende Untersuchungen zum Technology Assessment sollten auch das Problemfeld der terminologischen und begrifflichen Bestimmtheit aufgreifen.

Schlußbemerkung

Zusammenfassend sei festgehalten, daß Technology Assessment eine Fülle theoretisch relevanter und bedeutsamer Probleme aufzuarbeiten hat. Dies ist letztlich nur dann erfolgreich möglich, wenn die notwendigen Erkenntnisprozesse methodisch aufgeklärt sind. Insbesondere die Kapitel vier und fünf machen deutlich, mit welchem methodischen Verständnis und Vorgehen Technology Assessment in Technikfolgenforschung überführt werden kann. Gleichwohl handelt es hierbei nur um theoretisch begründete Anregungen, die der jeweils konkreten Umsetzung bedürfen.

Anhang

Szenario-Methode nach Batelle

S 1: Untersuchungsfeld definieren:

Das Untersuchungsfeld ist das Thema des Szenarios, im Fall der Technikfolgenabschätzung also die Identifizierung möglicher Auswirkungen (Technology-Assesment 6).

S 2: Umfeld strukturieren:

Hier werden Faktoren, die das Untersuchungsfeld direkt oder indirekt beeinflussen, gesammelt, thematisch strukturiert und zu Umfeldern gebündelt. Jedes Umfeld soll möglichst alle Einflußfaktoren enthalten, die für die Entwicklung des Untersuchungsfeldes wichtig sein können. Für die Technikfolgenabschätzung ergeben sich diese Umfeldern im Zusammenhang mit der zu untersuchenden Technik (Technology-Assesment 1, Technology-Assesment 2, Technology-Assesment 3, Technology-Assesment 4). Diese Faktoren sind in der Form von Kenngrößen, Variablen oder Merkmalen so zu charakterisieren, daß ihnen Entwicklungsrichtungen zugeordnet werden können: es werden Deskriptoren gebildet.

S 3: Entwicklungsrichtungen projizieren:

Wenn alle für ein Umfeld relevanten Deskriptoren feststehen, wird ihr Ist-Zustand ermittelt. Ausgehend davon werden für jeden einzelnen Deskriptor Annahmen über seine zukünftige Entwicklung getroffen (Technology-Assesment 5). Deskriptoren, die unstrittig eine klare eindeutige Entwicklung nehmen werden, bezeichnet man als unkritische Deskriptoren. Deskriptoren, für die sich mit guter Begründung zumindest zwei unterschiedliche Entwicklungen angeben lassen, werden kritische Deskriptoren genannt.

S 4: Konsistente Annahmenbündel bilden:

Hier geht es darum, aus den ermittelten Deskriptorenentwicklungen in sich konsistente und widerspruchsfreie Annahmenbündel zu bilden, also die angenommenen Entwicklungsrichtungen darauf zu prüfen, ob sie miteinander zu vereinbaren sind und sie entsprechend miteinander zu verknüpfen. Dies kann intuitiv geschehen (z.B. Kahn, Tofler, Naisbitt) oder mit Hilfe der sogenannten Cross-Impact-Methode, die die gegenseitigen Beeinflussungen der projizierten Entwicklungen als Matrix abbildet. Diese Annahmenbündel sind das Gerüst der Szenarien.

S 5: Szenarien ausarbeiten:

Aus dem Gerüst müssen anschauliche Zukunftsbilder gestaltet werden. Wenn die Annahmen über die Entwicklung der unkritischen Deskriptoren nicht schon im vorhergehenden Schritt einbezogen wurden, so müssen sie nun zu den jeweiligen Annahmenbündeln hinzugefügt werden. Bei der Formulierung ist darauf zu achten, daß der Blick in die Zukunft nicht zu abstrakt, aber auch nicht zur Science-Fiction gerät. Zudem muß aus dem Text hervorgehen, wie sich die jeweilige Zukunft im Laufe des betrachteten Zeitraums aus der Gegenwart heraus entwickelt hat.

S 6: Störereignisse prüfen:

Die bis hierhin vorliegenden Zukunftsbilder basieren auf in sich konsistenten Annahmen und beschreiben einen stimmigen und stetigen Entwicklungsverlauf, der absichtlich keine Brüche enthält. Hier wird nun geprüft, wie stabil oder wie labil diese stetigen Entwicklungsverläufe gegenüber überraschenden Ereignissen sind. Sollte sich herausstellen, daß eine oder mehrere Entwicklungslinien empfindlich auf Störereignisse reagieren, so kann der bisherige Entwicklungsverlauf an die veränderten Bedingungen angepaßt und neu gestaltet werden.

S 7: Konsequenzen für das Untersuchungsfeld ableiten:

An dieser Stelle gibt es zwei Vorgehensweisen. Wenn das zu untersuchende Szenario-Thema bereits sehr konkret formuliert und strukturiert werden konnte, dann genügt es, aus den Umfeldszenarien Probleme und Chancen für das Untersuchungsfeld abzuleiten. Bei Szenario-Themen, die Orientierungscharakter haben oder einer Standortbestimmung dienen, ist es notwendig, die sich aus den entworfenen Zukunftsbildern ergebenden Konsequenzen für das Untersuchungsfeld darzustellen (Technology-Assesment 8).

S 8: Handlungsmöglichkeiten identifizieren:

Hierzu gehört die Vermittlung der Szenario-Inhalte an Betroffene (Technology-Assesment 7) und an Entscheidungsträger sowie das Finden von Möglichkeiten zur Umsetzung der daraus zu ziehenden Schlußfolgerungen in mögliche Aktionen (Technology-Assesment 9).

Recherchethemen

Die für Gesamtauswahl und Überblick angefertigte Recherche weist die nachfolgend genannten Themen aus:

cc 1.02 Data processing, information and communication technologies, incl. expert systems

01. Innovation, Beschäftigung und Arbeitsmarkt. Stand und Perspektiven der Forschung.
02. Logistisch gesteuerte Wertschöpfungsketten im Ruhrgebiet
03. Kommunikationsökologie - Versuch einer Begriffserklärung
04. Begleituntersuchung zu Bildtelefon - Pilotanwendungen
05. Menschengerechte Gesamtkonzepte und Strategien und Planungs- und Bewertungskriterien zur organisatorischen und technischen Vernetzung EDV-gestützter Arbeitsplätze
06. Neue DV-Technologien und Humansierung der Arbeitsplätze im Krankenhaus (Teilprojekt aus: Möglichkeiten für eine menschengerechte Gestaltung der Arbeitsbedingungen im Pflegebereich des Krankenhauses)
07. Veränderung von Aufgabenstrukturen, Arbeitsinhalten und Qualifikationsanforderungen unter dem Einfluß einer rechnerintegrierten Produktion
13. Elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz, insbesondere an Computerbildschirmen
14. Technikdiffusion und Beschäftigungswirkungen im privaten Dienstleistungssektor
15. Expert Systems: Present state and future trends: Impact on employment and skill requirements
16. Abschätzung möglicher Anwendungen und Auswirkungen von Expertensystemen im Produktionsbetrieb. Gutachten
17. Die Zukunft der DV-Berufe
18. Medienwelten Jugendlicher
19. Jugend und Medien in Nordrhein-Westfalen
20. Neue Medien und Erwachsenenbildung - Die Auswirkungen des Kabelpilotprojektes auf den Weiterbildungssektor
21. Markt- und Anwendererfahrungen mit ISDN-fähigen integrierten Bürosystemen
22. Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in der Medizin
23. Informationssystem Umweltchemikalien
25. Ältere Menschen und neue Technologien - Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung der Kurse "Ältere Menschen und neue Technologien" der Heinrich-Thoene-VHS der Stadt Mülheim a.d. Ruhr
26. Chancen und Risiken der Vernetzung von Informations- und Kommunikationstechnologien für kleinere und mittlere Unternehmen
27. Montageautomation als Bestandteil gesamtbetrieblicher Rationalisierung
28. Methodisches Instrumentarium zur Partizipation von Arbeitnehmern bei der Entwicklung und Einführung computergestützter Arbeitssysteme (PARSYS)
29. Wissenschaftliche Begleituntersuchung über den Einsatz von Mikrorechnern (PC) im Rahmen des Computer-Investitions-Programms (CIP) am Beispiel der Hochschuleinrichtungen des Landes Berlin
30. Menschengerechte Gestaltung und Anwendung neuer Techniken im öffentlichen Personennahverkehr
31. Interessenvertretung in Medienkonzernen - Managementkonzepte und Probleme der betrieblichen und gewerkschaftlichen Interessenvertretung am Beispiel des Bertelsmann-Konzerns
32. Sozialverträgliche Gestaltungsmöglichkeiten im Bereich Mensch und Automatisierung
33. Exploration von Fallbeispielen der Vernetzungslinie CAD/PPS
34. Advanced transport systems
35. Künstliche Intelligenz, Expertensysteme - Anwendungsfelder, neue Dienste, soziale Folgen
36. Auswirkungen des Einsatzes von IuK-Techniken auf Arbeitsbedingungen, Qualifikation und Dispositionsspielräume der Mitarbeiter im Außendienst
37. Der Einsatz integrierter EDV-Softwaresysteme im Handwerk. Bestandsaufnahme, Auswirkungen auf die Beschäftigten, sozialverträgliche Gestaltungsalternativen
38. Perspektiven und Auswirkungen einer verstärkten Informatisierung des Krankenhausbereiches auf Patienten und die Dienstleistungsqualität der Versicherungsträger
39. Analyse der Rahmenbedingungen und Voraussetzungen sozialverträglicher Einsatz- und Nutzungsformen der Computertechnik im Alltag

40. Ältere Menschen und neue Medientechnologien - Kabelfernsehen im Leben älterer Menschen
41. Jugendliche Computerfans
42. Veränderung der Arbeitsstrukturen bei der Deutschen Bundespost durch die zunehmende Anwendung von neuen Technologien und ihre Auswirkungen auf die Arbeits- und Lebensbedingungen von Frauen
43. Neue Technologien und Optionen veränderten Arbeitskräfteeinsatzes in der Verwaltung
44. NRW 2000: Wirtschaft, Beschäftigung, Qualifikation und neue Techniken. Erarbeitung alternativer Szenarien und Gestaltungsvarianten gesellschaftlicher Entwicklung
45. Expertensysteme und Beschäftigung unter Berücksichtigung weiterer Elemente der "Künstlichen Intelligenz"
46. Veränderungen von Forschungs- und Ausbildungsbedingungen durch den Einsatz von Mikrocomputern an der Universität
47. Stand und arbeitsorganisatorische Probleme des Einsatzes technisch integrierter mikroelektronischer Systeme in Fertigung und Verwaltung der Unternehmen
48. Managementunterstützung mit wissensbasierten Systemen
49. Informationstechnisch bedingte raumstrukturelle Veränderungen im Frankfurter Umland, unter besonderer Berücksichtigung der Funktion des Flughafens Frankfurt
50. Speicherung und Auswertung von Hinweisen aus der Öffentlichkeit über Veränderungen in der Umwelt
51. Szenarien zum "Büro der Zukunft"
52. Erarbeitung und Einführung einer Konzeption für die menschengerechte und wirtschaftliche Gestaltung eines integrierten EDV-Systems für Produkte der auftragsbezogenen Einzel fertigung, dargestellt am Beispiel der Verkaufsabteilung für Dampfturbinen
53. Registratur und Postlauf in öffentlichen Verwaltungen
54. Entwicklung von kommunalen DV-Anwendungssystemen durch den Sachbearbeiter - Verbundvorhaben
55. Abstimmung individueller und betrieblicher Zielvorstellungen im Bereich intelligenter Dienstleistungen durch einen integrativen Organisationsentwicklungsansatz
56. Soziale Folgen neuer Kommunikationstechniken: Veränderungen der Bedeutung von Raum, Zeit und Sozialstruktur durch neue Techniken der Telekommunikation - Pilotuntersuchung
57. Entwicklung der Möglichkeiten und betrieblichen Voraussetzungen menschengerechter Formen der Arbeit bei Nutzung fortgeschrittener Systeme der Informations- und Kommunikationstechnologie bei Trägern der sozialen Krankenversicherung
58. Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK): Bearbeitung von Beurteilungskriterien für Betroffene
59. Einführung von neuen Formen der Telekommunikation - Analyse eines technischen Innovationsprozesses im internationalen Vergleich
60. Entwicklungsdynamik und gesellschaftsstrukturelle Folgen neuer Informations- und Kommunikationstechnik: 1. Die Entwicklung des Systems der interaktiven Telekommunikation in der BRD seit dem 2. Weltkrieg
61. Evaluation von verschiedenen Verfahren zur EDV-gestützten Ernährungsberatung
62. Chancen und Risiken von Expertensystemen in der Medizin

cc 3.06 Transport

01. Durchführung einer Problemanalyse zu einer Technology-Assesment-Studie über ein zukünftiges Raumtransportsystem "Sänger" Vorstudie
02. Risiken bei einem verstärkten Wasserstoffeinsatz
03. Analyse der komplexen Innovationsprozesse auf dem Gebiet der Technischen Kommunikation und ihrer wirtschaftlichen und sozialen Auswirkungen
04. Entwicklung eines Terminal Betriebsführungssystems
05. Geschwindigkeitsbeschränkungen auf Bundesautobahnen
06. Die zukünftige Entwicklung des Luftverkehrs der Bundesrepublik Deutschland unter den Bedingungen eines liberalisierten Marktes und der Kapazitätsrestriktionen im Luftverkehrssystem
07. Liberalisierung im europäischen Luftverkehr
08. Flughafen- und Luftraumkapazität

09. Ziele und Folgen möglicher Formen von Zukunftskraftstoffen
10. Einführung lärmarmen LKW in Berlin (West)
11. Menschengerechte Gestaltung und Anwendung neuer Techniken im öffentlichen Personennahverkehr
12. Verbesserung der Arbeitsbedingungen in der Physischen Frachtabfertigung bei der Deutschen Luft-hansa AG - Hauptphase
13. Nachfrage nach Verkehrsleistungen alternativer Bahnsysteme in Europa im Jahr 2000
14. Substitution von Verkehr durch Kommunikations- und Informationstechnologien
15. Finanzielle und kapazitive Auswirkungen von Schnellbahnen auf den künftigen innerdeutschen Linienluftverkehr
16. Advanced transport systems
17. Technology-Assesment-Konzeption Verkehr
18. Einsatzfelder neuer Schnellbahnsysteme - Ökologische Untersuchungen für ein Magnetbahnsystem
19. Einsatz lärmarmen Nutzfahrzeuge in Städten - Modellversuche
20. Analyse der Lärmsituation und wissenschaftliche Erarbeitung von Maßnahmen zur Lärminderung sowie Untersuchung von deren Folgewirkungen in Städten und Gemeinden, speziell in Kur- und Erholungsorten
21. Optimal Control Strategies for Reducing Emissions from Energy Conversion and Energy Use in all Contries of the European Cummunity
22. Die Entwicklung der Schadstoffemissionen aus dem Kfz-Verkehr. Eine Bilanz der Auswirkungen der EG-Beschlüsse und der steuerlichen Anreize zum schadstoffarmen PKW
23. PKW, Bus oder Bahn - Ein Vergleich der Schadstoffemissionen und des Energieverbrauchs im Stadtverkehr für 1984 und 1995
24. Flexibilisierung starrer Zeitsysteme
25. Menschengerechte Anwendung neuer Techniken im öffentlichen Personennahverkehr - Wirtschaftswissenschaftliche Begleitforschung und Evaluation
26. Raumbedeutsamkeit von Schnellfahrtstrecken im Schienenverkehr 1985
27. Raumstrukturelle Wirkungen von Schnellfahrtstrecken im Schienenverkehr - Auswertung ausländischer Beispiele
28. Sozioökonomische Auswirkungen bei der Einführung eines spurgebundenen Schnellverkehrssystems mit neuer Technologie im europäischen Fernverkehr (Phase II)
29. Voruntersuchung zur Anwendbarkeitsstudie "Magnetbahnsysteme" - Auswahl einer Anwendungsstrecke
30. Bedingungen für den volkswirtschaftlich effizienten Betrieb einer Magnet-Schwebbahn
31. Umverteilung des städtischen Personenverkehrs
32. Einführung lärmarmen Nutzfahrzeuge in Städten und Gemeinden der Bundesrepublik Deutschland (Vorstudien)
33. Studie zur Entwicklung eines Schienenschnellverkehrsnetzes in der Europäischen Gemeinschaft
34. Nachfragebestimmung für potentielle Einsatzstrecken von Rad/Schiene- und Magnetschnellbahnen (u.a. Köln - Frankfurt, Frankfurt - Paris)
35. Auswirkungen alternativer Schnellbahnvarianten Berlin - Hannover auf den Personen- und Güter-verkehr
36. Neue Formen der Telekommunikation und beruflicher Personenverkehr
37. Szenarien der wirtschaftlichen Entwicklung der EG bis zum Jahr 2000
38. Die Öffentlichkeitsbeteiligung bei der Genehmigung von umweltrelevanten Großvorhaben - rechtliche Grundlagen und praktische Erfahrungen
39. Energie für den Verkehr. Eine systemanalytische Untersuchung der langfristigen Perspektiven des Verkehrssektors in der Bundesrepublik Deutschland und dessen Versorgung mit Kraftstoffen im Energiewirtschaftlichen Wettbewerb
40. Die Verkehrsteilung im japanischen Personenverkehr
41. Magnetbahnen und ihre Einsatzfelder in einem europäischen Netz
42. Die deutsche Eisenbahnentwicklung: Wegweiser für eine künftige Schnellbahn?
43. Bilanzen im Verkehrssystem und Perspektiven neuer Bahntechnologien
44. Analyse und Bewertungsmethoden in Umweltverträglichkeitsprüfungen der Verkehrsplanung
45. Sozioökonomische Auswirkungen bei der Einführung eines spurgebundenen Schnellverkehrssystems mit neuer Technologie im europäischen Fernverkehr (Phase I)

cc 5.06 Nuclear energy

01. Radioökologische Simulationsmodelle zur Optimierung von Schutzmaßnahmen
02. Emissionsminderung von energiebedingten klimarelevanten Spurengasen in der Bundesrepublik Deutschland und in Baden-Württemberg
03. Daten "Umwandlungssektor"
04. Externe Kosten der Stromerzeugung
05. Auswirkungen unterschiedlicher Entsorgungspfade auf eine gesicherte Kernbrennstoffversorgung
06. Social costs of energy consumption
07. Review of previous studies on social costs of energy consumption
08. Atompolitik und Verbreitung von Kernwaffen in Europa (Zeitraum 1939 - 1970)
09. Akzeptanz technisch induzierter Risiken
10. Arbeitsbedingungen in atomaren Wiederaufbereitungsanlagen (Medienanalyse)
11. Qualitative und quantitative Abschätzung der langfristigen Wirkungen eines Verzichtes auf Kernenergie
12. Reduktion der energiebedingten klimarelevanten Spurengase durch Austausch von fossilen Brennstoffen, durch Kernenergie und durch Emissionsrückhaltung
13. Perspektiven der Energieversorgung: Möglichkeiten der Umstrukturierung der Energieversorgung in Baden-Württemberg unter besonderer Berücksichtigung der Stromversorgung
14. Energie und Umwelt - Optimale Kontrollstrategien für die Reduzierung von Emissionen bei Energieproduktion und Verbrauch in der Europäischen Gemeinschaft
15. Kosten-Effektivitätsanalyse von Maßnahmen zur Minderung der SO₂- und NO_x-Emissionen in Baden-Württemberg für alle Emittentengruppen unter besonderer Berücksichtigung regionaler Aspekte
16. Kernheizwerke - technische Konzepte und Marktpotentiale in der Bundesrepublik Deutschland
17. Nichtverbreitungsaspekte der 90er Jahre
18. Energy Strategies, Energy R + D Strategies, Technology Assessment for Indonesia
19. Qualitative und soweit möglich quantitative Abschätzung der kurz- und langfristigen Wirkungen eines Verzichtes auf Kernenergie
20. "Systemanalyse Mischkonzept" im Rahmen des F- und E-Programmes: Direkte Endlagerung
21. Radioisotope in Wirtschaft, Forschung und Medizin
22. Energiewende - Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran
23. Gutachten "Energie- und volkswirtschaftliche sowie ökologische Folgen eines sofortigen oder schrittweisen Verzichtes auf Strom aus Kernkraftwerken in der Bundesrepublik Deutschland unter besonderer Berücksichtigung Bayerns
24. Radioökologie und Strahlenexposition
25. Die Sozialverträglichkeit verschiedener Energiesysteme in der industriegesellschaftlichen Entwicklung
26. Technologische Risiken und gesellschaftliche Konflikte
27. Energie und Umwelt - Optimale Kontrollstrategien für die Reduzierung von Emissionen bei Energieproduktion und Verbrauch in der Europäischen Gemeinschaft
28. Die Öffentlichkeitsbeteiligung bei der Genehmigung von umweltrelevanten Großvorhaben - rechtliche Grundlagen und praktische Erfahrungen
29. Folgewirkungen eines Ausstiegs aus der Kernenergie
30. EFOM 12 C studies
31. Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkt "Andere Entsorgungstechniken" (FESAE)
32. Konsequenzen des großtechnischen Einsatzes der Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland ("E2-Studie")

cc 7.03 Methods of Technology-Assesment

01. Policy Research Centers und Technikfolgenabschätzung. Bestandsaufnahme und Analyse
02. Evaluierung von Grundsätzen der Arbeits- und Technikgestaltung im Finanzdienstleistungssektor (GRAT)
03. Risiko-Kommunikation
04. UVP und Technology-Assesment: Konzepte und Entscheidungsbezug. Vergleich zweier Instrumente der Technik- und Umweltpolitik

05. Technikfolgenbeurteilung am Beispiel der bemannten Raumfahrt. Systemanalytische, wissenschaftstheoretische und ethische Beiträge; ihre Möglichkeiten und Grenzen
06. Technikfolgenabschätzung - methodologische Studien
07. Evolutionstheoretische Konzepte und ihr Lösungspotential zur Überwindung von Defiziten in der Technikfolgenforschung und bei Technology-Assesment-Studien
08. Folgenanalysen im verwaltungspolitischen Prozess der Technikgestaltung
09. Entwicklung eines Verfahrens zur Technikfolgen-Abschätzung (Technology-Assesment) mittels dynamischer Simulation am Beispiel eines veränderten Mineralölangebotes
10. Zukunftsforschung und Zukunftsgestaltung - Anforderungen und gegenwärtiger Stand, Strategien für die Kooperation von Zukunftsforschung und Politik in der Bundesrepublik Deutschland und einigen ausgewählten Ländern. Kurztitel: Zukunftsforschung und Politik
11. Technology-Assesment-Konzeption Verkehr
12. Institutionelle und verfahrensmäßige Ansätze der Technologiefolgenabschätzung
13. Möglichkeiten der Betroffenenbeteiligung im Rahmen von arbeitnehmerorientierten Untersuchungen zur Technologiefolgenabschätzung
14. VDI Richtlinie 3780 (1991): Technikbewertung - Begriffe und Grundlagen
15. Sektorale und berufsspezifische Auswirkungen der Informationstechnik
16. Kriterienraster zur Auswahl von Kandidatenthemen für Technologiefolgenabschätzungen

Bibliographie

Ammon, U.; Kuhn, T.: Chancen und Probleme der industriellen Nutzung der neuen Biotechnologien (einschließlich Gentechnik). Eine Vorstudie zur Arbeitsfolgenabschätzung, sfs Dortmund 1989

BDI: Industrieforschung Technikfolgenabschätzung, Köln 1989

Bechmann, G.: Risiko als Schlüsselkategorie der Gesellschaftstheorie, In: Kritische Vierteljahresschrift für Gesetzgebung und Rechtswissenschaft, Heft 3/4, Berlin 1991, S. 212 - 240

Blohm, H.; Steinbuch, K. (Hrsg.): Technische Prognosen in der Praxis - Methoden, Beispiele, Probleme, Düsseldorf 1972

Böhret, C.: Technology Assessment: Anlaß, Methode, Organisation; Speyerer Arbeitshefte 44, Speyer 1983

Böhret, C.; Franz, P.: Institutionelle und verfahrensmäßige Lösungsansätze für die Technologiefolgenabschätzung, Studie Speyer 1981

Böhret, C.; Franz, P.: Technologiefolgenabschätzung, Frankfurt am Main 1982

Bossel, H.: Umweltwissen - Daten, Fakten, Zusammenhänge, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong, Barcelona 1990

Briggs, J.; Peat, D.: Die Entdeckung des Chaos, München Wien 1990

Bullinger, H.-J.; Kornwachs, K.: Expertensysteme, München 1990

Ceonen, R.: Steinkohle - Technikfolgenabschätzung ihres verstärkten Einsatzes in der Bundesrepublik Deutschland, Berlin Heidelberg New York Tokyo 1983

Coates, .: A Technology Assessment Workbook, Washington 1980

Coenen, R.; Jäger, J.; Halbritter, G.; Kupsch, Ch.; Folgen eines verstärkten Kohleeinsatzes in der Bundesrepublik Deutschland; Teilbericht: Potentielle Klimaauswirkungen durch den Einsatz fossiler Energieträger; KfK-Bericht 3527; 1985

Coenen, R.; Schmitt, J.J.; Umweltforschungsförderung in der ehemaligen DDR vor und nach der deutschen Vereinigung; KfK-Bericht 4869; 1991

Czayka, L.: Formale Logik und Wissenschaftsphilosophie, München 1991

Daenzer, W F.: Systemengineering, Zürich 1983

Der Raumtransporter SÄNGER. Billiger in den Orbit?; TAB - Arbeitsbericht 1/91

Die Öffentlichkeitsbeteiligung bei der Genehmigung von umweltrelevanten Großvorhaben; KfK-Bericht 4357; 1989

Dierkes, M.: Technikfolgen-Abschätzung; WZB, P 87 - 2

Fleischmann, G.; Esser, J. (Hrsg.): Technikentwicklung als sozialer Prozeß, Frankfurt am Main 1989

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation: Länderstudie Technikfolgenabschätzung in der Bundesrepublik Deutschland, Stuttgart 1990

Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung: Entwicklung eines Verfahrens zur Technikfolgen-Abschätzung (Technology-Assesment) mittels dynamischer Simulation am Beispiel eines veränderten Mineralölangebotes, 1976

Frederichs, G.; Bechmann, G.; Gloede, F.; Großtechnologien in der gesellschaftlichen Kontroverse; KfK-Bericht 3342; 1983

Friedrich, K.; Knauer, Ch.: Technikfolgenabschätzung im Gebiet der neuen Bundesländer - Projekte-Personen-Institutionen, Studie 1991

Friedrich, R.: Technology-Assesment im Prozeß staatlicher Technologiebewertung, Diplomarbeit, Konstanz 1985

- Grabka, M.; Schlosser, H.D.: Medizin und Sprache im Technischen Wandel, Frankfurt am Main 1990
- Hübler, K.-H.; Otto-Zimmermann, K.: UVP- Umweltverträglichkeitsprüfung: Gesetzgebung, Sachstand, Positionen, Lösungsansätze; Taunusstein 1989
- Haas, H.: Technikfolgen - Abschätzung, München Wien 1975
- Hastedt, H.: Aufklärung und Technik, Frankfurt am Main 1991
- Hoechst AG: Zweifel am technischen Fortschritt, Fuschl-Gespräch 1988
- Huisinga, R.: Technikfolgenbewertung, Frankfurt am Main 1985
- Interdisziplinäre Technikforschung: Beiträge zur Bewertung und Steuerung der technischen Entwicklung, hrsg. von G. Ropohl, Angewandte Innovationsforschung, Bd. 3, Berlin 1981
- Jobst, E.; Zimmermann, V.: Technikphilosophie und Ingenieurausbildung, Preprint Nr. 169, Technische Universität Karl-Marx-Stadt 1990
- Jochem, E.: Die Motorisierung und ihre Auswirkungen, Göttingen 1976
- Jochem, E.: Technikfolgen-Abschätzung am Beispiel der Solarenergienutzung, Frankfurt am Main 1988
- Jokisch, R. (Hg.): Techniksoziologie, Frankfurt am Main 1982
- Jörissen, J.; Bechmann, G.: Technikfolgenabschätzung und Umweltverträglichkeitsprüfung: Konzepte und Entscheidungsbezug. Vergleich zweier Instrumente der Technik- und Umweltpolitik, In: Kritische Vierteljahresschrift für Gesetzgebung und Rechtswissenschaft, Berlin 1992, Heft 2, S. 140 - 171
- Kernforschungszentrum Karlsruhe, AFAS: Technikfolgenabschätzung zum Thema "Nachwachsende Rohstoffe", Zwischenbericht: Energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe
- Klein-Magar, M.: Elektronisches Publizieren auf CD-ROM; KfK-Bericht 4768; 1990
- Klems, W.: Die unbewältigte Moderne, Frankfurt am Main 1988
- Kornwachs, K. (Hrsg.): Reichweite und Potentiale der Technikfolgenabschätzung, Stuttgart 1991
- Krueider, J. v.; Schubert, K. v. (Hrsg.): Technikfolgen und sozialer Wandel, Köln 1981
- Kuhlmann, A.: Alptraum Technik?, Düsseldorf 1977
- Landtag Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Technikfolgen - Abschätzung im Landtag Nordrhein-Westfalen 1991
- Lenk, H. (Hrsg.): Handlungstheorien interdisziplinär I, München 1980
- Lenk, H.; Ropohl, G. (Hrsg.): Technik und Ethik, Stuttgart 1987
- Lompe, K. (Hrsg.): Techniktheorie - Technikforschung - Technikgestaltung, Opladen 1987
- Lorenz, A.; Nier, M.; Zimmermann, V.: Technikfolgenabschätzung - Grundzüge einer Methodik zur Technikfolgenforschung, Preprint Nr. 157, Technische Universität Karl-Marx-Stadt 1990
- Meier, B.: Technikfolgen: Abschätzung und Bewertung, Köln 1987
- Müller, J.: Arbeitsmethoden der Technikwissenschaften; Systematik, Heuristik, Kreativität, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong 1990
- Noeke, J.; Timm, J.: Altlasten, Sonderabfälle und Öffentlichkeit, Dortmund 1990
- ÖIBF: Neue Technologien - Auswirkungen auf Lehrberufe, Band 3, Wien 1987
- Onken, U.; Hülscher, M.; Liefke, E.: Stand und Problembereiche der Bioverfahrenstechnik in der Bundesrepublik, sfs Dortmund 1988
- Paschen, H.; Coenen, R.; Avenhaus, R.; Conrad, F.; Fischer, P.M.; Frederichs, G.; Halbritter, G.; Wintzer, D.; Konsequenzen des großtechnischen Einsatzes der Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland; KfK-Bericht 2707; 1979
- Paschen, H.; Coenen, Findling, B.; Klein-Vielhauer, S.; R.; Tangen, H.; Nieke, E.; Wintzer, D.; Technikfolgenabschätzung für verschiedene Kohle-Kraftstoff-Optionen; KfK-Bericht 4412; 1988

- Paschen, H. (Studienleiter): Konsequenzen des großtechnischen Einsatzes der Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland, Kernforschungszentrum Karlsruhe 1979
- Paschen, H.; Gresser, K.; Conrad, F.: Technologie Assessment - Technologiefolgenabschätzung, Frankfurt/Main 1987
- Paul, I.: Technikfolgen-Abschätzung als Aufgabe für Staat und Unternehmen, in: Europäische Hochschulschriften, Frankfurt am Main, Bern, New York, Paris, 1987
- Petermann, Th.; Von Bordeaux nach Istanbul; KfK-Bericht 4885; 1991
- Petermann, T. (Hg.): Technikfolgen-Abschätzung als Technikforschung und Politikberatung, Frankfurt am Main 1991
- Rapoport, A.: Allgemeine Systemtheorie, Darmstadt 1985
- Rapp, F.; Mai, M. (Hrsg.): Institutionen der Technikbewertung, Düsseldorf 1989
- Riehm, U.; Böhle, K.; Wingert, B.; Gabel-Becker, I.; Loeben, M.; Endnutzer und Volltextdatenbanken; KfK-Bericht 4586; 1989
- Ropohl, G.: Das Risiko im Prinzip Verantwortung, Hauptartikel, EuS
- Ropohl, G.: Philosophie der technologischen Bildung; in: arbeiten und lernen, Heft 8 1992
- Ropohl, G.: Den Technologiebegriff nicht unnötig einengen!, Zuzchrift zum Aufsatz von W. Stöbel: Beitrag zur Vereinheitlichung technologischer Grundbegriffe, wt 81 (1991) 171 - 173
- Ropohl, G.: Die gesellschaftstheoretische Strukturdebatte und die Technikbewertung, 1992
- Ropohl, G.: Die unvollkommene Technik, Frankfurt am Main 1985
- Ropohl, G.: Eine Systemtheorie der Technik, München Wien 1979
- Ropohl, G.: Konzeptionen der Technikbewertung, in: Technikfolgenabschätzung und Technikbewertung, hg. v. d. Daimler-Benz AG, Düsseldorf 1988, 15 - 26
- Ropohl, G.: Technik und Arbeit, Vortrag Mainz 1983
- Ropohl, G.: Technisches Problemlösen und soziales Umfeld, Düsseldorf 1990
- Ropohl, G.: Technologische Aufklärung, Frankfurt am Main 1991
- Ropohl, G.: Thesen zur ethischen und politischen Techniksteuerung, in: Der Ingenieur - weltanschauliche und moralische Probleme seines Werdens in unserer Zeit, Wissenschaftliche Schriftenreihe der Technischen Universität Karl-Marx-Stadt (Chemnitz) 4/1990, 21 - 26
- Ropohl, G.; Schuchardt, W.; Wolf, R. (Hrsg.): Schlüsseltexte zur Technikbewertung, Dortmund 1990
- Sachsse, H.: Anthropologie der Technik, Braunschweig 1978
- Schevitz, J.: If Technology is Driving the Future, It's Time to Find Out Who's Doing the Steering: the Institutionalization of Technology Assessment in the United States of America, KfK AFAS 1990
- Schubert, J.; Krebsbach-Gnath, C.; Potthoff, P.; Rothmund, M.: Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen, München 1987
- Seiffert, H.; Radnitzky, G. (Hrsg.): Handlexikon zur Wissenschaftstheorie, München 1989
- Stachowiak, H.: Allgemeine Modelltheorie, Wien 1973
- Umweltbundesamt (Hrsg.): Technologien auf dem Prüfstand (Symposium), Köln Berlin Bonn München 1983
- Umweltbundesamt: Gen- und Biotechnologie, Wien 1991
- Umweltvorsorgeprüfung, Grundlagenstudie Umweltfolgenabschätzung für Forschungsvorhaben des BMFT, Universität Dortmund, 1990
- VDI nachrichten magazin, Sonderheft; Beilage der VDI-Nachrichten vom 5.2.1993; Ingenieur-Dialog. Wie wollen wir Technik gestalten?;
- VDI-Richtlinien: Technikbewertung Begriffe und Grundlagen, VDI 3780, Düsseldorf 1991

VDI-Technologiezentrum (Hrsg.): Technikfolgenabschätzung - Institutionalisierung im internationalen Vergleich, Düsseldorf 1992

VDI-Technologiezentrum (Hrsg.): Technikfolgenabschätzung - Policy research centers und Technology-Assesment, Düsseldorf 1992

VDI-Technologiezentrum (Hrsg.): Technologiefrühaufklärung, Stuttgart 1992

Vester,F.: Ballungsgebiete in der Krise, Studie im Auftrag des Bundesministers des Inneren, München 1976

Vester,F.: Neuland des Denkens, Stuttgart 1980

Vester,F.; Hesler,A.v.: Sensitivitätsmodell, Forschungsbericht 80-101 040 34, Umweltforschungsplan des Bundesministers des Inneren

von Berg, I.; Bücken-Gärtner, H.; Aufbau einer Datenbank über Institutionen, Projekte und Veröffentlichungen auf dem Gebiet der Technikfolgenabschätzung (TA); KfK-Bericht 4448; 1988

Weingart,P.(Hrsg.): Technik als sozialer Prozeß, Frankfurt am Main 1989

Westphalen, Raban Graf v.: Technikfolgenabschätzung, München 1988

Wingert, B.; Elektronisches Publizieren in den Vereinigten Staaten von Amerika; KfK-Bericht 4821; 1991

Wintzer, D. (Projektleiter); Fürniß, B.; Klein-Vielhauer, S.; Leible, L.; Nieke, E.; Petermann, Th.; Rösch, Ch.; Tangen, H.; Technikfolgenabschätzung zum Thema " Nachwachsende Rohstoffe"; Energetische Nutzung nachwachsender Energieträger; Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Münster 1993

Zimmerli,W.Ch.(Hrsg.): Technik - oder: wissen wir, was wir tun? , Basel/Stuttgart 1976

Zimmermann,V.: Philosophische Untersuchungen zu Inhalt, Struktur und Funktion technikwissenschaftlicher Theorien, Dissertation B (Habilarbeit), TU Karl-Marx-Stadt 1987

Zimmermann,V.: Zum Verhältnis von Grundlagen- und angewandter Forschung in erkenntnistheoretisch-methodologischer Sicht, Dissertation A, Karl-Marx-Universität Leipzig 1983

Zwicky,F.: Entdecken, Erfinden, Forschen , Glarus 1989