

Grundlagen und Methoden der Zukunftsforschung

Szenarien, Delphi, Technikvorausschau

Werkstattbericht 21

Herausgeber Karlheinz Steinmüller

© Sekretariat für Zukunftsforschung

Gelsenkirchen 1997



Vorwort

Kurz vor der Jahrtausendwende ist die Zukunftsforschung in vielfältiger Weise herausgefordert: thematisch, methodisch und institutionell. Kaum mehr überschaubar sind die vielfältigen und komplexen Problemlagen, denen sich die Menschheit gegenüber sieht. Die Globalisierung des Wirtschaftslebens, globale, regionale und lokale Umweltprobleme, sich verschärfende soziale Konflikte, neue internationale Konfliktkonstellationen und rasante technologische Innovationsschübe erzeugen auf jeder Ebene einen enormen Reformdruck und damit einen hohen Bedarf an Orientierungswissen. Internationale Konferenzen wie die RIO-Konferenz und ihre Nachfolgekonferenzen, Programme der Europäischen Union oder nationale „Zukunftskommissionen“ versuchen eine Antwort auf diese Herausforderungen zu geben. Die Frage ist, ob die Zukunftsforschung qualifizierte Beiträge zu diesem Prozeß zu leisten vermag.

Angesichts des herannahenden Jahres 2000 werden die gesellschaftlichen Selbstverständigungsprozesse häufig auf das magische Datum projiziert, das im Diskurs die Rolle eines Tors in das neue Jahrhundert übernimmt. Projekte wie das „UN Millennium Project“ oder das „Millennium Project“ der britischen Open University in Milton Keynes versuchen Grundzüge des neuen Jahrhunderts herauszuarbeiten.¹ In zahlreichen Studien² auf nationaler und europäischer Ebene werden Szenarien und Leitkonzepte für zukunftsfähiges Handeln entwickelt. Zugleich ist „Zukunft“ wieder zu einem Modebegriff geworden, der vielfach politisch funktionalisiert wird (vor allem auf Parteitage), aber dennoch vergleichsweise inhaltsleer bleibt. Zwei diametral entgegengesetzte positive Visionen bestimmen dabei das populäre Bild von der Zukunft: einerseits die weidlich kultivierten euphorischen Hoffnungen auf eine High-Tech-Informationsgesellschaft und andererseits das vergleichsweise mit weniger Faszinationskraft geladene Konzept der nachhaltigen Entwicklung. Beide Leitkonzepte sind Gegenbilder zu tiefverwurzelten Befürchtungen: daß einerseits der „Standort Deutschland“ technologisch und wirtschaftlich abgeschlagen und folglich auch seinen Wohlstand verlieren würde und daß andererseits die fortschreitende Umweltzerstörung die Menschheit ihrer Lebensgrundlagen beraubt.

In einem merkwürdigen Kontrast zum modischen Zukunftsgerede (ein eigentlicher Diskurs findet allenfalls ansatzweise statt) steht in der Bundesrepublik eine immer noch vergleichsweise geringe Anzahl einschlägiger Zukunftsstudien. Wie Untersuchungen des SFZ ergaben³, ist im Vergleich zu anderen Staaten die Zukunftsforschung in der Bundesrepublik als wissenschaftliche Disziplin nur unzureichend insti-

¹ Glenn/Gordon 1995, Mercer 1997 u. a.

² Verwiesen sei hier auf die einschlägigen Projekte von SFZ und IZT, auf die deutschen Delphi-Berichte von 1993 und 1995, die Studie „Zukunftsfähiges Deutschland“ (1995) des Wuppertal-Instituts usw. Interessanterweise haben die deutschen Delphi-Studien ihr Vorbild in den seit 1974 durchgeführten japanischen Delphi-Studien, und die Studie des Wuppertal-Instituts orientiert sich an der Studie „Sustainable Netherlands“ (1992).

³ Dies hat eine Reihe von Länderstudien zum State of Art der Zukunftsforschung in Deutschland, Frankreich, Schweden, der Schweiz und den Niederlanden gezeigt, vgl. Kreibich/Canzler/Burmeister (1991) und Moll (1995). Auch aus Batlle (1986), einer Untersuchung über internationale Zukunftsforschungseinrichtungen und ihre Herangehensweisen, sowie aus den Datenbanken OSCAR und OCTAVE von Futuribles (de Jouvenel 1996a und 1996b) wird die geringe Institutionalisierung der Zukunftsforschung in der Bundesrepublik Deutschland deutlich.

tutionell etabliert und vermag daher nur punktuell Beiträge zur Zukunftsgestaltung zu leisten. Der schwachen Institutionalisierung entspricht eine defizitäre disziplinäre Selbstreflexion über die grundlegenden theoretischen und methodischen Konzepte, deren Tragweite und Schwachstellen.

Im Gegensatz zur internationalen Entwicklung der Disziplin wurden in Deutschland im letzten Jahrzehnt keine übergreifenden Bestandsaufnahmen und kaum umfassendere Studien zu philosophisch-erkenntnistheoretischen, methodischen und praktischen Grundlagenfragen der Zukunftsforschung durchgeführt. Dem stehen erhebliche Herausforderungen an Selbstverständnis und Vorgehensweise der Zukunftsforschung gegenüber, die z. T. durch die erwähnten Problemlagen, aber auch durch neuere Entwicklungen in anderen Disziplinen von der Chaosforschung bis zur Technikfolgenabschätzung, sowie durch die Methodenentwicklung der Zukunftsforschung selbst und durch einen damit verbundenen wenigstens partiellen Perspektivwandel bedingt werden.

Mit der vorliegenden Studie soll ein Beitrag geleistet werden, um die erwähnten neuen Entwicklungen aber auch Ergebnisse der internationalen Selbstverständigung für eine neuerliche Analyse der Grundlagen der Zukunftsforschung und eine kritische Absicherung ihres Methodenbestandes fruchtbar zu machen. Schwerpunktmäßig befaßt sich die Studie mit zwei für die Zukunftsforschung zentralen Methodentypen, die aktuell im Unternehmensbereich wie in der Forschungspolitik verbreitet Verwendung finden: den Szenariotechniken und der Delphimethode. Übergeordnetes Leitziel ist dabei, Voraussetzungen für eine höhere methodische Qualität und praktische Relevanz von Zukunftsstudien in Deutschland zu schaffen.

Inhalt

Vorwort	1
Inhalt	4
1. Forschungsgegenstand Grundlagenfragen der Zukunftsforschung	6
1.1 Ein kurzer geschichtlicher Abriß	6
1.2 Konzeptionelle Grundlagen der Zukunftsforschung	10
1.3 Zugänge zu Grundfragen der Zukunftsforschung	15
1.4 Prognose und Erklärung - neuere Entwicklungen der Wissenschaftstheorie	17
2. Zeit und Zukunft - philosophische und logische Aspekte	20
2.1 Die beiden Zeitreihen	20
2.2 Zeitpfeil und Irreversibilität der Zeit	21
2.3 Aristoteles und das Seeschlachträtsel	23
2.4 Zeitlogiken und Zeittopologien	24
2.5 Schlußfolgerungen	27
3. Methoden der Zukunftsforschung - Versuch einer Systematisierung	28
3.1 Methodenvielfalt der Zukunftsforschung	28
3.2 Systematisierungsversuche	30
3.3 Charakterisierungsversuche	36
3.4 Methodenhierarchie im Forschungsprozeß	41
3.5 Untersuchungen zur Methodennutzung	43
3.6 Perspektivwechsel und Methodenpräferenz	46
3.7 Fazit	48
4. Szenarien und szenariobasierte Methoden	50
4.1 Szenarien und Prognosen	50
4.2 Zur Geschichte futurologischer Szenarien	51
4.3 Zu Begriff und Typologie der Szenarien	52
4.4 Szenarientypen aus Sicht der Technikfolgenabschätzung	56
4.5 Vorzüge von Szenarien	57
4.6 Szenario-Methode, Szenario-Techniken	59
4.7 Szenarien als Kommunikationsinstrument: Scenario-Writing	62
4.8 Qualitätskriterien und Fallen bei der Konstruktion von Szenarien	63
4.9 Exkurs: Szenarien in der Science Fiction	64
5. Die Delphi-Methode	70
5.1 Entstehung und Geschichte	70

5.2 Japanische und deutsche Delphi-Studien.....	73
5.3 Das Delphi-Verfahren.....	75
5.4 Reevaluationen und methodische Analysen.....	79
5.5 Perspektiven der Methode.....	82
5.6 Schlußfolgerungen.....	85
6. Technikvorausschau.....	86
6.1 Zur Geschichte der Technikvorausschau.....	87
6.2 Der technologische Innovationsprozeß: Einsatzgebiete von Technikvorausschau.....	94
6.3 Methoden der Technikvorausschau.....	97
6.4 Probleme der Technikvorausschau.....	100
Nachbemerkung.....	102
Literatur	103

1. Forschungsgegenstand Grundlagenfragen der Zukunftsforschung

1.1 Ein kurzer geschichtlicher Abriss

Seit ihren Anfängen in den vierziger Jahren wird die Zukunftsforschung von methodologischen und erkenntnistheoretischen, wissenschaftstheoretischen und ideologiekritischen Untersuchungen begleitet. Es kann nicht Gegenstand der folgenden Ausführungen sein, diesen komplexen Selbstverständigungsprozeß einer wenig etablierten Disziplin in allen Einzelheiten nachzuvollziehen. Vielmehr soll versucht werden, die typischen Themen für Grundlagenuntersuchungen in den unterschiedlichen Entwicklungsetappen der Zukunftsforschung zu umreißen, um einen Einblick in das Material zu geben, auf das sich die eigenen Untersuchungen stützen können. Die zahlreichen Gesamtdarstellungen und Einführungen in die Zukunftsforschung wie etwa O. Flechtheims *Futurologie. Der Kampf um die Zukunft* (1972), in denen erkenntnistheoretische und methodische Fragen zwar berührt, aber nicht in extenso abgehandelt werden, sind dabei von den eigentlichen erkenntnistheoretisch-methodologischen Analysen zu unterscheiden und werden hier in der Regel nicht berücksichtigt.

Unmittelbar nach der Herausbildung der Zukunftsforschung als relativ selbständiger Disziplin wurden vor allem in den USA verschiedentlich Studien zur wissenschaftstheoretischen und methodologischen Absicherung der Zukunftsforschung durchgeführt. Diese Untersuchungen in den fünfziger Jahren - etwa von Niklas Rescher und Olaf Helmer⁴ - sind meist von der philosophy of science inspiriert und sollten nach Art von Poppers *Logik der Forschung* (1935) eine „Epistemologie der inexakten Wissenschaften“ erbringen, wobei angesichts der Unmöglichkeit, Prognosen unmittelbar nach Äußerung zu überprüfen, das Falsifikationskriterium von vornherein versagen mußte. Zugleich sollten die neuen Methoden (quantitative und semiquantitative Optimierung- und Entscheidungsverfahren, verschiedene Systemtechniken, Brainstormings und andere Kreativmethoden) als Verfahren wissenschaftstheoretisch legitimiert werden. Diese Untersuchungen stehen zumeist in Bezug zum Operations Research und versuchen bisweilen, die Grundkonzepte der gleichfalls neuen Spieltheorie, der Kybernetik und der „allgemeinen Systemtheorie“⁵ als begrifflichen Rahmen zu nutzen: Begriffe wie Entscheidung unter Unsicherheit, Nicht-Nullsummen-Spiel, Rückkopplung usw.

Auch im Zusammenhang mit größeren Zukunftsforschungsprojekten - wie mit der Arbeit der amerikanischen „Commission for the Year 2000“ oder dem Projekt „Europe plus 30“, mit den ersten Delphi-Studien und mit größeren nationalen Planungsvorhaben - fand immer wieder eine Verständigung über die erkenntnistheoretischen und methodischen Grundlagen der entsprechenden Projekte statt (z. B. Iklé 1967, Jantsch 1969, Sackman 1974, Kennet 1976).

Ein grundlegender Ansatz für die wissenschaftstheoretisch orientierten Studien ergab sich daraus, daß „Prognose“ nicht nur ein Kernkonzept der Zukunftsforschung sondern auch der Wissenschaftstheorie ist.⁶ Insofern sind grundlegende Arbeiten aus

⁴ Die Arbeiten von Helmer und Rescher sind in Helmer (1983) eingeflossen.

⁵ John v. Neumann und Oscar Morgenstern: *Theory of Games and Economic Behavior*, 1944; Norbert Wiener: *Cybernetics or Control an Communication in the Animal and the Machine*, 1948; Ludwig von Bertalanffy: *An Outline of General Systems Theory*, 1950.

⁶ Allerdings differieren die Prognosebegriffe von Wissenschaftstheorie und Zukunftsforschung.

den Traditionslinien von kritischem Rationalismus und analytischer Philosophie, in denen die Problematik der Vorhersagen (predictions) behandelt wird, auch für die Zukunftsforschung relevant. Dazu zählen beispielsweise die Untersuchungen Nelson Goodmans (1955) zur Hypothesenbildung für Prognosen und zu den damit verbundenen logischen Problemen und verschiedene Arbeiten von Wolfgang Stegmüller (1969). Obwohl von Philosophen wie Goodman und Stegmüller Zukunftsforschung kaum je speziell thematisiert wurde, können deren Arbeiten dennoch als Beitrag zur Grundfragen der Zukunftsforschung verstanden werden.

Mit der Etablierung von Kreativmethoden wie Brainstormings und unterschiedlicher Formen von Expertenbefragungen wie der Delphi-Methode fanden auch deren erkenntnistheoretische, psychologische und forschungspraktische Fragen zunehmendes Interesse. So wurden Ende der sechziger, Anfang der siebziger Jahre eine Vielzahl von Studien über die Delphi-Methode durchgeführt (vgl. Kap. 5). Die Verlässlichkeit von Expertenaussagen ist bis heute ein Thema für vielfältige methodologische und wissenschaftssoziologische Untersuchungen und wird auch in der methodologischen Literatur zur Technikfolgenabschätzung (Quantifizierungsproblematik, Expertendilemma...) behandelt.

Unüberschaubar angewachsen ist die methodologische Literatur über Trendvorhersagen und statistische Prognosen.⁷ Die Anwendungsfelder erstrecken sich dabei von der Verhaltensprognose und Steuerung rein technischer Systeme bis hin zum Bereich der Wirtschaft (Weber 1990) mit den Bereichen der gesamtwirtschaftlichen Prognosen, Marktprognosen, Börsenprognosen, Konjunkturprognosen etc. Das Spektrum der einschlägigen Arbeiten umfaßt genauso erkenntnistheoretische Untersuchungen wie wirtschafts- und technikwissenschaftliche Arbeiten, aber auch das weit gefächerte Feld der mathematischen Statistik (statistische Modellbildung, statistische Methoden, Markow- und Semi-Markowprozesse...).

Nach den ersten Weltmodellen des Club of Rome wurden Anfang der siebziger Jahre verstärkt Arbeiten zu Fragen der Modellierung in der Zukunftsforschung durchgeführt - nicht zuletzt angeregt durch die heißen Kontroversen um die sachlichen und ideologischen Voraussetzungen der Weltmodelle. Typische Fragestellungen für diese waren Validität des Modellansatzes, Kalibrierung der Parameter, aber auch die Fragen von Modell und Umfeld und nach der dem Modellansatz zugrundeliegenden Weltsicht (Perspektive).⁸ Zu methodischen Fragen von Systemanalyse und Modellierung technischer und nichttechnischer Systeme existiert eine unüberschaubare Vielfalt von Literatur; wo es um Grundfragen der Modellbildung (Quantifizierungsproblematik, Meßproblem...) geht, ist diese auch für die Grundlagen der Zukunftsforschung von Relevanz. Teilweise trifft dies auch auf Arbeiten zu neueren, unkonventionellen Modellierungsansätzen zu: „multifaceted modelling“, Fuzzy-Modelle.⁹

Aus Sicht des dialektischen Materialismus wurden in der Sowjetunion wie auch der DDR in den späten sechziger und frühen siebziger Jahren eine Reihe von Untersuchungen zu Grundproblemen der Zukunftsforschung unternommen. Wo es sich nicht um ideologisch inspirierte, polemische Kritik an der „bürgerlichen Futurologie“ (Bö-

⁷ Obwohl auch die sog. Trendforschung tatsächliche oder angebliche Trends zum Gegenstand hat, darf sie nicht mit methodisch abgesicherten Trendvorhersagen verwechselt werden.

⁸ Siehe etwa Meadows/Richardson (1982)

⁹ Solche Arbeiten werden u. a. am IIASA Laxenburg durchgeführt, das generell einem klassischen, quantitativen Modellierungs- und Steuerungsansatz verpflichtet ist.

nisch 1971) und den Weltmodellen des Club of Rome handelte, setzte sich die dialektisch-materialistische Wissenschaftstheorie bzw. „Wissenschaftswissenschaft“ im Prinzip mit denselben Fragestellungen auseinander wie ihr „bürgerliches“ Gegenstück: logische Struktur von Erklärung und Prognose, Verlässlichkeit von Prognosen, Prognose und Planung, Prognosemethoden; gleichfalls wurde der Bezug zu Kybernetik und Systemtheorie hergestellt (Bauer et al. 1968; Dobrow 1971). Interventionsparadoxien und, allgemeiner, rekursive Subjekt-Objekt-Beziehungen bei der Zukunftsgestaltung konnten unter Rückgriff auf die Hegelsche Dialektik interpretiert werden.

Die letzten umfassenden (west-)deutschen Untersuchungen zu erkenntnistheoretisch-methodologischen Grundlagenfragen der Zukunftsforschung datieren aus den siebziger Jahren (Lenk 1972; Mettler 1979 u. a.). Sie haben als Hintergrund die weitgehenden Planungsvisionen und die Sozialstaats- und Technokratiedebatten der Zeit und gehen von den damaligen Paradigmen der Wissenschaftstheorie bzw. der Politik- und Sozialwissenschaften aus. Die Ansätze zu einer „alternativen“, kritischen, partizipatorischen Zukunftsforschung im Unterschied zur „Establishment-Zukunftsforschung“¹⁰ wurden im Rahmen der Friedens-, Antikernkraft- und Umweltbewegungen politisch umgesetzt und wirken bis heute fort, sind jedoch nicht tiefergehend wissenschaftstheoretisch reflektiert worden. Die sich damals ausprägenden drei Strömungen (Kreibich 1991, S. 60ff) einer sozialkritischen Zukunftsforschung (Flechthaim, Schwendter), einer kybernetisch-systemtechnischen (Steinbuch, Fucks) und einer wirtschaftlichen Zukunftsforschung (Wagenführ) spiegeln sich in den philosophischen und methodenkritischen Arbeiten der Zeit nur sehr bedingt wider.

International fand in den siebziger Jahren eine mehr oder weniger eigenständige Methodenentwicklung der Zukunftsforschung statt, die einem Perspektivwechsel vom früheren Prognose- und Planungsoptimismus hin zu offeneren Verfahren der Erzeugung von Orientierungswissen und der Entscheidungsunterstützung unter Einbeziehung eines größeren Akteurskreises entspricht. So etablierten sich verschiedene Szenariotechniken, die „Modellierung der zweiten Generation“ und insbesondere partizipatorische Methoden wie Zukunftswerkstätten und Planungszellen (vgl. Amara 1991, Steinmüller 1993, Kreibich 1994).

In den achtziger Jahren wurden in der Bundesrepublik Deutschland die vorhandenen wissenschaftstheoretischen Zugänge zu Grundlagenfragen der Zukunftsforschung in einzelnen Arbeiten weitergeführt und vertieft (Kreibich 1986). Entwicklungen in anderen Disziplinen, die entweder für die Zukunftsforschung als Querschnittsdisziplin methodisch interessant sind oder ihr konzeptionelles Fundament berühren, wurden bislang jedoch von der Zukunftsforschung nicht systematisch aufgegriffen. Zu diesen Entwicklungen zählen:

- neuere Ergebnisse der Wissenschaftstheorie bzw. Wissenschaftsforschung insbesondere zum Verhältnis von Erklärung und Prognose,
- die Etablierung von Technikfolgenforschung, -abschätzung, -bewertung (TA) in Deutschland, verbunden mit entsprechender Methodenentwicklung und konkurrierenden TA-Konzepten und einem Perspektivwandel der TA in den letzten Jahren,

¹⁰ Die Terminologie ist hier uneinheitlich. Bart van Steenbergen (1970) unterscheidet „Kritische und Establishment-Futurologie“, Mettler (1979) „inoffizielle“ und „offizielle“ Zukunftsforschung, Flechthaim und Gustafsson sahen eine zweite Phase der Zukunftsforschung (in Schwendter/Pforte 1973).

- neuere geschichtstheoretische bzw. geschichtsphilosophische Ansätze (Geschichte als Konstrukt, Konjunkturalhistorie, Geschichtsprognosen, post-histoire...) und
- die Selbstorganisations- und Chaostheorie, speziell in Anwendung auf soziale Systeme, auf Planungsprozesse usw., aber auch in ihren erkenntnistheoretischen Implikationen.

So übte zwar das Aufkommen zuerst der Katastrophentheorie, später der Selbstorganisations- und Chaostheorie und deren Übertragung auf Sozial- und Geisteswissenschaften einen tiefgreifenden Einfluß auf das Selbstverständnis der Zukunftsforschung aus, schlug sich jedoch in der Bundesrepublik nur in wenigen einschlägigen Studien mit direktem Bezug zur Zukunftsforschung nieder.¹¹ Die zahlreichen Untersuchungen zu erkenntnistheoretischen und methodischen Implikationen der Chaos- und Selbstorganisationstheorie, zu Themen wie Zukunftsgestaltung als evolutionärer Prozeß, Grenzen von Vorhersagbarkeit und Steuerbarkeit, zur Risiko- und Folgenproblematik und zu neuen Planungskonzepten fanden ihren Platz in der Regel innerhalb der Wissenschaftstheorie (vgl. etwa Krohn/Küppers 1990), der Managementtheorie (z. B. Müri 1985), der Technikfolgenabschätzung (Böhret 1992) und der theoretischen Soziologie (Nikolas Luhmann).

Dagegen sind sowohl im englischsprachigen als auch im französischsprachigen Raum in den letzten Jahren eine größere Anzahl von umfassenden Arbeiten zur Zukunftsforschung publiziert wurden. Dabei handelt es sich um drei hauptsächliche Kategorien:

- eher einführende Darstellungen grundsätzlicher Herangehensweisen wie Slaughter: *The Foresight Principle* (1995) oder Schwartz: *The Art of the Long View* (1991),
- Kompendien des Methodenbestandes wie Godet: *Manuel de Prospective Stratégique* (1997), Hatem: *La Prospective. Pratiques et Méthodes* (1993) oder das im WWW verfügbare Methodenkompendium von Jerome Glenn im Rahmen des „UN Millennium Projects“ (http://nko.mhpcc.edu/millennium/Millennium_Project.html),
- Handbücher wie die von Richard A. Slaughter herausgegebene *Knowledge Base of Futures Studies* (3 Bände, 1996).

Daneben werden in den einschlägigen Zeitschriften, insb. *Futures*, *Futures Research Quarterly*, *Futuribles*, *Technological Forecasting and Social Change*, regelmäßig Einschätzungen des State of the Art, Arbeiten zu einzelnen Methoden und zu Fragen des Forschungsansatzes sowie zu grundlegenden Problemen der (kulturellen und sozialen) Forschungsperspektive publiziert. Abstracts von Veröffentlichungen erscheinen in den Referatediensten *pro Zukunft*, *Future Survey* und der CD-ROM-Edition der OECD *Futures Research Database*.

Im deutschsprachigen Raum existieren – abgesehen von dem erwähnten Referatedienst in der Zeitschrift *pro Zukunft* – keine aktuellen Fachbibliographien zur Zukunftsforschung. Letztmals wurden Zukunftsforschungs-Bibliographien in der Hochzeit futurologischer Aktivitäten in den siebziger Jahren von den wissenschaftlichen

¹¹ Beispiele siehe Balck/Kreibich (1991).

Diensten des Deutschen Bundestages erarbeitet (Deutscher Bundestag 1971 und 1978).¹²

1.2 Konzeptionelle Grundlagen der Zukunftsforschung

1943 führte der deutsche Emigrant Ossip K. Flechtheim den Terminus „Futurologie“ für „die kritische und systematische Beschäftigung mit der Zukunft“ ein - die Erweiterung des Zeithorizontes sollte den Menschen von den überlieferten Zwängen und Gewalten befreien und ihn zur Dynamisierung der tradierten Institutionen befähigen (Flechtheim 1972, S. 11, 14).¹³ Flechtheim ging später von sechs Grundgedanken aus, die bis heute ihren Wert als Grundpostulate der Zukunftsforschung behalten haben:

- „1. Die Welt ist dynamisch, sie ändert sich in ihren Grundstrukturen, sie produziert Neues.
2. Gewisse Grundstrukturen des Wandels sind zumindest teilweise erkennbar.
3. Richtung und Tempo der Änderungen können hier und da in groben Zügen vorhergesehen werden.
4. Auch antithetische Prognosen und Projektionen haben ihren Wert - sie können zur Klarlegung von Problemen und Krisen beitragen und sogar teilweise richtig sein (Spezifizierung bezüglich Zeit, Raum, Gruppe usw. oder Grad der Wahrscheinlichkeit).
5. Innerhalb des Rahmens besteht Freiheit der Wahl und der Gestaltungsmöglichkeit.
6. Durch das Erkennen des Notwendigen, Möglichen und Gewollten wird die Zukunft mitgestaltet.“ (Flechtheim 1972, S. 13f)

Auf dem europäischen Kontinent wandten sich nach dem Zweiten Weltkrieg zuerst französische Forscher den wissenschaftlichen und politischen Grundlagen der Zukunft zu. 1957 gründete der Philosoph und Bildungspolitiker Gaston Berger das Centre International de Prospective in Paris, das insbesondere auch kulturelle und gesellschaftliche Aspekte künftiger Entwicklungen in die Untersuchungen einbezog. Um sich gegen die kurzfristige, extrapolative „prévision“ abzugrenzen, führte Berger den Begriff der „prospective“ ein, der auf langfristige Fragestellungen abzielt, die eine ganzheitliche Betrachtungsweise benötigen und Unsicherheiten und Diskontinuitäten einschließen (siehe Cazes 1987). Bertrand de Jouvenel, der 1960 die „Association Futuribles Internationale“ ins Leben gerufen hatte, entwickelte in dem 1964 erschienenen Buch *L'Art de la Conjecture* das Konzept der „futuribles“ - „états futurs possibles descendants du présent“¹⁴ -, das am besten mit „mögliche Zukünfte“ übersetzt wird. Aufbauend auf diesem Kernbegriff plädierte de Jouvenel für die Konzeption ei-

¹² In die gleiche Zeit fällt die Bibliographie zur politischen Planung (Buse/von Dewitz 1974). Neuere Auswahlbibliographien zur Zukunftsforschung sind enthalten in *Orwell 2000* (1984) und im Anhang von Kreibich/Canzler/Burmeister (1991). Im Gegensatz zu der Situation in der Bundesrepublik Deutschland existieren in französischsprachigen bzw. angelsächsischen Raum mehrere bibliographische Nachschlagewerke zur Zukunftsforschung, beispielsweise Mayne (1993), worin neben den Printmedien u. a. auch On-line-Datenbanken und CD-Roms aufgeführt werden.

¹³ Zum Entstehungskontext der Zukunftsforschung, speziell der pragmatischen amerikanischen Wissenschaftstradition vgl. Kreibich (1986 insbes. Kap. 5-7), Kreibich (1991) und Steinmüller (1996a).

¹⁴ Mögliche künftige Zustände, die von der Gegenwart abstammen.

ner offenen, nicht-deterministischen Zukunftsforschung, die weiche Faktoren, Alternativdenken und normative Elemente einbezieht (siehe H. de Jouvenel 1997).

Godet (1997, Tome 1, S. 124 und 1993, S. 36) faßt die Unterschiede zwischen der traditionellen Prognosetätigkeit und der Prospektive tabellarisch zusammen:

	Ursachen von Fehlern der Prognose	Charakteristika der Prospektive
Perspektive	partiell „alles andere ist gleich“	global „nichts anderes bleibt gleich“
Variablen	quantitativ, objektiv und bekannt	qualitativ, nicht notwendigerweise quantifizierbar, subjektiv, bekannt oder unbekannt
Wechselbeziehungen	statisch, feste Strukturen	dynamisch, evolvierende Strukturen
Erklärung	Zukunft wird durch Vergangenheit erklärt	Zukunft ist raison d'être (Existenzzweck) der Gegenwart
Zukunft	einzig und gewiß	multipel und ungewiß
Methode	deterministische und quantitative Modelle (ökonometrische, mathematische)	Analyse der Akteursstrategien, qualitative Modelle (strukturelle Analyse), stochastische Modelle (Wechselwirkungsanalyse)
Haltung zur Zukunft	passiv oder reaktiv (Zukunft kommt über uns)	präaktiv und proaktiv ¹⁵ (gewollte Zukunft)

Im englischsprachigen Raum konkurrieren verschiedene, von der wissenschaftstheoretischen Fundierung her eher diffuse Schulen, deren Spektrum nach wie vor vom technokratischen Forecasting (in der Tradition des Operations Research) vor allem auf dem Wirtschaftssektor (etwa: Makridakis 1983) bis hin zu pseudowissenschaftlichem New Age (etwa: Kautz/Branon 1990) reicht. Dabei findet zumindest innerhalb der institutionalisierten Fachcommunity (World Future Society und World Future Studies Federation) eine z. T. intensive Selbstverständigung über Grundlagenfragen statt. Analog zum französischen Konzept der „futuribles“ wird mit der Pluralbildung „futures“ der offene bzw. multiple Charakter der Zukunft eingefangen. Während „forecasting“ die traditionelle deterministische Vorhersagetätigkeit bezeichnet, stehen „futures studies“ und spezifischer „foresight“ für offenere Verfahren, die vor allem den Aspekt der wünschbaren Zukünfte, d. h. normative Elemente, einbeziehen (vgl. Slaughter 1995). Prinzipiell wären daher zu übersetzen:

¹⁵ Nach Godet ist die Haltung eines Feuerwehrmannes reaktiv, präaktiv die eines Versicherers, der künftige Chancen und Risiken vorwegnimmt, proaktiv die eines Verschwörers, der künftige Optionen schafft (vgl. Godet et al. 1997, S. 8).

futuribles	futures	Zukünfte (mögliche und gewünschte)
prévision	forecasting	Prognose
prospective	foresight	Vorausschau

In Deutschland hat bereits Ende der sechziger Jahre der Philosoph Georg Picht drei Grundaspekte der Zukunftsforschung benannt: Prognose, Planung und Utopie (Picht 1971, enthalten in Picht 1992), die für ihn Grundformen der Antizipation, also der Vorwegnahme der Zukunft durch den menschlichen Geist, darstellen. Kurz gefaßt ist Prognose die Antizipation der Zukunft durch Theorie, Planung die Antizipation der Zukunft für die Praxis, Utopie eine Antizipation des durch das Handeln zu verwirklichenden Zustandes. Dabei wird vorausgesetzt, daß die produktive Einbildungskraft ein Schema des Spielraums der prognostischen Möglichkeiten entwirft, aus denen eine - die Utopie - ausgewählt wird. Utopie und Prognose sind wiederum Voraussetzung für Planung (ausgearbeiteter Entwurf der rationalen Direktiven des Handelns).¹⁶

Allerdings legt Picht - wie Altner (1974) m. E. zu recht anmerkt - ein gegenüber Ernst Bloch eingeschränktes Utopieverständnis zugrunde, obwohl sich seine reale bzw. konkrete Utopie, die auf das Mögliche abzielt, doch aus der absoluten Utopie speise. - In Pichts Worten aus „jene(n) Formen der Antizipation von Zukunft, die schlechterdings jenseits der Möglichkeit eines Wissens von Zukunft liegen: Vision, Prophetie und Eschatologie.“ (zit. nach Altner 1974, S. 348). Zu bemerken ist, daß Paul Tillich Utopie gerade durch das Schwanken zwischen Möglichkeit und Unmöglichkeit gekennzeichnet sieht.

Wenn nach Georg Picht Prognose, Planung und Utopie die drei Grundaspekte der Zukunftsforschung sind, so hat sich unter den veränderten gesellschaftlichen Voraussetzungen der neunziger Jahre und angesichts einer fortgeschrittenen sozialwissenschaftlichen Diskussion immer wieder grundsätzlich zu befragen:

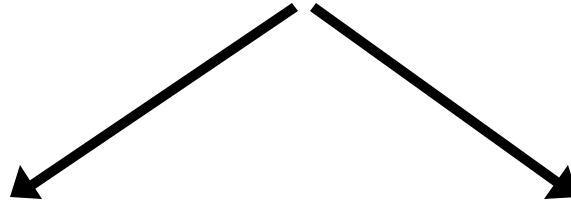
- Inwiefern sind Prognosen (genauer: Vorausschau) trotz Chaostheorie möglich?
- Wie und unter welchen Bedingungen ist Planung bei Selbstorganisation, Partizipation und der Krise der nationalstaatlichen Regelungskompetenz bzw. im „Spätpluralismus“ (Böhret 1993) sinnvoll?
- Wo hat Utopie im vorgeblich „postutopischen“ Zeitalter¹⁷ einen Platz?

¹⁶ In gewisser Analogie unterscheidet Flechtheim (1990, S. 42) drei Teilgebiete der Futurologie: Prognostik, Planung und Futuristik, wobei er unter letztere allerdings Zukunftsphilosophie, Politik und Pädagogik faßt. Zu beachten ist, daß unter „Planung“ - wie auch im Englischen unter „forecasting“ - sowohl die konkrete Tätigkeit als auch die Disziplin verstanden werden kann.

¹⁷ Das Ende der Utopien wurde nach dem Zusammenbruch des sozialistischen Staatensystems insbesondere von Fest (1991) behauptet; im selben Zusammenhang und in ähnlicher Überspitzung stellte Fukuyama (1992) die These vom Ende der Geschichte auf. Der Bezug zur Postmoderne-Diskussion wird insbesondere in Niethammer (1989) deutlich. Dezidierte Gegenpositionen werden u. a. in Saage (1992) bezogen.

Unter Berücksichtigung der internationalen Diskussionen und der Antizipationsformen Pichts läßt sich daher das Aufgabengebiet der Zukunftsforschung in dem auf der nächsten Seite abgebildeten Schema darstellen:

Zukunftsstudien



Zukunftsforschung
im engeren Sinne

Picht: Prognose

prädiktiv („deskriptiv“)

Modalitäten:
Notwendigkeit, Möglichkeit, Wahr-
scheinlichkeit, Kontingenz

Aussagemodus:
Indikativ

Früherkennung
Forecasting

Zukunftsgestaltung

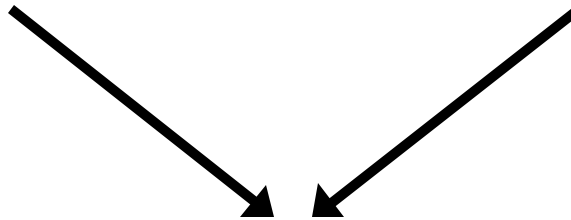
Picht: Planung, Utopie

normativ

Modalitäten:
Wünschbarkeit (Ziele, Interessen),
Wertungen

Aussagemodus:
Optativ

Retrognose
Backcasting



la prospective

Prognosen als Grundlage für Zukunftsgestaltung

Berücksichtigung normativer Elemente in der Prognosetätigkeit

1.3 Zugänge zu Grundfragen der Zukunftsforschung

Bei den einschlägigen Untersuchungen zu Grundlagenfragen der Zukunftsforschung, die zumeist aus den siebziger Jahren datieren, sind folgende Zugänge zu unterscheiden:

1. Der *philosophisch-erkenntnistheoretische* Zugang, der in der Traditionslinie der Philosophy of Science und des kritischen Rationalismus steht. Kernpunkt dieses Zuganges ist die Frage nach der Prognostizierbarkeit, die in Zusammenhang mit dem Induktionsproblem, dem deduktiv-nomologischen Explikationsschema von Hempel und Oppenheim, der These von der logischen Strukturgleichheit von Erklärung und Vorhersage (nach Hempel und Popper) und den Interventionsparadoxien gesehen wird. Als Standardwerk hierzu kann Stegmüllers *Erklärung. Begründung. Kausalität* (Stegmüller 1969) gelten; siehe auch Goodman (1988, Erstausgabe 1954), Lenks *Erklärung Prognose Planung* (1972) oder Oeser (1979).

2. Der *sozialkritische* Zugang, der an Utopieforschung und Ideologiekritik in den Traditionslinien Karl Mannheims (*Ideologie und Utopie*, 1929), Ernst Blochs (*Das Prinzip Hoffnung*, 1954-59) Ossip Flechtheims und der Frankfurter Schule anknüpft, die partizipativen Momente hervorhebt (Robert Jungk) und die Zukunftsforschung in Zusammenhang mit der Friedens- und Umweltforschung bringt. Wissenschaftstheoretisch stehen hier die Subjekt-Objekt-Problematik und die Offenheit der Zukunft (als Möglichkeitsfeld) und in ethischer Hinsicht die Fragen nach der Verantwortung für die Zukunft (Hans Jonas: *Das Prinzip Verantwortung*, 1979) im Vordergrund. In jüngerer Zeit ist hat sich der sozialkritische Zugang zu einer dem Leitkonzept der (sozialen, ökologischen und kulturellen) Nachhaltigkeit verpflichteten Zukunftsforschung gewandelt (vgl. Kreibich 1997), die die zukünftige Reproduktionsfähigkeit der Gesellschaft und ihrer natürlichen Grundlagen als disziplinübergreifende Forschungsperspektive nutzen will.

3. Der *politikwissenschaftliche* Zugang, der eher planungspraktisch orientiert ist und den Schwerpunkt auf politisches und Verwaltungshandeln (Waterkamp 1970), dessen Voraussetzungen und Möglichkeiten – speziell bei größeren staatlichen Reformvorhaben – und auf Partizipation und demokratische Kontrolle und verstärkt seit den achtziger Jahren auf den Umgang mit Risiken (Ulrich Beck: *Die Risikogesellschaft*, 1986) und katastrophenhaften Entwicklungen (Böhret 1990) setzt. Wissenschaftstheoretisch interessant sind hier u. a. die Fragen von Früherkennung, von Sachzwängen und von Entscheidungsalternativen. Ein wichtiger Aspekt ist heute die Frage nach dem Handlungsspielraum für Politik und Verwaltung (vgl. Zöpel 1991).

4. Der *wirtschaftswissenschaftlich-unternehmensbezogene* Zugang.¹⁸ Auf der Makroebene geht es hier um Krisenüberwindung und langfristige Handlungsfähigkeit, auf der Mikroebene um unternehmerisches Handeln in einer komplexen und von Unsicherheiten geprägten Umgebung – einschließlich der Notwendigkeit „vernetzten“ (Frederic Vester: *Unsere Welt - ein vernetztes System*, 1978) und langfristigen Denkens. Wissenschaftstheoretisch interessant sind hier die verschiedenen Ansätze des strategischen Managements („konstruktivistisch-technomorph“ vs. „systemisch-

¹⁸ Die wirtschaftliche Zukunftsforschung, betrieben u. a. vom Prognos-Institut, dem Batelle-Institut, dem Gottlieb-Duttweiler-Institut oder der Sankt Gallener Management-Schule, ist der derzeit aktivste Zweig der Zukunftsforschung im deutschsprachigen Raum, wobei neuerdings verstärkt Umweltaspekte aufgegriffen werden. Vgl. Leitschuh-Fecht/Burmeister (1994).

evolutionär“; Malik 1989), der technologischen Früherkennung und die angewandten Szenario-Techniken.

Anzumerken ist, daß in der DDR – wie auch in den anderen realsozialistischen Ländern – ein eigenständiger Zugang zur Zukunftsforschung bzw. *Prognostik* allenfalls in Ansätzen entwickelt wurde (Bauer et al. 1968, Dobrow 1971). Zwar fand einerseits eine intensive Auseinandersetzung mit der „bürgerlichen“ Futurologie (etwa: Bönisch 1971) statt, andererseits aber verhinderte die Verankerung der Prognostik (speziell der Gesellschaftsprognostik) im Marxismus-Leninismus, der ja die Zukunft wissenschaftlich zu beschreiben vorgab, eine *kritische* Selbstreflektion der erkenntnistheoretischen Grundlagen. Zudem schloß die angeblich in der Diktatur des Proletariats realisierte Beteiligung des Volkes partizipative Ansätze aus.¹⁹

In den achtziger Jahren hat insbesondere anschließend an Hans Jonas und in Auseinandersetzung mit seinen Positionen die Frage nach Verantwortlichkeit und Verantwortbarkeit im Zusammenhang mit der Wissenschaftsethik (vgl. Lenk 1991), der Technikfolgenabschätzung, mit einem generell gewachsenen Risikobewußtsein und der Nachhaltigkeitsdebatte fast alle Bereiche des Zukunftsdiskurses durchdrungen. Vereinzelt wird dabei bereits von einer „Zukunftsethik“ (Birnbacher 1988) gesprochen, womit nicht eine prognostizierte Ethik der nach uns Kommenden gemeint ist, sondern eine heutige Ethik, die die Probleme künftiger Generationen antizipiert und „intergenerationelle“ Gerechtigkeit (als einen Aspekt von sustainable development) herzustellen trachtet. Interesse kann hier auch die Fragen nach einer Kommunikation mit künftigen Generationen erwecken, wie sie - ausgehend von Kommunikationswissenschaft und allgemeinen Semiotik - beispielsweise von Posner (1990) aufgeworfen wird.

Allerdings ist hier einschränkend festzustellen, daß zwar hinreichend Aussagen zu den Grundlagen und Normen einer zukunftsorientierten Ethik existieren, die Querbeziehungen zur Wertewandelproblematik jedoch selten aufgegriffen werden. Jeder Versuch einer Ethik-„Prognose“ verweist deutlicher als andere Vorhersagefragestellungen auf die zirkelhafte Bindung zwischen unseren heutigen Wertvorstellungen, die konzentriert im Menschenbild zum Ausdruck kommen, und unseren heutigen Zukunftsvorstellungen.

„Aus seinem Zukunftsbilde erkennst Du den Menschen und wiederum aus dem Menschenbild seine Zukunft. Anthropologie und Futurologie sind offensichtlich unmittelbar voneinander abhängig und beeinflussen sich gegenseitig.“ (Altner 1974, S. 340)

¹⁹ Eine kritische Einschätzung gibt beispielsweise Boucher (1977); den Niedergang der Zukunftsforschung in der Breschnew-Ära beschreibt Bestuzhev-Lada (1992), vgl. auch Steinmüller (1996a, S. 14f).

1.4 Prognose und Erklärung - neuere Entwicklungen der Wissenschaftstheorie

Seit den letzten umfassenderen wissenschaftstheoretischen Untersuchungen zur Zukunftsforschung in den siebziger Jahren hat eine tiefgreifende Entwicklung und Akzentverschiebung der Wissenschaftsforschung insgesamt stattgefunden, die auch für die Zukunftsforschung relevant sind. Zu den zu berücksichtigenden neueren Ergebnissen der Wissenschaftstheorie zählt die Widerlegung der These von der logischen Strukturgleichheit von Erklärung und Vorhersage, die unmittelbar das erkenntnistheoretische Fundament der Zukunftsforschung berührt (Lenk 1986).

In der Wissenschaftstheorie wird unter eine Prognose allgemein eine wohlbegründete Erwartungspräferenz verstanden.²⁰ Eine Abgrenzung zu (unwissenschaftlichen) Prophezeihungen geschieht durch die Kriterien der

- Nachvollziehbarkeit und der
- Begründung mit relevanter Information (Ableitung mit Hilfe von Gesetzen bzw. Erfahrungen, Abhängigkeit von Bedingungen).

Hempel und Oppenheim (1948) haben ein Schema für die logische Struktur von Prognosen entwickelt:

Antezedens:

(1) Gesetzesaussage

(2) Bedingungen

Konsequens:

(3) Prognose-Satz

Prognosen sind insofern stets bedingte Aussagen, denn sie sind an Voraussetzungen (Gesetze, bestimmte Anfangsbedingungen) gebunden. Entfallen diese, kann über den Erfolg der Prognose nichts ausgesagt werden. In der Zukunftsforschung werden häufig - ausgesprochen oder stillschweigend vorausgesetzt - *ceteris paribus*-Bedingungen angenommen: „vorausgesetzt, daß sich sonst nichts ändere“. Bei der Szenariokonstruktion wird dagegen versucht, diese Bedingungen systematisch zu variieren.

Das Schema von Hempel und Oppenheim entspricht exakt dem Schema einer Erklärung (Explikation). Sie formulierten daher die These von der logischen Strukturgleichheit von Erklärung und Prognose: Zu jeder (erfolgreichen) Erklärung gibt es eine Prognose mit gleicher logischer Struktur und umgekehrt (vgl. Seiffert/Radnitzky 1992, S. 275). „Eine adäquate Erklärung hat, so komplex auch der Erklärungsgegenstand sein mag, zumindest potentiell prognostisch zu sein“ (Oeser 1979, S. 125). In populärer Verkürzung bedeutet dies: Was man erklären kann, kann man auch vorhersagen und umgekehrt. Allerdings ergeben sich - wie Lenk (1986) bemerkt - *semantische* und *pragmatische* Unterschiede.

²⁰ Es muß bemerkt werden, daß dieser - auf Popper zurückgehende - Prognosebegriff weiter ist als der in der Zukunftsforschung und im alltäglichen Sprachgebrauch übliche: „Erwartung“ muß sich nicht auf ein künftiges Ereignis beziehen; es genügt, daß dieses während der Formulierung des Prognose-satzes nicht bekannt ist.

Explikation

- (1) Gesetzesaussage
 - (2) Bedingungen
-
- (3) zu erklärendes Phänomen

(3) ist bekannt
Suche nach Erklärung: Bedingungen, die dann vorausgesetzt werden (ähnlich dem Backcasting)
Sprachform: (3) weil (2)

Prognose

- (1) Gesetzesaussage
 - (2) Bedingungen
-
- (3) prognostiziertes Phänomen

(1) und (2) oder Teile davon sind bekannt
Suche nach Folgerungen: (1) und (2) werden vorausgesetzt, daraus geschlußfolgert (Prognose)
Sprachform: Wenn (2), dann (3).

Damit findet auch eine gewisse Annäherung an die naive bzw. chaostheoretische Aussage statt: „Es gibt Dinge, die man zwar erklären, aber nicht vorhersagen kann.“ (vgl. Steinmüller 1995b, S. 33ff)

Angesichts dessen, daß Aussagen über Zukünftiges einer direkten empirischen Verifikation bzw. Falsifikation nicht zugänglich sind, haben auch das Normativitätsproblem und die Theoriebeladenheit (theory bias) besondere Relevanz für die Zukunftsforschung. Zugleich steht eine Analyse von prognostischen Aussagen aus Sicht der Wahrheitstheorie(en)²¹ aus.

Ein weiteres Desirat ist eine Analyse, welche Bedeutung dekonstruktivistische und konstruktivistische philosophische (bzw. kognitionswissenschaftliche) Ansätze sowie die neueren Erkenntnisse der allgemeinen Semiotik für die Zukunftsforschung (speziell: die Konstruktion futurologischen Orientierungswissens) haben können.

²¹ Einen Überblick über wahrheitstheoretische Ansätze vermitteln beispielsweise Skirbekk (1980) und Pöter (1990).

2. Zeit und Zukunft - philosophische und logische Aspekte

Unter den grundlegenden philosophischen Kategorien ist die der Zeit für die Zukunftsforschung zentral: Jegliches Nachdenken über die Zukunft, jegliches Vorhersagen und Planen setzt schon vom Begrifflichen her Zukunft als Aspekt der Zeit voraus und impliziert zumeist Modelle vom Verlauf der Zeit, die sich in Wendungen wie „Offenheit der Zukunft“ oder in Begriffen wie Sachzwang, Trend oder Zukunftsgestaltung ausdrücken. Kennzeichnend für die Epoche, in der Zukunftsforschung zu einer gesellschaftlichen Notwendigkeit wird, ist zudem ein Heraustreten des Menschen aus der zyklischen Zeit der Natur und im Gefolge der Industrialisierung eine Metrisierung und Rationalisierung der Zeit mit ihren Folgen Tempo, Zeitnot, Beschleunigung bis hin zum „rasenden Stillstand“ (Virilio).²²

Als philosophische Kategorie wird Zeit seit der Antike explizit thematisiert; seit der antiken Astronomie ist Zeit auch Gegenstand von Naturwissenschaft, mit der Entstehung der Disziplin Geschichte ist Zeit gleichfalls Gegenstand von Sozial- und Geisteswissenschaften geworden. Heute existieren eine Vielfalt von disziplinären, interdisziplinären und philosophischen Forschungsansätzen - von der Chronobiologie und physikalischen Raum-Zeit-Theorien bis zur Kategorie Zeit in der philosophischen Hermeneutik.²³

Prinzipiell sind aus philosophischer Sicht zwei unterschiedliche Interpretationsstränge zu unterscheiden: der an Heraklid anschließende Strang einer qualitativen Sicht, der gemäß Zeit erfülltes Sein voller Ereignisse, Veränderungen usw. ist, und der an Parmenides anschließende Strang einer ausschließlich quantitativen Sicht, der gemäß Zeit „das an der Bewegung Abzählbare“ (Aristoteles) ist. Die modernen Naturwissenschaften knüpfen so gut wie ausschließlich an die parmenidische Tradition an; sie haben auch die heute vorherrschenden Vorstellungen von Raum und Zeit geprägt (vgl. Mainzer 1995). Ein umfassender Überblick über die Philosophie der Zeit (Ontologie, Logik), die Diskussionen über Apriorität oder Empirizität der Zeit, die Zeitkonzeptionen der verschiedenen philosophischen Strömungen und der verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen kann an dieser Stelle nicht gegeben werden. Es sollen jedoch einige Aspekte von Philosophie und Logik der Zeit, die für die Zukunftsforschung relevant sind, dargestellt werden.

2.1 Die beiden Zeitreihen

Grundlegend auch für die Zukunftsforschung sind die beiden sog. „Zeitreihen“, die am Anfang des Jahrhunderts der schottische Philosoph McTaggart formulierte.²⁴ Die McTaggartsche „B-Reihe“ (oder „Lagezeit“, da damit das zeitliche Verhältnis der Positionen zweier Ereignisse zueinander bestimmt wird) bedeutet die Abfolge

²² Die Veränderung von Zeitwahrnehmung, Zeitnutzung und Zeitbegriff in der Postmoderne ist hier nicht Gegenstand, ebensowenig der Topos der Beschleunigung, (mehr oder weniger utopischen) Hoffnungen auf eine Entschleunigung und Ansätze zu einer „Ökologie der Zeit“ (Held/Geißler 1993).

²³ In der Bibliographie Macey (1991) werden allein über 16 Seiten Literatur zur Philosophie der Zeit aufgelistet - ohne spezifische Arbeiten zur Logik der Zeit und zu naturwissenschaftlichen Zeitbegriffen aus philosophischer Sicht.

²⁴ J. McTaggart: „The Unreality of Time“, in: *Mind* 17 (1908).

früher → später.

Die McTaggertsche „A-Reihe“ (oder „Modalzeit“, da damit die Weise, wie Ereignisse im Verhältnis zum Menschen sein können, charakterisiert wird) bedeutet die Abfolge

Vergangenheit → Gegenwart → Zukunft

Während aus einer heraklidschen Sichtweise heraus ein fundamentaler Unterschied von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft zu begründen ist, bietet dies aus einer parmenidischen Sicht heraus größere Schwierigkeiten. Dementsprechend sind Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft als solche keine Kategorien der klassischen (mechanistischen) Naturwissenschaft; für diese unterscheidet sich der ontologische Status der drei Abschnitte der A-Reihe nicht. Zudem sind die Bewegungsgleichungen der klassischen Mechanik invariant gegenüber der Transformation $t \rightarrow -t$ (Zeitinversion), keine Zeitrichtung ist ausgezeichnet. Einige Philosophen haben wie B. Russell²⁵ die A-Reihe daher als bloßen Ausdruck unserer Zeiterfahrung - also als reine Bewußtseinstatsache ohne objektiven Gehalt - interpretiert; unabhängig von der Erfahrung habe die Zeit nur die Struktur der B-Reihe.

In der Relativitätstheorie wird der Zeitbegriff der klassischen Physik durch Verschmelzung mit dem Raumbegriff zum Raum-Zeit-Kontinuum verallgemeinert. Damit ist eine Verallgemeinerung der Begriffe Vergangenheit und Zukunft verbunden. In Bezug auf ein Ereignis E_0 kann nach der Relativitätstheorie ein Ereignis E_1 im „Vorkegel“ (verallgemeinerter Vergangenheitsbegriff) oder im „Nachkegel“ (verallgemeinerter Zukunftsbegriff) liegen, je nachdem ein von E_1 ausgehender Lichtstrahl E_0 oder umgekehrt ein von E_0 ausgehender Lichtstrahl E_1 erreichen kann. Ist weder das eine noch das andere möglich, liegen E_0 und E_1 „raumartig“, eine Wechselwirkung ist zwischen ihnen nicht möglich (verallgemeinerter Gegenwarts- bzw. Gleichzeitigkeitsbegriff).²⁶ In populärer Interpretation der relativistischen Raum-Zeit-Auffassung gilt: Zukunft (Nachkegel) sind die Ereignisse, die man beeinflussen, von denen man aber nicht wissen kann; Vergangenheit (Vorkegel) sind die Ereignisse, von denen man wissen, die man aber nicht beeinflussen kann. Ein eigentliches „Werden“ (Entstehung von Neuem) sieht die Relativitätstheorie nicht vor.

2.2 Zeitpfeil und Irreversibilität der Zeit

Im Unterschied zum klassisch-mechanischen Weltbild hat die moderne Naturwissenschaft etwa seit Mitte des vergangenen Jahrhunderts die Irreversibilität vieler Prozesse entdeckt. Bildhaft wird die im Konzept des „Zeitpfeiles“ (entsprechend der B-Reihe) ausgedrückt. Eine Vorreiterrolle nahmen hier die Thermodynamik (mit dem Zweiten Hauptsatz: Entropiezunahme) und die statistische Mechanik (Ergodensatz) ein. Chaos- und Selbstorganisationstheorie haben weitere theoretische Begründungen für die Asymmetrie von Früher und Später geliefert, desgleichen die Kosmolo-

²⁵ B. Russell: „On the Experience of Time“, 1915, nachgedruckt in *Collected Papers* vol. 7, 1984.

²⁶ Man kann hier argumentieren, daß streng genommen nur die A-Reihe (früher-später) in der Relativitätstheorie verallgemeinert wird und diese - wie die klassische Physik - keinen eigentlichen Begriff von Gegenwart, Vergangenheit und Zukunft hat: Im Vorkegel ist E_1 „früher“ als E_0 usw.

gie (Expansion des Universums) und auch die Quantentheorie (Reduktion der Wellenfunktion bei der Messung). Mit Cuviers Kataklysmtheorie, Lamarcks *Philosophie Zoologique* und schließlich den Arbeiten Charles Lyells und Charles Darwins setzte sich auch innerhalb der Naturgeschichte der Gedanke einer irreversiblen Entwicklung, Evolution durch.²⁷

In den Geschichtsschreibung bzw. Geschichtsphilosophie konkurrierten bis ins zwanzigste Jahrhundert zwei zumeist religiös (bzw. eschatologisch) inspirierte Vorstellungen: die Annahme von Zyklen, von ewiger Wiederkehr des Gleichen und die in der christlichen Heilserwartung begründete Annahme eines mehr oder weniger beständigen Fortschreitens der Menschheitsgeschichte auf ein Ziel hin, die später während der Aufklärung zur Fortschrittsideologie (vom Liberalismus bis zum Marxismus) säkularisiert wurde. Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft waren stets Thema der Geschichtsphilosophie und sind heute zentrale Kategorien in den Geschichtswissenschaften,²⁸ bisweilen unter bezug auf die philosophische Anthropologie: Vergangenheit als Erfahrungsraum, Zukunft als Erwartungshorizont.²⁹

In philosophischer Hinsicht rekurren die Selbstorganisationstheorien und auch die Geschichtswissenschaften auf Grundkategorien von Verursachung (Kausalität und Determination, Notwendigkeit, Möglichkeit, Zufall, Freiheit) und auf Modelle von Prozeß und Entwicklung und letztlich eine Theorie der Zeit. Während die Zukunftsforschung generell in Zusammenhang mit Evolutions- und Fortschrittstheorien (für Natur und Gesellschaft) gebracht wird, und so die ontologischen Momente dieser Theorien für die Zukunftsforschung fruchtbar gemacht wurden, fand ein Rekurs der Zukunftsforschung auf philosophische Theorien der Zeit (Logik der Zeit, Semantik temporaler Aussagen, Ontologie von Ereignis, Prozeß, Entwicklung) bislang nur ansatzweise statt.

Das futurologische Grundkonzept der möglichen Zukünfte wirft die Frage nach dem ontologischen Status der Zukunft/der Zukünfte auf und setzt bereits voraus, daß „die Zukunft“ nicht bereits festgelegt ist, sondern - wie auch immer gestaltete - Bündel von Möglichkeiten enthält. Allerdings wird dabei die naiv-realistische Interpretation, daß es nur die eine Zukunft gäbe,³⁰ wohl weniger aufgrund einer philosophischen Analyse als aus pragmatischen Gründen abgelehnt: ihre Konsequenz wäre Determinismus bzw. Fatalismus. Steht die Zukunft schon fest, sind Handlungs- und Entscheidungsfreiheit des Individuums bestenfalls Schein.

²⁷ Schon früher wurde die Entwicklung von Organismen als irreversibler Prozeß (Wachsen und Altern) etwa von Albrecht von Haller beschrieben und entsprechend Präformations- oder Epigenesevorstellungen interpretiert. - Innerhalb der klassischen Darwinschen Theorie wird die Irreversibilität am deutlichsten durch Dollos Gesetz beschrieben.

²⁸ Aufschlußreich ist hier die Kontroverse um Gesetz und Einzigartigkeit in der Geschichte, etwa die Debatte Ende des vergangenen Jahrhunderts. Während die eine Denkschule, Wilhelm Windelband folgend, die Einzigartigkeit der geschichtlichen Ereignisse betonte und somit eine idiographische Geschichtswissenschaft postulierte, ging die andere Richtung von allgemein (epocheübergreifend) gültigen Gesetzen der Geschichte aus und forderte eine nomothetische Geschichtswissenschaft.

²⁹ Siehe etwa Koselleck (1979); generell zur Geschichtstheorie vgl. Faber (1982). Mit den Kategorien Erfahrungsraum und Erwartungshorizont knüpft Koselleck an die Zeittheorie der Transzendentalphilosophie und Phänomenologie an, gemäß der Erinnerung und Erwartung (Retention und Protention) nicht bloße psychologische Aspekte, sondern konstitutive Kategorien für jegliches Wissen von Zeit sind.

³⁰ Eine realistische Position vertritt beispielsweise Fraye (1993).

2.3 Aristoteles und das Seeschlachträtsel

Untersuchungen über die mit Aussagen über Zukünftiges³¹ (sog. „futura“ oder „futurabilia“) verbundenen logischen (und auch ethischen) Probleme gehen bis in die Antike zurück. Diese Untersuchungen knüpfen speziell in der Logik an eine Fragestellung an, die bereits Aristoteles in der Schrift *De interpretatione* (Buch 9) anriß. Aristoteles behandelt darin sogenannte kontingente Aussagen über Zukünftiges, kontingente Futurabilien (*futura contingentia*). Im Gegensatz zu notwendigen Futurabilien („Morgen ist $1 + 1 = 2$.“) und unmöglichen Futurabilien („Morgen werden die Flüsse bergauf fließen.“) sind kontingente Futurabilien erst einmal offene Aussagen, möglich, aber nicht notwendig. Aristoteles benutzt hier das Beispiel „Morgen wird eine Seeschlacht stattfinden.“³² Mit einer rein logischen Argumentation stellt er die Existenz der kontingenten Futurabilien in Frage: Schon heute ist wahr, daß morgen eine Seeschlacht stattfinden wird oder daß morgen keine Seeschlacht stattfinden wird. Nach dem Satz vom ausgeschlossenen Dritten müßte daraus folgen, daß entweder schon heute wahr ist, daß morgen eine Seeschlacht stattfinden wird, oder daß schon heute wahr ist, daß morgen keine Seeschlacht stattfinden wird. Wenn dem so wäre, wäre aus rein logischen Gründen schon heute alles entschieden. Die unbeschränkte Gültigkeit des Gesetzes vom ausgeschlossenen Dritten scheint zur Konsequenz zu haben, daß die Zukunft bereits feststeht und daß es keine kontingenten zukünftigen Ereignisse geben kann - und somit auch die menschliche Freiheit in Frage gestellt ist.

Aristoteles Argumentation verweist auf eine Reihe mit einander zusammenhängender Probleme:

1. Wahrheitsproblem: Wie ist aus Sicht der Logik mit Aussagen über Zukünftiges umzugehen? Inwiefern kann von deren Wahrheit oder Falschheit gesprochen werden? Semantisch wäre danach zu fragen, was wir überhaupt mit der „Wahrheit“ prognostischer Aussagen meinen; hier schließen die unterschiedlichen Wahrheitstheorien an (siehe etwa Pöter 1990).
2. Determinismusproblem: Ist „die Zukunft“ bereits festgelegt und damit menschliche Handlungsfreiheit nur Schein?³³
3. Problem adäquater Zeitlogiken: Wie müssen die logische Kalküle (Aussagenlogik, Prädikatenlogik, Quantorenlogik...) verallgemeinert werden, um zeitabhängige Aussagen adäquat zu erfassen?

³¹ Das Konzept der Futurabilien bezieht sich in der traditionellen Logik auf *Aussagen* über zukünftige Ereignisse. Es ist nicht mit dem Konzept der möglichen Zukünfte (engl. possible futures, frz. futuribles - siehe S. 11) in der Zukunftsforschung identisch. Zum einen ist die Extension weiter: Futurabilia können auch Aussagen über unmögliche Zukünfte sein; zum anderen spielen modale Wertungen (Möglichkeit, Wünschbarkeit) und semantische Aspekte bei einer strikt aussagenlogischen Betrachtung keine Rolle.

³² Prognosen im engeren Sinne (begründete Erwartungspräferenzen) sind kontingente Futurabilien. „Sichere Prognosen“, logisch notwendige oder auch nur theoretisch notwendige Aussagen über die Zukunft (Beispiel: „In the long run, we are all dead.“ - J. M. Keynes) besitzen keinen oder nur geringen Erkenntnis- oder Orientierungswert. Als Orientierungswissen sind allein nichttriviale Aussagen interessant, in die nennenswertes empirisches Wissen einfließt, die damit - ganz im Sinne der Definition - eine von mehreren Möglichkeiten als die wahrscheinlichere herausstellen.

³³ Die deterministischen bzw. fatalistischen Konsequenzen bei Aristoteles werden in Zusammenhang mit antiken Heimarmene-Konzepten ausführlich von Talanga (1986) behandelt. Siehe auch Wieland (1979).

Im Rahmen der traditionellen Prädikatenlogik wurde auf verschiedene Weise versucht, das Problem der Wahrheit oder Falschheit kontingenter Futurabilien zu lösen. Eine an J. Lukasiewicz anknüpfende Schule führte mehrwertige Logiken ein und wies Sätzen wie „Morgen wird eine Seeschlacht stattfinden“ einen dritten Wahrheitswert („unbestimmt“) zu. Die konstruktive Logik (P. Lorenzen) gibt dagegen das Prinzip der Wahrheitsdefinitheit auf: Der Satz „Morgen wird eine Seeschlacht stattfinden“ besitzt heute noch keinen Wahrheitswert (nicht wahr, nicht falsch, aber wegen dem tertium non datur auch nicht unbestimmt).

Eine befriedigende Lösung des Problem zeichnete sich erst in neueren Untersuchungen zur Zeitlogik ab. G. H. von Wright stellt fest, daß sich bei der Annahme einer linearen (und somit deterministischen) Zeitordnung die Frage nach kontingenten Futurabilien erübrige, jedoch davon abweichende Axiomatiken denkbar seien. Für einige zeitlogische Axiomatiken entfällt die Verknüpfung von tertium non datur und Bivalenzprinzip. „Wie ersichtlich, ist das Gesetz vom ausgeschlossenen Dritten sowohl für die zeitlose als auch für die zeitliche Verwendung von 'wahr' stichhaltig, während das Prinzip der Zweiwertigkeit nur für den ersten Fall logisch richtig ist“ (v. Wright 1974, S.187).³⁴ Damit gestatten diese zeitlogischen Axiomatiken den Aristoteleischen Schluß von „Schon heute ist wahr, daß morgen eine Seeschlacht stattfinden wird oder daß morgen keine Seeschlacht stattfinden wird“ auf „Entweder ist schon heute wahr, daß morgen eine Seeschlacht stattfinden wird, oder es ist schon heute wahr, daß morgen keine Seeschlacht stattfinden wird“ nicht mehr. Aus einer eher semantischen Sicht plädiert von Wright (1974) dafür, nicht davon zu sprechen, daß etwas „schon jetzt wahr“ sei, sondern, daß es „schon sicher“³⁵ sei.

2.4 Zeitlogiken und Zeittopologien

Den ersten Versuch, eine Logik der Zeit zu begründen, unternahm A. N. Prior (1957, 1967). Prior ging dabei von der Modallogik (Prädikate Np : „Es ist notwendig, daß p .“ und Mp : „Es ist möglich, daß p .) aus und entwickelte ein zeitlogisches Kalkül mit den Prädikaten Pp („Es war der Fall, daß p .“) und Fp („Es wird der Fall sein, daß p .“). Seither sind unterschiedliche Axiomatiken für zeitlogische Kalküle entwickelt worden, insbesondere das minimale zeitlogische Kalkül K_t und darauf aufbauende Quantorenlogiken. Als problematisch erweisen sich hier Unschärfe, Mehrdeutigkeit und Situationsabhängigkeit (Kontextsensitivität) von Ausdrücken der natürlichen Sprachen, etwa die Mehrdeutigkeit von „ist“ oder der Verweischarakter von „jetzt“. So ergibt sich u. a. die Notwendigkeit, zwischen Gebrauchszeitstelle und Bewertungszeitstelle zu unterscheiden. Erstere ist „die Zeitstelle, an der ein Satz gebraucht wird“, die zweite die „Zeitstelle [...] in bezug auf die man der mit ihm gemachten Aussage einen Wahrheitswert zuordnet“ (Kienzle 1994, S. 13). Allerdings vermag es die Zeitlogik (noch?) nicht, alle Aspekte des natürlichsprachlichen Gebrauchs von Zeitformen widerzugeben.

Von direkter Relevanz für die Zukunftsforschung ist, daß den unterschiedlichen zeitlogischen Kalkülen verschiedene Topologien der Zeit - oder Zeitordnungen - zugrunde liegen. Neben linearen werden baumartige (oder halblinare) und sogar zykli-

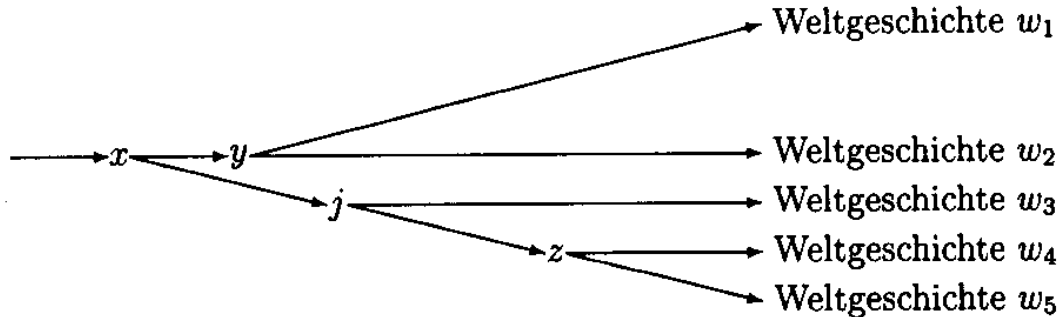
³⁴ V. Wright stellt auch die Geschichte des Problems kurz dar.

³⁵ Wenn „schon sicher“ weniger meint als ein notwendiges Eintreffen, doch mehr als ein zufälliges, dann könnte man darin den Ausdruck einer begründeten Erwartungspräferenz sehen.

sche³⁶ Topologien diskutiert. Baumartige Topologien ziehen, wie von Wright (1974) bemerkte (s. o.), Indeterminismus nach sich.³⁷ Um jedoch dem Umstand Rechnung zu tragen, daß die Vergangenheit feststeht und die Zukunft offen ist, bedarf es mehr; eine baumartige Zeittopologie allein - wie sie im nachstehenden Diagramm mit den Verzweigungsstellen x , y , z und j (für „jetzt“) dargestellt wird - impliziert noch keine zeitlogische Differenz zwischen Vergangenheit und Zukunft.

Baumartige Zeittopologie

aus: Kienzle 1994, S. 457



Erst neulich ist es Harada gelungen, ein zeitlogisches Kalkül zu entwickeln, das die ontologische Differenz von Vergangenheit und Zukunft - wie es scheint - adäquat abbildet (Harada 1994). Es handelt sich um die hemiaktualistische Quantorenzeitlogik **QHAL**, die hier nicht dargestellt werden kann. Schematisiert läßt sich der Grundgedanke dieses Kalküls durch das nachstehende Diagramm illustrieren. Dabei bedeuten durchgezogene Linienzüge mögliche „Weltgeschichten“³⁸; punktierte Linien mögliche „Weltgeschichten“, die nicht mehr zur Wirklichkeit gehören können.³⁹

Baumartige Zeittopologie in der hemiaktualistischen Quantorenzeitlogik

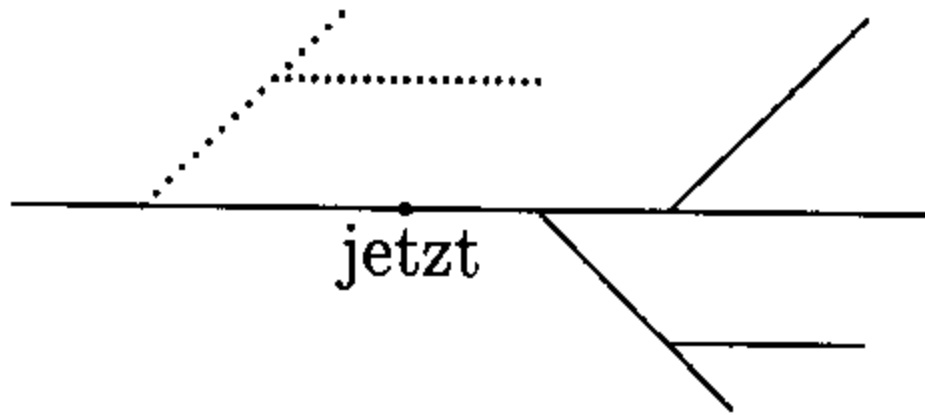
aus: Kienzle 1994, S. 364

³⁶ Etwa von Reynolds (1994). Diese Untersuchungen sind u. a. durch ältere religiöse Vorstellungen einer zyklischen Zeit, Nietzsches Idee der ewigen Wiederkehr und nicht zuletzt Kurd Gödels physikalische Spekulationen über geschlossene Weltlinien motiviert.

³⁷ Vgl. etwa auch die Beiträge von Thomason, Burgess und Harada in Kienzle (1994).

³⁸ Eine Weltgeschichte im Sinne der Zeitlogik ist eine maximale lineare Menge von Zeitstellen einer Zeitordnung.

³⁹ Diese sind Gegenstand der Alternativgeschichte oder Konjunkturalhistorie (vgl. Steinmüller 1995b und 1998). Grammatikalisch liegen den Verzweigungspunkten in der Vergangenheit irrealer Konditionalsätze zugrunde.



2.5 Schlußfolgerungen

1. Die Zeitlogik ersetzt keine Theorie (oder Ontologie) der Zeit; sie versucht insbesondere, den intuitiv korrekten sprachlichen Gebrauch zeitlicher Entitäten nachzubilden. Indem die Zeitlogik eine Terminologie und Regeln für den korrekten Gebrauch⁴⁰ zeitlicher Aussagen aufstellt, ist sie auch für die Zukunftsforschung relevant.
2. Die zeitlogischen Kalküle bieten heute ein differenziertes Strukturangebot. Darunter befinden sich speziell baumartigen Zeittopologien, die eine offene Zukunft bei feststehender Vergangenheit implizieren. Diese Topologien stehen in Übereinstimmung mit dem methodischen Grundansatz der Zukunftsforschung, dem Entwurf von Alternativszenarien.
3. Die Zeitlogik liefert für die Zukunftsforschung keinen triftigen Grund, auf den Wahrheitsbegriff für Prognosen zu verzichten. Daneben können Prognosen durch modale Urteile wie „möglich“ oder „sicher“ charakterisiert werden.

⁴⁰ Korrektheit heißt hier innere (logische) Konsistenz und äußere Angemessenheit.

3. Methoden der Zukunftsforschung - Versuch einer Systematisierung

3.1 Methodenvielfalt der Zukunftsforschung

Zukunftsforschung als die systematische Erzeugung von Orientierungswissen, das zur Bewältigung kommenden Herausforderungen und Krisen beiträgt, ist vom Ansatz her eine disziplinübergreifende Aufgabe und bedarf schon insofern einer Methodologie, die einerseits auf Herangehensweisen einzelner Disziplinen zurückgreift, sie aber andererseits in einen gemeinsamen Bezugsrahmen integriert. Besonderheiten der Methodologie der Zukunftsforschung ergeben sich aus ihrem Gegenstand. Zum ersten ist „Zukunft“ kein Forschungsgegenstand wie andere. Aussagen über Zukünftiges können per definitionem an dem Zeitpunkt, zu dem sie gemacht werden, nicht überprüft werden. Dennoch existieren Verfahren, um die Qualität des von der Zukunftsforschung erbrachten Orientierungswissens kritisch abzusichern. Zum zweiten haben Zukunftsstudien, wenn sie nicht von vornherein auf globale Fragestellungen ausgerichtet sind, neben ihrem engeren Schwerpunkt dessen Umfeld, die Einbindung in übergreifende Prozesse zu berücksichtigen - die Isolierbarkeit des Objekts ist in der Regel nicht gewährleistet. Zum dritten setzen Zukunftsstudien da ein, wo üblicherweise die Reichweite kurzfristiger, disziplinärer Planungs- und Prognoseinstrumente endet, der typische Zeithorizont von fünf bis etwa fünfzig Jahre wird jedoch bisweilen unter-, bisweilen überschritten. Wo aber die empirische Basis für extrapolative Explorationsverfahren zu schwach ist, kommt ein spekulatives Moment notwendigerweise ins Spiel.⁴¹ Spekulationen jedoch haben nach dem traditionellen Wissenschaftsverständnis in der Forschung so wenig zu suchen wie die Berücksichtigung von normativen - also subjektiven - Momenten (Zielvorstellungen, Befürchtungen).

Als in den späten vierziger Jahren die ersten Think Tanks wie die RAND Corporation (1948) oder das Stanford Research Institute gegründet wurden, konnten sich diese auf zahlreiche Methoden stützen, die in anderen Disziplinen entwickelt worden waren:

- ökonometrische Modelle (wie die Input-Output-Matrizen W. Leontieffs),
- spiel- und entscheidungstheoretische Arbeiten (etwa von J. v. Neumann und O. Morgenstern),
- statistische Methoden der Zeitreihenanalyse (aus der Nachrichtentechnik),
- statistische Regressionsmethoden (u. a. aus Soziologie und Biometrie),
- Management- und Planungstechniken, Netzplanmethoden und Optimierungsverfahren (das Instrumentarium des Operations Research) und
- demoskopische Hochrechnungsmethoden.

⁴¹ Bislang wurde der Spekulationsbegriff wenig wissenschaftstheoretisch aufgearbeitet. Es sei an dieser Stelle aber auf den wesentlichen Unterschied von willkürlichen (nicht erkenntnisorientierten und methodisch geleiteten) Spekulationen und Spekulationen im Sinne der systematischen Variation von Ausgangs- und Randbedingungen hingewiesen. In letzterem Sinne kann z. B. eine worst-case analysis als spekulative Vorgehensweise gelten; für Folgenabschätzungen gleich welcher Art spielt das What-If-Prinzip eine zentrale Rolle, das ebenfalls als ein Verfahren mit bedingter Spekulation aufgefaßt werden kann. (vgl. Kap. 4: Szenarien).

Die beginnende Computertechnik ermöglichte es gleichzeitig, formalisierende und quantifizierende Verfahren in einem vorher nicht gekannten Maße einzusetzen und stimulierte deren weitere Entwicklung. In den sechziger Jahren griffen die Regierungen in Ost wie West (wenn auch mit beträchtlichen Unterschieden) auf diese neuen Verfahren zurück. Erinnert sei an die morphologische Planungsmethode PATTERN (Planning Assistance Through Technical Evaluation Relevance Number, ein Zielbaumverfahren, das die NASA ab 1964 einsetzte) und das Planungs- und Informationssystem PPBS (Planning-Programming-Budgeting-System⁴², das die US-Administration ab 1965 verbindlich anwandte). Zur selben Zeit kamen mit Forresters Industrial Dynamics auch zunehmend Methoden der Systemanalyse und mathematischen Modellierung in der Zukunftsforschung zum Einsatz, speziell in der globalen Modellierung und in ähnlich gearteten nationalen Modellen⁴³.

Zu diesen methodischen Anleihen aus verschiedenen natur-, ingenieur-, sozial- und wirtschaftswissenschaftlichen Disziplinen kommt eine wenigstens partiell eigenständige Methodenentwicklung der Zukunftsforschung hinzu. Hier sind vor allem drei Methodentypen zu erwähnen, die der spezifischen erkenntnistheoretischen und pragmatischen Situation der Zukunftsforschung angepaßt sind:

- Brainstormings, Zukunftswerkstätten und andere Kreativmethoden,
- spezifische Formen von Expertenbefragungen (Delphi-Technik) und
- verschiedene Szenario-Techniken.

Das Spektrum der Methoden vergrößert sich noch, bezieht man Teile des Instrumentariums der Technikfolgenabschätzung, Technikbewertung und Technikgestaltung ein, etwa

- Mediationsverfahren und
- Methoden der Technikvorausschau bzw. prospektiven Technikfolgenabschätzung (Technikfeldbeobachtung, Frühwarnung ...).

Die Methodenvielfalt zieht eine gewisse Unübersichtlichkeit - und damit auch Unsicherheiten in der Anwendung - nach sich. Es existieren keine pragmatischen Kriterienraster für den Methodeneinsatz; oft wird undifferenziert ein „Methoden-Mix“ befürwortet, womit das der Aufgabenstellung angepaßte Zusammenwirken der Einzelmethoden im Forschungsprozeß nur pauschal beschrieben wird.

⁴² PPBS schloß die Auswahl des effizientesten Regierungsprogrammes unter einer Reihe alternativer, budgetierter Programmentwürfe ein und läßt sich insofern partiell mit dem heutigen LCP (least cost planning) vergleichen. Eine kritische Einschätzung von PPBS als einer expertokratischen Herangehensweise, die ihr Ziel Prioritätsfindung verfehlt, enthält Mettler (1979, S. 23).

⁴³ Von Meadows et al. (1972) bis Pestel et al. (1980). Zu methodischen Problemen der globalen Modellierung siehe Meadows/Richardson (1982).

3.2 Systematisierungsversuche

Voraussetzung für eine Analyse des Methodengebrauchs und die Ableitung von Anwendungskriterien ist eine Synopse und Systematisierung des Methodenbestandes. Trotz einer Vielzahl von Arbeiten, die Methoden der Zukunftsforschung auflisten und mehr oder weniger detailliert beschreiben,⁴⁴ sind bis heute - wie Kreibich (1986, S. 406) feststellt - alle Systematisierungsversuche mehr oder weniger gescheitert. Die Gründe dafür sind vielgestaltig, liegen aber im wesentlichen in der Vielfalt der Methoden, der Vielfalt der möglichen Einteilungskriterien und der weitgehenden Kombinierbarkeit unterschiedlichster Methoden im Forschungsprozeß, aber auch in Schwachstellen der allgemeinen Methodologie (als Teilgebiet der Wissenschaftstheorie).⁴⁵ Im Folgenden soll ein Überblick über wichtige synoptische Darstellungen des Methodenbestandes und die damit verbundenen Systematisierungsversuche⁴⁶ gegeben werden.

Eine Strang von Systematisierungen des Methodenbestandes geht auf Erich Jantsch (1967, S. 110ff) zurück, der intuitive, explorative, projektive und rekursive Analyse- und Prognoseansätze unterschied. An Jantsch knüpfte Bommer (1969) an, dessen Ansatz wiederum von Alisch und Röschke (1987) fortgeführt wurde. Sie unterscheiden

- „- intuitive Methoden: brain-storming, Synektik⁴⁷, Delphi-Methode, science-creation etc.,
- explorative Methoden: Zeitreihen- und Trendextrapolationen, Szenarios, input-output-Analysen etc.,
- projektive Methoden: Präferenzanalysen, Entscheidungsmodelle, Netzplantechnik, Programmierungsverfahren, Relevanzbaumanalysen etc. und
- rekursive Methoden: integrierte Managementinformationssysteme, Früherkennungssysteme etc.“ (Alisch/Röschke 1987, S.96)

⁴⁴ Beispielsweise Fowles (1978), speziell „Part III: The Procedures of Futures Research“, Hatem (1993), Weber (1990). Infolge der disziplinären Verwandtschaft von Zukunftsforschung und Technikfolgenabschätzung sind hier auch Zusammenstellungen über TA-Methoden relevant, z. B.: Kalinowski (1991), Zimmermann (1993), Geis (1994).

⁴⁵ Eine dieser Schwachstellen ist der Methodenbegriff, der als planmäßiges Vorgehen zur Erlangung oder Begründung von Wissen oder als System regulativer Prinzipien in allen bewußten, zielgerichteten Handlungen sehr weit gefaßt und unterschiedlich expliziert wird. Einige Beispiele verdeutlichen die Spannweite des Methodenbegriffes: Der Mathematik als Ganzes wird in der Wissenschaftstheorie die deduktive Methode zugeordnet wie den Natur- und Sozialwissenschaften die induktive; im Einzelnen nutzen Mathematiker die Methode der kleinsten Quadrate oder die der vollständigen Induktion. Eine ähnliche Methodenhierarchie ist auch für die Zukunftsforschung anzunehmen. Aus technikkwissenschaftlicher Sicht wird unter Methode eine „Menge von Vorschriften [verstanden], deren Ausführung den Vollzug einer als zweckmäßig erachteten Operationsfolge unter gegebenen Bedingungen hinreichend sicherstellt“ (Müller, J.: *Arbeitsmethoden der Technikkwissenschaften*, Berlin etc. 1990, zit. nach Zimmermann 1993, S. 29).

⁴⁶ Im Gegensatz zur Klassifikation - Bildung disjunkter Klassen, die den Gegenstandsbereich vollständig ausschöpfen, - arbeiten Systematisierungsversuche häufig nicht mit einheitlichen Einteilungskriterien und lassen im Einzelfall Mehrfachzuordnungen zu.

⁴⁷ Eine Methode zur Entwicklung schöpferischen Verhaltens, die als Vorläufer der Zukunftswerkstätten betrachtet werden kann.

Dieser Einteilung folgen viele Zukunftsforscher, bisweilen mit geringfügigen Abweichungen (vgl. nachstehende Tafel). So gliedert etwa Mettler (1979) aus dem Schema zwei weitere separate Methoden-Typen aus:

- normative Methoden: Operations Research, Systemanalyse, Spiel- und Entscheidungstheorie,
- rückgekoppelte Methoden: Ansätze der Kybernetik.

Klassifikation prospektiver Methoden I

Picht	Prognose	Planung	Utopie	
Jantsch (1967): <i>Technological Forecasting in Perspective</i>	explorative Analyse-	projektive und	rekursive Prognose- ansätze	intuitive
Bommer (1969): „Methoden der Zukunftsforschung“ Alisch/Rölke (1987): „Grundlagentheor. Probleme der Technikfolgenabschätzung“	explorativ • Zeitreihen • Szenarios • Input-Output	projektiv • Entscheidungsmodelle • Netzplantechnik...	rekursiv • Managementinformationssysteme • Früherkennungssysteme	intuitiv • Brainstorming • Delphi
Ulrich/Lahner (1974): <i>Methoden und Informationserfordernisse der technologischen Vorausschau</i>	explorativ • Extrapolation • Modellierung • Expertenschätzung	projektiv		normativ
Kreibich (1995): „Zukunftsforschung“	exploratives empirisch-analytisches Vorgehen	planend-projektierendes Vorgehen	kommunikativ-partizipativ gestaltendes Vorgehen	normativ-intuitives Vorgehen

Der Wert einer solchen Systematisierung ist freilich begrenzt, da es für viele Methoden typisch ist, mehrere der Aspekte von Jantsch zu kombinieren (etwa: intuitives und rekursives Vorgehen).

Ein zweiter Strang von Systematisierungen beruht auf den Gegensatzpaaren von quantitativer und qualitativer, normativer und explorativer Herangehensweise (Gordon 1992, S. 27). Ähnliche Systematisierungen wurden bereits früher - etwa von Markidakis et al. (1983) und Hammer (1988) - entwickelt.

Klassifikation prospektiver Methoden II

	quantitative Methoden			qualitative Methoden	
Makridakis et al. (1983): <i>Forecasting. Methods and Applications</i>	Zeitreihen	kausale Methoden		<i>explorativ</i>	<i>normativ</i>
Hammer (1988): <i>Strategische Planung und Frühaufklärung</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Trend-Extrapolation • Regression 	<ul style="list-style-type: none"> • ökonometr. Modelle • Lebenszyklus • Input-Output-Analyse 		<i>explorativ</i> <ul style="list-style-type: none"> • Delphi • Szenarios • histor. Analogie • Morphologie 	<i>normativ</i> <ul style="list-style-type: none"> • Relevanzbaum • Systemanalyse
Gordon (1992): „The Methods of Futures Research“	<i>explorativ</i> <ul style="list-style-type: none"> • Szenarios • Zeitreihen • Regression 	<i>explorativ</i> <ul style="list-style-type: none"> • Szenarios • Modelle (probabilist., nichtlinear...) 	<i>normativ</i> <ul style="list-style-type: none"> • Szenarios • Technology Sequence Analysis 	<i>explorativ</i> <ul style="list-style-type: none"> • Szenarios • Delphi • Experten-gruppen • Genius 	<i>normativ</i> <ul style="list-style-type: none"> • Szenarios • Delphi • Experten-gruppen • Genius • Science fiction

Makridakis et al. (1983, S. 8) geben weiterhin an, welche Typen von Forecasting-Methoden bei welchem Typ der vorhandenen Information greifen:

- Ist genügend quantitative Information verfügbar, können Zeitreihen-Methoden oder explanatorische bzw. kausale Methoden eingesetzt werden.
- Bei wenig quantitativen Daten, aber ausreichendem qualitativen Wissen können exploratorische oder normative Methoden eingesetzt werden.
- Für den Fall, daß keine Information zur Verfügung steht, geben Makridakis et al. (1983) keine Methoden an.

Saren und Brownlie (1983) setzen den Hauptakzent auf die Unterscheidung explorativer und normativer Methoden; zu ersteren zählen sie Trendextrapolationen, intuitive Vorhersagemethoden, die Delphi-Technik und die morphologische Analyse, zu letzteren Szenarios, Relevanzbäume und „conditional demand“ (Bedarfsstudien - vgl. Kap. 6.3).

In einer neueren Arbeit hat T. J. Gordon (1994) ebenfalls die doppelte Dichotomie von normativen und exploratorischen, quantitativen und qualitativen Methoden zugrunde gelegt. Im Gegensatz zu Makridakis (1983) und Hammer (1988) läßt Gordon auch die Eigenschaftskombination normativ und quantitativ zu.

A Simple Taxonomy of Futures Research Methods

aus: Gordon (1994)

Method	BY TECHNIQUE:		BY PURPOSE	
	Quantitative	Qualitative	Normative	Exploratory
Environmental Scanning	X	X	X	X
Cross Impact Analysis	X	X	X	X
Decision Analysis	X		X	
Decision Models	X			X
Delphi		X	X	X
Econometrics	X		X	X
Futures Wheel		X	X	X
Gaming and Simulation	X	X	X	X
Genius Forecasting		X	X	X
Morphological Analysis		X	X	
Participatory Methods		X	X	
Relevance Trees		X	X	
Scenarios	X	X	X	X
Statistical Modelling				X
System Dynamics	X			X
Structural Analysis		X		X
Technology Sequence Analysis		X	X	X
Time Series Forecasts	X			X
Trend Impact Analysis	X	X		X

Die Systematisierung nach dem Raster qualitativ - quantitativ und normativ - explorativ hat zumindest zwei Vorzüge. Zum ersten werden mit dem Gegensatzpaar qualitativ - quantitativ Grundcharakteristika der zur Verfügung stehenden Daten erfaßt, die wesentlichen Einfluß auf die Methodenwahl haben. Zum zweiten läßt sich die Unterscheidung von normativem und explorativem Herangehen als Konkretisierung des Unterschiedes von Zukunftsgestaltung (unter Einschluß der Momente des Wünschbaren) und Zukunftsforschung im engeren Sinne (als Exploration von Möglichkeiten) im Methodenfeld interpretieren. Dabei darf allerdings nicht übersehen werden, daß eine Mischung von qualitativem Wissen und quantitativen Ausgangsdaten eher die Regel als die Ausnahme ist und sich viele Zukunftsstudien durch eine Verzahnung von Prognosestätigkeit mit Gestaltungsaspekten auszeichnen.

Neben diesen beiden Hauptsträngen von Systematisierungsversuchen sind von einigen Zukunftsforschern Typologien nach anderen Gesichtspunkten entwickelt worden. Anknüpfend an die klassische philosophische Methodenlehre unterschieden in den siebziger Jahren etwa Busch (1970) und Bommer (1969, 1971) die „formalistischen“ induktiven und deduktiven Methoden sowie die „nichtformalistischen“ Intuitiv-Methoden und die freie Ideen-Assoziation. Zu den induktiven Methoden rechneten sie Extrapolationen und Projektionen, Delphi-Methode, Entscheidungsbäume usw.,

zu den deduktiven Trend- und Strukturanalysen, Optimierungsverfahren, Spieltheorie, Morphologie usw. Als intuitiv zählten Szenario-Schreiben und Modellsimulation (!), als freie Ideen-Assoziation Brainstorming und Science Fiction. Diese Einteilung erweist sich als künstlich und im Detail sogar irreführend.

Einen völlig eigenständigen Klassifikationsversuch hat Dobrow (1971, S. 137ff) unternommen. Sich auf die Arbeiten von Jantsch (1967) und Lenz (1962) berufend, unterscheidet Dobrow aus nicht näher erläuterten Zweckmäßigkeitsgründen drei Hauptklassen: Extrapolationsmethoden, Methoden der Expertenschätzung und -bewertung und Modellierungsmethoden. Diesen Hauptklassen ordnet er jeweils zwei oder drei Arten und diesen wiederum zwei oder drei Gruppen von Methoden zu. Die Gruppe „Drehbuchmethode“ (Szenariomethode) fällt dabei wie die Gruppe „historische Analogien“ unter die Modellierungsmethoden (Art „logische Modelle und Muster“).⁴⁸ Eine übergreifende, konsistente Systematisierung entsteht trotz interessanter Einzelanregungen dabei nicht.

Interessant ist der Systematisierungsansatz, den Zimmermann (1993) aus Sicht der Technikfolgenabschätzung unterbreitet hat. Zimmermann (1993, S. 39) gliedert Methoden zum einen nach der *Funktion* im Forschungsprozeß:

- Methoden zur Entwicklung einer Aussagenbasis (Brainstorming, Delphi, Trendextrapolation, Cross-Impact-Matrix...),
- Methoden zur Bewertung von Aussagen (Wertanalyse, Kosten-Nutzen-Analyse, Entscheidungstheorie, Interview...),
- Methoden zur Systementwicklung und zur Systemstrukturanalyse (Morphologie, Netzplantechnik, Simulation, Szenario

Zimmermann hebt damit zwar forschungspraktisch relevante Gesichtspunkte hervor, gleichwohl ist auch hier einzuwenden, daß eine Mehrfachzuordnung von Methoden zu den Kategorien sehr wohl möglich ist. Zum zweiten gliedert Zimmermann (1993, S. 40) nach der *Art und Weise des Wissensgewinns*:

- Wissensgewinn durch Wirkungsanalyse (Entscheidungsbaum, Netzplantechnik, Wertanalyse, Entscheidungstheorie...),
- Wissensgewinn durch Befragung (Brainstorming, Delphi, Rangreihe, Interview...),
- Wissensgewinn durch (mathematische) Verfahren der Datentransformation (Morphologie, Kosten-Nutzen-Analyse, PPBS, Trendextrapolation...),
- Wissensgewinn durch Modellierung (Szenario, Simulation, Sensitivitätsmodell...).

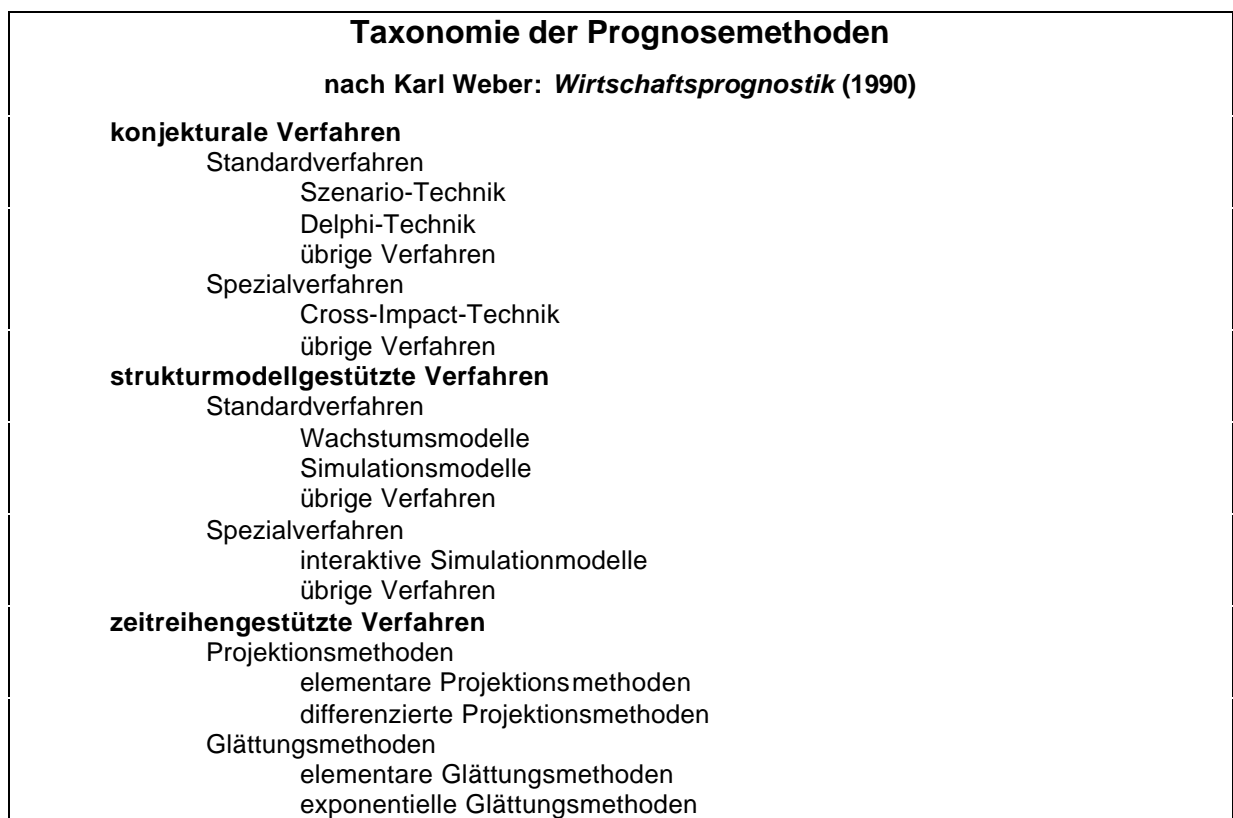
Diese, auf den ersten Blick recht überzeugende Zuordnung, stellt sich auf den zweiten Blick als eine beinahe tautologisch zu nennende Gruppierung heraus, der der

⁴⁸ Dobrow geht hierbei nicht vom Begriff der mathematischen Modellierung (bzw. des Computermodells) aus, sondern versteht unter Modellierung wie damals üblich Modellbildung im Sinne der Kybernetik, d. h. die adäquate Repräsentanz (Abbildung) eines Sachverhalts in einem ideellen oder materiellen System (z. B. Atommodell, Weltmodell). Ein Szenario kann so durchaus als ein Modell eines (noch nicht existierenden) Sachverhalts verstanden werden. - Vgl. den Artikel „Modell“ in Hörz/Löther/Wollgast (1978).

erkenntnistheoretische Bezug nur übergestülpt ist. Zudem kann hinterfragt werden, ob alle Methoden der Zukunftsforschung dem Wissensgewinn dienen.

Im Handbuch *Wirtschaftsprognostik* (1990) hat Weber eine „Taxonomie“⁴⁹ für das Feld der Prognosemethoden versucht. Dabei konstatiert auch Weber: „Letztlich weisen aber alle Taxonomien Schwachpunkte auf, so daß sich bisher keine Gliederung eindeutig durchzusetzen vermochte.“ (Weber 1990, S. 4)

Der Taxonomie Webers ist ein gewisser pragmatisch orientierter Eklektizismus nicht abzusprechen, der sich vor allem in der Unterscheidung von Standard- und Spezialverfahren (womit die Häufigkeit der Anwendung einbezogen wird) und der Restklassenbildung („übrige Verfahren“) ausdrückt. Auch scheint sich die Zuordnung einzelner Methoden praktischen Gesichtspunkten unterzuordnen - so können Wachstumsmodelle sehr wohl Simulationsmodelle sein, und bestimmte Szenario-Techniken greifen auf Trendextrapolationen (zeitreihengestützte Extrapolationsverfahren) oder Cross-Impact-Analysen zurück.



Kreibich (1986, S. 411f) listet 89 „Methoden, Verfahren, Techniken und Prinzipien, die für die fünfte Stufe der Entwicklung der Produktivkraft 'Wissenschaft und Technologie' charakteristisch sind“, auf. In einer neueren Arbeit (Kreibich 1995, S. 2823) unterscheidet er vier „grundlegende Vorgehensweisen“ der Zukunftsforschung:

- exploratives empirisch-analytisches Vorgehen,
- normativ-intuitives Vorgehen,
- planend-projektierendes Vorgehen und
- kommunikativ-partizipativ gestaltendes Vorgehen.

⁴⁹ Mit dem Begriff der „Taxonomie“ orientiert sich Weber an der Biologie und hebt damit die „Verwandtschaft“ vom Methoden des gleichen Taxons hervor.

Eine Zuordnung einzelner Methoden zu diesen Vorgehensweisen ist nach Kreibich nur im Ausnahmefall möglich; häufig verbinden Methoden Elemente unterschiedlicher Vorgehensweisen.

Damit fällt das Fazit der Systematisierungsversuche eher enttäuschend aus: eine durchgängige, konsistente Klassifikation erscheint heute weder erreichbar noch unbedingt notwendig; Typologien jedoch können nach zahlreichen, fast beliebigen Gesichtspunkten entwickelt werden. Aus forschungspraktischer Sicht wäre es wünschenswert, Kriterien dafür zu finden, Methoden welchen Typs bei einer vorgegebenen Aufgabe zweckmäßigerweise in ein Forschungsdesign („Methodenmix“) integriert werden sollten. Hierfür ist zweierlei notwendig: zum einen müssen Aufgabenstellung/Forschungsansatz einer der von Kreibich (1995) angegebenen prinzipiellen Vorgehensweisen (bzw. einem Vorgehensstyp in einem verfeinerten Raster) zugeordnet werden können und zum zweiten müssen die einzelnen Methoden sehr genau auf ihre Einsatzfähigkeit im Rahmen eines entsprechenden Verfahrens beschrieben werden.

Als grober Überblick ist jedoch das von Gordon (1992) genutzte Raster recht sinnvoll:

Hauptsächliche Methoden der Zukunftsforschung im Überblick

	normativ	explorativ
quantitativ	<ul style="list-style-type: none"> • Szenarien • quantitative Planungs- methoden 	<ul style="list-style-type: none"> • Szenarien • Zeitreihen und andere Trendextrapolations- methoden • Wechselwirkungsmethode • Modellierung
qualitativ	<ul style="list-style-type: none"> • Szenarien • Delphimethode • Zukunftswerkstätten und andere partizipative Verfahren • Expertenbefragungen, Brainstormings etc. • Utopien und Science Fiction 	<ul style="list-style-type: none"> • Szenarien • Delphimethode • Expertenbefragungen, Brainstormings etc.

3.3 Charakterisierungsversuche

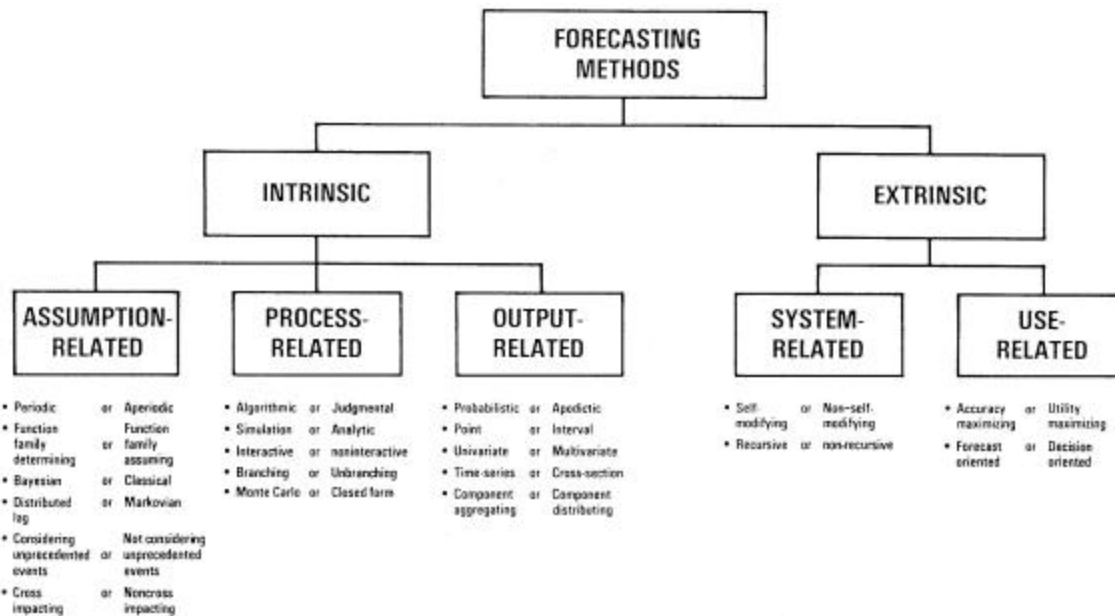
Unter pragmatischen Aspekten ist es sehr zweckmäßig, Methoden durch Attribute zu charakterisieren, die zumindest einen Hinweis auf ihre „Paßfähigkeit“ im Rahmen eines bestimmten Forschungsdesigns geben. Zudem entgeht man, wenn man sich auf eine Charakterisierung per Attributesatz beschränkt, den Problemen einer durchgängigen Systematisierung und hat dennoch Ansätze für Gruppierungen nach den unterschiedlichsten Gesichtspunkten zur Hand.

Die Attribute selbst lassen sich jedoch wiederum bestimmten Attribut-Typen zuordnen. Gerjuoy (1977, S. 15) hat daher den Versuch einer Klassifikation der Attribute für Forecasting-Methoden unternommen. Er unterscheidet zwischen extrinsischen Attributen, womit einerseits das Anwendungsfeld, andererseits die Veränderbar-

keit/Anpaßbarkeit des Vorhersagesystems gemeint sind, und intrinsischen Attributen, die die Art der zugrundeliegenden Annahmen, Charakteristika des eigentlichen Vorhersageprozesses und den Typ des Ergebnisses bzw. der Vorhersage betreffen, und ordnet diesen jeweils dichotome Attributpaare zu (vgl. nachstehende Tafel).

Attribute von Prognosemethoden

Gerjuoy (1977, S. 15)



Gerjuoy's Vorschlag vermittelt einen systematischen Überblick über die für die Beurteilung von Prognosemethoden relevanten Kategorien, klammert dabei jedoch vom Ansatz her sämtliche normativen Aspekte bzw. Aspekte der Zukunftsgestaltung aus. Auch werden sämtliche Verfahren, die auf Expertenwissen rekurreren (wie die Delphi-Methode), von Gerjuoy lediglich durch ein einziges Attribut erfaßt.

Dagegen werden von Ulrich und Lahner (1974) Gestaltungsaspekte stärker berücksichtigt. In einer „Zuordnung von Prognoseverfahren zu methodischen Kategorien“ unterscheiden sie drei Arten der „Gewinnung der Daten, Suche nach erklärenden Zusammenhängen“: intuitiv, analytisch und heuristisch; drei Kategorien zur „Methode und Darstellung der Aussagen“: quantitativ, qualitativ und durch Graphen; sowie fünf Rubriken zu „Art und Weise des Schrittes in die Zukunft“: durch Extrapolation, normativ, explorativ, projektiv und durch Modellierung. Diese Darstellung nutzt zentrale methodische Kategorien, ist relativ praktikabel, wirkt jedoch gerade deshalb in manchen Punkten eklektisch, etwa wenn Kategorien wie „durch Expertenschätzung“ und „explorativ“ gleichrangig nebeneinanderstehen.

„Zuordnung von Prognoseverfahren zu methodischen Kategorien“

Ulrich/Lahner (1974)

	Gewinnung der Daten, Suche nach erklärenden Zusammenhängen			Methode u. Darstell. der Aussagen			Art und Weise des Schrittes in die Zukunft					
	intuitiv	analytisch	heuristisch	quantitativ	qualitativ	durch Graphen	durch Extrapol.	durch Expertenschätz.	normativ	explorativ	projektiv	durch Modellierg.
Trendextrapolation		●		●			●					
Hüllkurvenverfahren		●		●			●					
Netzplantechnik		●		●		●		●		○	○	
Morphologie		●	○		○	●				●		
Innovations- u. Diffusionsanalyse		●	○		●	○	○			○		○
Trendanalogie		●		●			○			●		○
Phänomenologische Modelle		○	●									○
Modellbildung u. Simulation	○	○	○	○	○	○	○		○	○		●
Brain-Storming	●				●			●	○	○		
Scenario-writing	●	○		○	○			●	○	○		
Delphitechnik	●			●				●	○	○		
Relevanzbaumverfahren	●			○	●	●			●	○		

Übersicht 3: Zuordnungsmöglichkeiten von Prognoseverfahren zu Prognosekategorien

● vor allem zutreffend
○ zum Teil zutreffend

Speziell auf Anwendungsgesichtspunkte bei der Charakterisierung von Methoden hebt Gordon (1992) ab. Bei der Beurteilung von Methoden sind nach seiner Auffassung folgende Kriterien relevant:

- relative Komplexität
- Vorhersagehorizont
- Datenumfang und Trainingsbedarf
- Entwicklungsstand und
- Anwendungsfelder

Anwendungsgesichtspunkte

Gordon (1992)

APPLICATION CONSIDERATIONS

Technique	Relative Complexity	Forecast Horizon	Data and Training	State of Development	Current Domain*
Genius forecasting	Low	Infinite	Low	Unexplored	All
Delphi questionnaires	Medium	Medium/long	Low	High	All
Delphi interviews	Medium	Medium/long	Low	High	All
On-line expert groups	Medium	Medium/long	Low	Improving	All
Time series analysis	Low	Short	Medium	High	Not PO
Regression modeling	Medium	Short	Medium	High	Not PO
Simulation modeling	High	Short/medium	High	Improving	All
System dynamics	High	Short/medium	High	High	All
Trend-impact analysis	Low	Short/medium	Medium	High	Not PO
Cross-impact analysis	Medium	Medium	Low	High	All
Interax	Medium	Medium	High	High	All
Scenarios	Medium	Short/long	Medium	High	All
Technology sequence analysis	High	Medium/long	High	Improving	ST
Nonlinear models	High	Medium	High	Frontier	Not PO

*ST = science, technology; PO = political, policy.

Derartige, zumeist extrinsische Aspekte sind pragmatisch hoch relevant, da sie Hinweise auf die bei der Methodenwahl oft entscheidenden Aufwand-Nutzen-Abschätzungen gestatten.

Aus Sicht der Managementtheorien werden bisweilen weitere Aspekte aufgeführt. So nutzt Scholz (1987) für die „Beurteilung allgemeiner Techniken zur Entscheidungsvorbereitung anhand strategischer Merkmale“ folgende Merkmale: Holismus, Elementarismus, Komplexitätsreduktion, Potentialkonzentration, Initiativaktivität und Kontingenzaktivität⁵⁰. Aus wissenschaftstheoretischer Sicht mögen solche Attribute wenig aussagekräftig sein; sie werden hier erwähnt, weil sie einen Einblick in praktische Funktionen von Zukunftsstudien geben.

⁵⁰ Gemeint ist die Eröffnung alternativer Handlungsoptionen.

Charakterisierungsmöglichkeiten für Zukunftsforschungsmethoden

nach der *Anwendung*

1. Zweck
Prognose, Frühwarnung, Entscheidungsfindung...
2. Anwendungsgebiet
Bsp.: Methoden der Technologiefrüherkennung
3. Funktion im Forschungsprozeß
Szenariotechnik als eine "overall methodology"
Trend-Impact-Analyse als Einzelmethode
Hilfsmethoden, "methods within methods"

nach *intrinsic*en Charakteristika

1. zeitlicher Horizont
lang-, mittel-, kurzfristig
2. Komplexität
Anzahl der Variablen, Parameter...
3. Art der genutzten/erzeugten Informationen
qualitativ vs. quantitativ
4. Art des Ansatzes
kausal (gesetzesbasiert) vs. phänomenologisch

3.4 Methodenhierarchie im Forschungsprozeß

Die Probleme bei der Systematisierung des Methodenbestandes sind neben der reinen Methodenvielfalt auf sehr verschiedene Ursachen zurückzuführen. Zum ersten sind die einzelnen Methoden, Prozeduren, Verfahren und Vorgehensweisen nicht scharf definiert. Zum zweiten haben manche Forscher und manche Institute eine spezielle „hauseigene“ Vorgehensweise entwickelt oder nutzen eine spezifische Terminologie, die mehr Eigenständigkeit andeutet, als real vorhanden ist.⁵¹ Eine Methodenbezeichnung kann so einerseits ein „variantenreiches Spektrum“ (Kreibich 1986, S. 409) spezifischer Vorgehensweisen umfassen, die sich um ein Grundprinzip gruppieren, und andererseits existieren spiegelbildlich dazu oft verschiedene Bezeichnungen für ein und dieselbe oder nur geringfügig modifizierte Vorgehensweisen - bis hin zu Akronymen für Softwarepakete, die quasi in den Status eigenständiger Methoden erhoben werden.⁵² Zum dritten werden im Forschungsprozeß je nach Forschungsdesign in der Regel sehr unterschiedliche Einzelmethode in eine komplexe Vorgehensweise integriert⁵³ („Methoden-Mix“), bei den einzelnen Arbeitsschritten eines Forschungsprojektes unterschiedliche Verfahren und Prozeduren genutzt. So können in den für die Zukunftsforschung typischen Forschungsschritten Datenerhebung, Analyse, Erarbeitung von Projektionen bzw. Szenarien, Entscheidungsfindung und Gestaltung jeweils verschiedene quantitative und qualitative, normative und explorative Methoden zur Anwendung kommen. Oft werden diese Methoden-Kombinationen selbst wieder als Methode, Technik oder dgl. bezeichnet.

Ein Beispiel für solche mehr oder weniger den gesamten Forschungsprozeß erfassende Verfahren ist die Szenario-Technik, die u. a. Brainstormings, Extrapolationsverfahren, Wechselwirkungs- und Störereignisanalysen und Szenario-Writing umfassen kann (vgl. nachstehende Tafel). In ähnlicher Weise umfaßt die Modellierung (Modellbildung plus Simulation) Arbeitsschritte unterschiedlichen methodischen Charakters: Struktur- und Parameteridentifikation bzw. Kalibrierung, Verhaltensanalyse durch Simulationsstudien, gegebenenfalls Modellreduktion, Sensitivitäts- und Robustheitstests, Erarbeitung von Entscheidungs- bzw. Steuerungskonzepten durch Nutzung von Optimierungsverfahren etc. Abhängig von der Problemstellung sind fast beliebige Methodenkombinationen im Forschungsdesign denkbar.⁵⁴

SZENARIO-TECHNIK als Beispiel für "Methoden-Mix"

⁵¹ Beispiel: Szenario, Szenariomethode, Szenario-Technik. Hier existieren neben sehr weit und pauschal gefaßten Beschreibungen sehr detaillierte Angaben zu spezifischen Verfahren. Vgl. Kap. 4.6.

⁵² So bietet Michel Godet verschiedene Software-Module für die Prospektive an: MICMAC für die Strukturanalyse, SMIC als Cross-Impact-Analysis durch Expertenbefragung.

⁵³ Zur Kombinierbarkeit von Zukunftsforschungs-Methoden existieren kaum umfassende Untersuchungen. Eine „Kombinierbarkeitsmatrix“ für 16 Methoden sehr unterschiedlichen Allgemeingheitsgrads (von Szenario Writing bis PPBS) wurde um 1970 am ZBZ erarbeitet (Bommer 1971).

⁵⁴ Ein Beispiel: Schlange (1995) kombiniert eine systemanalytische Vorgehensweise (einschließlich Wechselwirkungsmatrizen, Rückkopplungsdiagramme...) und entscheidungstheoretische Verfahren (Metagame Analysis) in einer Zukunftsstudie zur schweizerischen Kernenergiepolitik, was er schon im Titel seines Artikels aus „Linking Futures Research Methodologies“ ausweist.

1. Problemanalyse

- evtl. *Brainstorming* (auch zur Festlegung von Deskriptoren)
- evtl. kombiniert mit *morphologischer Analyse*

2. Umfeldanalyse

- evtl. Datenerhebung durch *Statistiken*, durch *Befragungen*
- Identifikation der Hauptdeskriptoren
 - evtl. durch Godets MICMAC-Methode

3. Trendannahmen

- *Trendextrapolation* für quantitative Deskriptoren
 - Rückgriff auf versch. *Methoden der Zeitreihenanalyse*
 - oder *Modelle (Lebenszyklus-Modelle...)*
- oder *Expertenbefragung*

4. Konsistenzprüfung und Alternativenbündelung

- gegebenenfalls als *Cross-Impact-Analyse*
- oder als *Trend-Impact-Analyse*
- oder durch intuitive Bündelung
- oder durch Godets SMIC-Methode

5. Szenario-Writing

- eigentliches *Szenario-Writing*
- Interpretation der einzelnen Szenarien z. B. in einem *Workshop*

6. Störereignisanalyse

- Festlegung eventueller Strukturbrüche in einem *Brainstorming*
- Überprüfung, ob die Szenarien gegen Störereignisse stabil sind
 - gegebenenfalls durch *Simulationsrechnung*
 - oder durch *Impact-Analyse*

7. Auswirkungsanalyse

- Ableitung von Strategien entsprechend der Problemstellung
- evtl. unter Rückgriff auf *Entscheidungsverfahren*
 - gegebenenfalls durch *Backcasting* eines Wunsch szenarios

8. Implementierung von Maßnahmen

- *Implementierungsworkshop*
- evtl. *Mediationsverfahren* zur Umsetzung

Angesichts der Methodenhierarchie im Forschungsprozeß ist es zweckmäßig, Methoden unterschiedlicher Ebenen (und damit unterschiedlicher Funktionen im Forschungsprozeß) voneinander zu unterscheiden:

- komplexe Verfahren und Vorgehensweisen, die wie die Szenario-Techniken das gesamte Forschungsdesign umfassen,
- Verfahren und Prozeduren, die einzelnen Forschungsschritten zuzuordnen sind (beispielsweise Cross-Impact-Analysis oder Brainstormings),

- Einzelmethode, -prozeduren und -techniken, die die Funktion von Teilschritten haben und sich oft als Hilfsmethoden charakterisieren lassen (etwa: Visualisierungen im Rahmen eines Brainstormings).

Eine eindeutige Charakterisierung durch Attribute wie quantitativ - qualitativ scheint vor allem auf der untersten Hierarchieebene möglich zu sein; die Integration verschiedenster Teilmethoden im Rahmen komplexer Verfahren („Methoden-Mix“) schließt dies auf der oberen Hierarchieebene praktisch aus.

Aus pragmatischer Sicht ist wesentlich, daß im Rahmen eines Forschungsdesigns die Methodenwahl und -kombination folgende Gesichtspunkte berücksichtigt:

- Zielstellung,
- Verfügbarkeit von Informationen,
- einzubeziehende Akteure und nicht zuletzt
- Zeit- und Finanzrahmen.

Dies entspricht im Kern den Kriterien Gordons (1992, s. o.).

3.5 Untersuchungen zur Methodennutzung

Der Vielfalt der Zukunftsforschungsmethoden steht der Umstand gegenüber, daß nur wenige dieser Methoden als Standardmethoden bevorzugt genutzt werden, auf andere dagegen allenfalls hin und wieder in einzelnen Projekten zurückgegriffen wird. Offensichtlich haben auch einzelne Methoden wie die Delphi-Technik mehr oder weniger klar erkennbare Karrieren mit Initialphase, Modewellen, Einschränkung oder Ausweitung des Einsatzfeldes durchlaufen.⁵⁵ Naturgemäß variiert die Methodenpräferenz von Einsatzfeld zu Einsatzfeld: die Technikvorausschau bedarf einer anderen Methodologie als Untersuchungen zu globalen Problemen, zu Fragen des langfristigen Wertewandels oder der langfristigen Gestaltung des Sozialsystems. Zudem haben sich Forschungsgruppen auf einzelne Methoden spezialisiert.

Wenn auch umfassende Untersuchungen (Umfragen) über die tatsächliche Methodennutzung, über den relativen Aufwand und die praktische Leistungsfähigkeit der Methoden mit wenigen Ausnahmen für den Unternehmensbereich fehlen, wäre doch als Nullhypothese anzunehmen, daß sich in der Methodenpräferenz vorzugsweise extrinsische Gesichtspunkte wie das Verhältnis von Aufwand und Nutzen, die Einfachheit bzw. Robustheit des Methodengebrauchs und nicht zuletzt psychologische Momente (Evidenz bzw. Suggestivität der Ergebnisse) widerspiegeln.

Eine Umfrage über die Prognosepraxis von 370 deutschen und 130 schweizerischen Unternehmen wurde 1988 durchgeführt. Die Ergebnisse werden in Weber (1990, S. 21) aufgeführt (vgl. die nachstehende Tafel).

⁵⁵ Wissenschaftsgeschichtliche Untersuchungen zu Methodenkarrieren (oder auch Themenkarrieren!) auf dem Gebiet der Zukunftsforschung existieren m. W. nicht. Zur Karriere von Delphi-Technik und Szenariomethode vgl. Kap. 4.5 und 5.1. Bestimmte spezifische Planungsverfahren wie PPBS, die in den sechziger und siebziger Jahren weithin Anwendung fanden, gelten heute als überholt und sind weitgehend vergessen.

Tabelle 4: Prognosepraxis in der Bundesrepublik Deutschland und in der Schweiz, Umfrage 1988 (in %)

Prognoseverfahren	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Bekanntheitsgrad ¹	91	97	75	96	95	95	98	85	68	76	84	87	41	32
Nutzungsgrad ²	73	68	23	86	59	71	77	52	38	36	51	63	26	9
Nutzungsbereich ³														
Gesamtunternehmung	35	55	50	32	78	53	35	47	44	63	65	29	18	0
Absatzbereich	93	64	58	77	51	55	51	63	44	37	10	53	71	100
Prognosehorizont ⁴														
kurz	60	23	18	34	10	27	52	46	5	27	14	35	44	40
mittel	35	36	35	42	27	44	39	32	47	46	38	38	34	40
lang	5	41	47	24	63	29	9	22	48	27	48	27	22	20
Prognosefrequenz ⁵														
monatlich für 1 Jahr	11	4	0	10	7	19	23	17	12	14	31	9	•	100
jährlich für 1 Jahr	20	8	7	26	5	19	13	10	6	11	3	12	•	0
unregelmäßig	46	53	50	34	39	30	23	30	31	7	13	30	•	0

Datenbasis: Umfrage 1988 bei 370 resp. 130 Unternehmen in der Bundesrepublik Deutschland und der Schweiz; Rücklaufsquote BRD 16%, CH 7%.

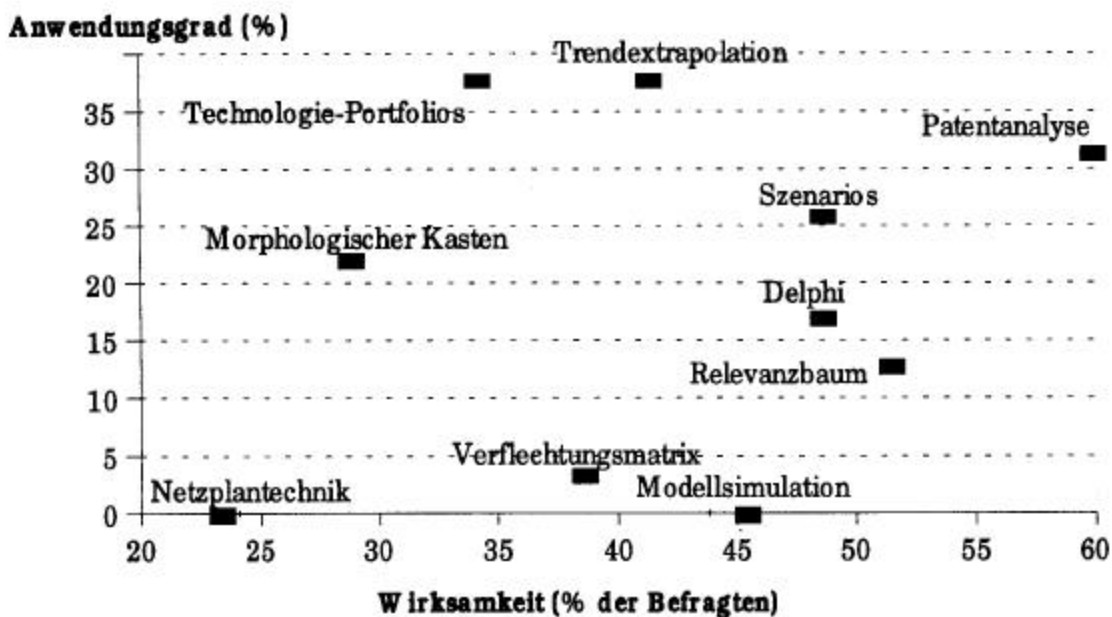
Verfahren: 1 = Vertreterbefragung. 2 = Expertenbefragung, allgemein. 3 = Expertenbefragung, Delphi. 4 = Kunden-/Verbraucherbefragung, Panels. 5 = Szenariotechnik. 6 = Regressionsanalyse. 7 = Glättungsmethoden, einfache. 8 = Glättungsmethoden, exponentielle. 9 = Wachstumsmodelle. 10 = Ökonometrische Modelle. 11 = Simulationsmodelle. 12 = Dekompositionsmethoden. 13 = Identifikationsmethoden, Standardmodelle. 14 = Identifikationsmethoden, Spezialmodelle.

Berechnungsweise: ¹ in % der antwortenden Unternehmen. ² in % der das Verfahren als „bekannt“ meldenden Unternehmen. ³ in % der das Verfahren als „unternehmensintern benutzt“ meldenden Unternehmen. ⁴ in % der Fälle. ⁵ in % der Fälle; Rest betrifft weniger häufige Prognosefrequenzen (vierteljährlich für 1 oder 2 Jahre, jährlich für 5 Jahre, jährlich für 7 oder 10 Jahre).

Festzuhalten ist, daß in der Wirtschaftsprognostik Befragungen (von Kunden, Vertretern...) und statistische Verfahren bevorzugt werden; die Delphimethode spielt wie auch Wachstumsmodelle nur eine untergeordnete Rolle und wird, wenn überhaupt, nur unregelmäßig genutzt.⁵⁶ Die Szenariotechnik wird zwar häufiger (von über 50% der Unternehmen) genutzt, doch erreicht sie nicht die Nutzungsfrequenz der erstgenannten Methoden. Weber erwähnt einzelne Arbeiten zur methodischen Praxis, wiederum auf das Feld der Wirtschaftsprognostik bezogen, in den USA. „Vergleiche mit zeitlich weiter zurückliegenden Erhebungen lassen die zunehmende Verbreitung modellgestützter Methoden deutlich erkennen; andererseits tritt aber auch die Zurückhaltung der Praktiker gegenüber neueren theoretischen Entwicklungen klar hervor.“ (Weber 1990, S. 21f)

Diese Einschätzung wird durch eine ältere Umfrage unter 76 britischen Unternehmen, die Anfang der achtziger Jahre durchgeführt wurde, bestätigt (Kreibich 1986, S. 413). Den größten Einfluß auf die Geschäftspolitik hatten demnach „executive's assessments“,⁵⁷ Surveys, Trendanalysen und Extrapolationen mit gleitenden Mittelwerten. „Das bedeutet aber“, schlußfolgert Kreibich, „daß die 'naiven Techniken' dominieren, während die anspruchsvolleren 'kreativen' Techniken sowohl weniger angewandt werden als auch weniger Einfluß auf die Politik der Unternehmen haben.“ (Kreibich 1986, S. 413f)

Eine japanische Umfrage zur Verbreitung und zur Wirksamkeit von Methoden der Technikbewertung zitiert der *Deutsche Delphi-Bericht* von 1993 (BMFT 1993, S. 12; siehe nachstehende Tafel).



⁵⁶ Nach Malaskas Untersuchung (Malaska 1984) nutzten 36% der befragten europäischen Großunternehmen Szenarien, in den USA wurde etwas höherer Verbreitungsgrad festgestellt (Geschka/Winckler 1989, S. 23).

⁵⁷ Was in diesem Zusammenhang als häufig quantitativ gestützte Expertenurteile betrachtet werden kann.

Auch hier zeigt es sich, daß einfache statistische Verfahren - Trendextrapolation - am meisten eingesetzt werden, die komplexen Verfahren von Cross-Impact-Analysis und Modellsimulation dagegen - trotz attestierter Wirksamkeit - fast überhaupt nicht. Delphitechnik und Szenarien werden von etwa 50% der Befragten als wirksam eingeschätzt, allerdings deutlich weniger genutzt als Trendextrapolationen oder die für Technikvorausschau spezifischen Verfahren der Technologie-Portfolios und der Patentanalyse.

Bei langfristigen globalen und nationalen Studien, wie sie vor allem in den siebziger Jahren durchgeführt wurden, bietet sich ein deutlich anderes Bild. Eine Auswertung der prominentesten dieser Studien durch Gillwald (1990) zufolge kommt hier der Modellsimulation („rechnergestützte Interaktionsanalysen“ im Sinne der globalen Modellierung) gerade bei weitem Zeithorizont eine hohe Bedeutung zu.⁵⁸ Eher intuitive Vorgehensweisen dagegen gestatten keine klaren Angaben des Zeithorizonts. Szenarien wiederum wurden vorwiegend von der Schule Herman Kahns benutzt. Anzumerken ist hier, daß zum ersten Gillwalds Analyseschwerpunkt nicht der Methodengebrauch ist und zum zweiten die Zukunftsforschung seit der Epoche der globalen Langfriststudien einen Perspektivwandel, verbunden mit einer Verschiebung des Methodengebrauchs, erlebt hat (s. u.).

Prospektive Methoden werden in unterschiedlichen Forschungsfeldern für die unterschiedlichsten Aufgaben eingesetzt. Aussagen über den Methodengebrauch, die alle Einsatzfelder abdecken, liegen nicht vor und wären wenig sinnvoll. Festzuhalten ist jedoch, daß trotz hochentwickelter statistischer und Modellierungsverfahren einfache, damit kurzfristig realisierbare und unaufwendige Methoden - wie Befragungen, einfache Trendextrapolationen und Szenarien - von Praktikern in Unternehmen nach wie vor bevorzugt werden.

3.6 Perspektivwechsel und Methodenpräferenz

In einer neueren Analyse hat Amara (1991) festgestellt, daß seit Ende der sechziger Jahre der Haupttrend in der Zukunftsforschung weg von methodologischen Formalismen und doktrinären Herangehensweisen führe. Die Delphi-Methode werde kaum noch genutzt, an ihre Stelle sei der strukturierte Workshop getreten. Die Cross-Impact-Analyse sei von qualitativen Beschreibungen abgelöst worden, und Szenarien hätten sich als geeignetes Werkzeug für (fast) alle Zwecke erwiesen. Heute seien Plausibilität, Nachvollziehbarkeit und Transparenz auch der zugrundeliegenden Werturteile gefragt.

Amaras Situationsbeschreibung - nicht die Beurteilung - stimmt in vielen Punkten mit der Analyse von Coates et al. (1994) zur methodischen Entwicklung in der Technikvorausschau (siehe Kap. 6.1) überein. Sie kann allerdings nur eingeschränkt auf deutsche Verhältnisse übertragen werden. Beispielsweise erlebte die Delphi-Methode in den letzten Jahren in der Bundesrepublik eine bedingte Renaissance.⁵⁹ Neben einer umfassenden Etablierung der Szenariotechniken - vom Bereich der

⁵⁸ Was auch damit zusammenhängt, daß Computermodelle in der Regel nicht über intrinsische Zeithorizonte verfügen und insofern Modellrechnungen beliebig weit in die Zukunft fortgesetzt werden können.

⁵⁹ Vor allem wegen der Aktivitäten des FhG-ISI, das neben den beiden Technologie-Delphis (BMFT 1993 und Cuhls et al. 1995) auch eine größere Delphi-Studie für das Gesundheitswesen durchführte (Janssen-Cilag 1995).

strategischen Planung von Unternehmen und von Verwaltungen bis hin zur Technikgestaltung - ist hier vor allem eine Weiterentwicklung von Kreativ- und partizipatorischen Methoden (Brainstormings, Zukunftswerkstätten, Planungszellen, Mediationsverfahren) zu beobachten. Gesichtspunkte wie Flexibilität, Einfachheit, Kombinierbarkeit und Robustheit haben bei der Methodenwahl womöglich noch an Bedeutung gewonnen. Die Lehren aus Chaos- und Selbstorganisationstheorie haben zudem eine erneute Planungs- und Steuerungsdiskussion um Chaosmanagement, Risikomanagement, management by evolution, inkrementalistische Planung usw. gefördert. Wenigstens in der einschlägigen Managementliteratur ist im Vergleich zur Planungszuversicht der frühen siebziger Jahre ein eindeutiges Umdenken erfolgt: Vernetzungen und die Einbindung unterschiedlichster Akteure werden betont, man verläßt sich weniger auf den einen Trend, berücksichtigt Alternativen und Bandbreiten, ist auch in späteren Planungsstufen offen für Anregungen und Änderungen.⁶⁰

Die sozialen und ökologischen Herausforderungen der achtziger und neunziger Jahre verstärken den Bedarf an möglichst flexiblen, offenen und partizipatorischen Methoden noch. Technisch-industrielle Großkatastrophen wie Tschernobyl oder ungeklärte Gefährdungspotentiale von Forschungs- und Innovationsprozessen haben darüberhinaus vielfältige Aktivitäten in der Risikoforschung, samt der Etablierung entsprechend zugeschnittener Methoden (risk assessment, safety audit), ausgelöst. Spiegelbildlich dazu ist auch die Bedeutung der technologischen Chancenerkennung gewachsen und ihr Instrumentarium verfeinert worden (Stegemann et al. 1988, VDI 1989). Zugleich ist in Deutschland die Technikfolgenabschätzung (einschließlich Technikbewertung und Technikgestaltung) zumindest in bescheidenem Maße institutionalisiert worden. Mit dem Leitbild-Begriff der Technikgeneseforschung (Dierkes et al 1992) hat sich ein praktikabler Ansatz für normative Diskussion herausgebildet (vgl. Mambrey/Tepper 1992).

Jahn/Wehling (1995) haben - ausgehend von der Stellungnahme des Wissenschaftsrates zur Umweltforschung in Deutschland (1994) - eine neue Forschungsperspektive für die „sozial-ökologische Zukunftsforschung“ gefordert. Diese solle den nachstehenden konzeptionelle Leit-Orientierungen folgen:

- Problemorientierung,
- Handlungs- und Akteursorientierung,
- Vorsorgeorientierung,
- Reflexionsorientierung und
- regionale Orientierung.

Angesichts der Vielfalt unterschiedlichster Aufgaben, der sich die Zukunftsforschung zu stellen hat, scheint es jedoch unangemessen, sie generell auf diese Orientierungen festzulegen - zumal überregionale Aspekte außer Blick geraten. Dennoch scheint es aus methodischer Sicht auch für die Zukunftsforschung interessant, daß in der „Nachbardisziplin“ der Technikfolgenabschätzung ein Perspektivwechsel stattgefunden hat. Gemäß Bröchler (1995) sind Neueinschätzungen in folgenden Punkten zu konstatieren:

Selbstverständnis:	vom Beratungsinstrument für die Techniksteuerung der Legislative zum Instrument der gesellschaftspolitischen Gestaltung
--------------------	---

⁶⁰ Vgl. Balck/Kreibich (1991), und *Zukünfte* Nr. 2, April 1992, mit dem Schwerpunktthema „Zukunft in Unternehmen“.

Geltungsanspruch:	vom Steuerungsoptimismus zur Erkenntnis, daß sich gesellschaftliche Steuerung zwischen repräsentativen Akteuren aller gesellschaftlichen Funktionssysteme vollzieht
Akteure:	zunehmende Rolle von Wirtschaft und Verbänden
Differenzierung:	neben Technikfolgenabschätzung Etablierung von Technikgenese-, Diffusions- und Folgenforschung
Neuorientierung:	von folgenorientierter post hoc-TA zur Begleitung und Gestaltung der Technikentwicklung.

Eine Parallele ist neben den ersten beiden Punkten vor allem in der verstärkten Gestaltungsorientierung der Zukunftsforschung zu sehen. Allerdings hat im Gegensatz zu der von Bröchler auch aufgeführten Institutionalisierung der Technikfolgenabschätzung keine nennenswerte Institutionalisierung der Zukunftsforschung stattgefunden.

Mit dem Perspektivwechsel ist der Übergang zu multiplen, jeweils akteursbezogenen Perspektiven verbunden, Sichtweisen, die auf unterschiedlichen Interessenlagen und Wertungen beruhen. Indirekt werden damit zumindest vom Ansatz her die Forderungen nach einer partizipatorischen Zukunftsforschung, wie sie seit Anfang der siebziger Jahre erhoben wurden, aufgegriffen. Dies hat durchaus auch methodische Konsequenzen. So erweisen sich Szenarien (im Gegensatz zu Prognosen) als ein besonders geeignetes Instrument für einen gesellschaftlichen Diskurs zu Zukunftsfragen und damit für die Einbeziehung einer Vielfalt von Perspektiven. Auch in der Technikvorausschau erlangt die Pluralisierung der Perspektiven - technische, organisatorische, persönliche bzw. individuelle Perspektiven - zunehmende Relevanz (Linstone 1989). Bisweilen werden diese Perspektiven über spezifische Methoden in den Forschungsprozeß eingebunden (z. B. Metagame Analysis bei Schlange 1995).⁶¹ Zudem wird für übergreifende Zukunftsstudien in einer Welt mit rasanten Globalisierungsprozessen und multikulturellen Gesellschaften die Einbeziehung unterschiedlicher kultureller Perspektiven - also auch nichtwestlicher - zu einem methodischen und demokratiepolitischen Desiderat. Von diesem kulturellen Polyperspektivismus können fruchtbare und kreative Impulse für Zukunftsstudien unterschiedlichster Kontexte ausgehen.⁶²

3.7 Fazit

Die Zukunftsforschung verfügt über einen Methodenkern, der wegen seiner praktischen Relevanz in allen Überblicksarbeiten dargestellt wird und alle Hauptaspekte von Zukunftsforschung - Prognose, Planung und Utopie - erfaßt. Zu diesem Methodenkern zählen insbesondere:

- Szenariomethoden (z. B. Szenariotechnik)

⁶¹ Man kann argumentieren, daß im Gegensatz zu bestimmten Mediationsverfahren bei einer Metagame Analysis das Spannungspotential der unterschiedlichen Perspektiven systemanalytisch neutralisiert wird.

⁶² So versucht u. a. Judge (1992) das Potential nichteuropäischer spiritueller Kulturen für die Zukunftsforschung fruchtbar zu machen. Die EFR-Methode (Ethnographic Futures Research), die Ende der siebziger Jahre entwickelt wurde, bedient sich einer anthropologischen und soziokulturellen Herangehensweise, um die Wahrnehmung und Bewertung von möglichen Zukünften in unterschiedlichen Kulturen zu erfassen und für Gestaltungsprojekte zu nutzen (vgl. Textor 1995).

- Kreativmethoden (z. B. Zukunftswerkstätten)
- Expertenbefragungen (z. B. Delphi-Technik)
- Prognoseverfahren (z. B. Trendextrapolation)

Im Forschungsprozeß werden je nach Aufgabenstellung diese Methoden in ein Forschungsdesign integriert. Dabei kommen heute im Sinne einer stärkeren Gestaltungs- und Akteursorientierung der Zukunftsforschung offenere Verfahren und multiple Perspektiven zum Tragen.

4. Szenarien und szenariobasierte Methoden

4.1 Szenarien und Prognosen

In den letzten drei Jahrzehnten hat sich der Szenario-Begriff mehr und mehr als ein Kernkonzept der Zukunftsforschung herauskristallisiert. Als eine Konkretisierung des abstrakten Begriffs der möglichen Zukunft dient das Szenario zur Darstellung alternativer Entwicklungswege und alternativer künftiger Zustände. Insbesondere können Szenarien zur Entscheidungsfindung in einem teilweise unbekanntem, unsicheren und sich rasch ändernden Umfeld beitragen. Da heute die Zukunftsforschung weniger mit einlinigen Prognosen, statt dessen stärker mit Optionen und Alternativen operiert, hat der Szenariobegriff zumindest teilweise den Prognosebegriff in seiner methodischen Funktion - als ein Kernprodukt, auf das hin der Forschungsprozeß organisiert wird, - abgelöst. Zugleich ist die traditionelle Prognosetätigkeit partiell in der Konstruktion von trendbasierten Szenarien aufgegangen.

	Prognosebegriff	Szenariobegriff
Multiplizität	• einfach	• mehrere Alternativen
explorativ/normativ	• explorativ (Prädiktion)	• explorativ und/oder normativ
Berücksichtigung von Unsicherheiten, Trend- bzw. Strukturbrüchen	• kaum möglich	• explizite Berücksichtigung
Methoden der Wahl	• explorative Methoden: Trendextrapolation Modellierung Delphi-Studien	• verschiedene Szenario-Techniken (unter Rückgriff auf andere Methoden)
Entscheidungsaspekt	• deterministisch (um den Preis von Interventionsparadoxien)	• alternative Szenarien als Entscheidungsgrundlage

Vom Erkenntniszusammenhang her ist die Szenariomethode heute ein Hauptinstrument um

- alternative Entwicklungspfade zu identifizieren und zu beschreiben,
- Entscheidungspunkte und Handlungsmöglichkeiten zu ermitteln,
- Folgen möglicher Handlungen zu analysieren.

Im Verwertungszusammenhang dienen Szenarien u. a. dazu

- strategisches Denken (in Unternehmen, Verwaltungen usw.) zu fördern,
- Leitbilder und Zielvorstellungen zu identifizieren oder zu verdeutlichen

- und allgemein um futurologisches Orientierungswissen und zur Diskussion zu stellen.

4.2 Zur Geschichte futurologischer Szenarien

Von der Begriffsgeschichte her bezeichnete „Szenarium“ ursprünglich die Szenenfolge eines Dramas; im 18. Jahrhundert wurde das Wort auf den Übersichtsplan für die Regie übertragen. Der moderne Szenario-Begriff entstand in den fünfziger Jahren aus der amerikanischen Schule militärstrategischer Planung heraus. Das „scenario“ für ein „theatre of war“ (Kriegsschauplatz) bedeutete die Beschreibung von Gefechtsfeldsituationen im Rahmen von militärstrategischen Planspielen. Wahrscheinlich war Herman Kahn, als er noch an der RAND Corp. arbeitete, der erste, der den Szenario-Begriff für Planungsprozesse benutzte (Wilson 1979, S. 225). In den sechziger Jahren wurde der Terminus unter bewußter Betonung des Entscheidungsaspekts in die Futurologie übernommen:

Ein Szenario ist „a hypothetical sequence of events constructed for the purpose of focusing attention on causal processes and decision points“ (Kahn 1967).

Mit ihren Zukunftsstudien leisteten in den sechziger und siebziger Jahren vor allem H. Kahn und seine Mitarbeiter einen entscheidenden Beitrag zur Etablierung des Szenariobegriffs und des Alternativ- bzw. Multioptionsdenkens in der Zukunftsforschung.⁶³ Gefördert wurde die Hinwendung zum Szenario durch die Krise der traditionellen, quantitativen (Trend-)Prognosen, deren beschränkte Brauchbarkeit schon vor dem Ölschock sichtbar wurde. So wurden in Frankreich bereits Anfang der siebziger Jahre vom OTAM-Team Szenarien für die Regionalplanungsgruppe DATAR entwickelt: „Frankreich im Jahr 2000“ (Godet 1993, S. 54).

Die neue Technik der mathematischen Modellierung und Computersimulation trug ihrerseits zur Verbreitung von Szenarien bei, denn sie ermöglichten es, durch einfache Variation des Modells bzw. seines Parametersatzes Simulationsläufe (simulation runs) in großer Anzahl zu erzeugen. Diese Simulationsläufe konnten als unterschiedliche Szenarien interpretiert werden. Die populärste Zukunftsstudie der Epoche, *Grenzen des Wachstums* des Club of Rome (Meadows et al. 1972), exerzierte die Identifikation von Simulationslauf und Szenario einer breiten Öffentlichkeit vor. Mit den Energieszenarien, die nach dem Ölschock entworfen wurden, fanden futurologische Szenarien explizit Eingang in die Politik. Zunehmend nutzten auch Unternehmen wie General Electric und Royal Dutch Shell⁶⁴ Szenarien als Grundlage für die strategische Planung; auch die OECD erstellte Szenarien (Szenariostudie „Interfactures“). Amerikanische und europäische Untersuchungen aus dieser und späterer Zeit legen nahe, daß vorwiegend große Unternehmen Alternativszenarien einsetzen und diese vor allem für mittel- und längerfristige Planungen benutzen (Malaska et al.

⁶³ Beispielsweise Kahn/Wiener (1968), insbes. Kap. 6.D „Der Gebrauch von Szenarien“, sowie Kahn (1977). Im Unterschied dazu wurden in der praktisch zeitgleichen Arbeit der „Kommission für das Jahr 2000“ (1967) zwar „Alternativen für die Zukunft“ behandelt, nicht jedoch explizit der Szenariobegriff benutzt.

⁶⁴ Sowohl GEC als auch Shell nutzten Szenarien ab 1971 als Planungsinstrument (Wilson 1978, S. 228; Wack 1984, S. 35ff).

1984, Malaska 1985, Geschka/Winckler 1989, Weber 1990). Eine größere Rolle spielen darüber hinaus Szenarien in der Regional- und Stadtplanung (Junker 1985), insbesondere bei partizipativen Prozessen wie etwa dem Baseler RegioForum (Arras/Bierter 1989).

In den achtziger Jahren fand eine zunehmende Differenzierung im Szenariogebrauch statt. So wird der Szenariobegriff u. a. in volkswirtschaftlichen Hochrechnungen zumeist mit quantitativem Bezug gebraucht, während die Szenarien in der strategischen Langfristplanung von Unternehmen oder in unterschiedlichen Politikfeldern meist qualitativen Charakter tragen. In Zukunftsforschung, Technikfolgenabschätzung, Planungswissenschaften, strategischem Management usw. wurde zudem seit der Etablierung des Szenariobegriffs durch die amerikanische Futurologie in den sechziger Jahren eine Vielzahl von unterschiedlichen Szenario-Ansätzen, Szenario-Methoden, Szenario-Techniken entwickelt (Segner 1976, Arras 1989, von Reibnitz 1992 - s. u.). Angesichts des oft schillernden Sprachgebrauchs muß sogar von einer Inflation des Szenariobegriffs gesprochen werden, die bis hin zu einer Vermengung mit dem Trendbegriff reicht („im Szenario steigender Arbeitslosigkeit“).

4.3 Zu Begriff und Typologie der Szenarien

In der einschlägigen Literatur werden Szenarien sehr unterschiedlich definiert. Wilson (1978, S. 5) beschreibt sie kurz als „an exploration of an alternative future“ oder „an outline of one conceivable state of affairs, given certain assumptions“. Andere fassen ein Szenario als eine hypothetische Ereignisfolge, als die Folge der Maßnahmen, die handelnde Parteien in einem Konflikt ergreifen, oder als die bei einem Simulationslauf vorausgesetzte Parameterkonstellation. Im idealtypischen Fall umfaßt ein Szenario

1. eine zumeist qualitative (verbale), detaillierte Gesamtdarstellung einer zukünftigen Situation sowie
2. den Entwicklungsweg, der zu dieser Situation führt.⁶⁵

Als Haupteigenschaften von Szenarien hebt Wilson (1978) hervor

- Szenarien sind *hypothetisch*: keine Prognosen.
- In der Regel werden mehrere *alternative* Szenarien entworfen.
- Szenarien sind *holistisch*, sie beziehen das Umfeld ein.
- Szenarien sind in der Regel *skizzenhaft* und *konkret*.

Weiterhin ist *Konsistenz* (innere Widerspruchsfreiheit) zu fordern: Ein Szenario ist ein „set of coherent assumptions“ Godet (1986, S. 135). Je nach Verwendungszweck werden Szenarien nur durch die von Godet erwähnten Annahmen angedeutet oder mehr oder weniger detailreich ausformuliert. Aus semiotischer Sicht kann hierbei prinzipiell ein formaler von einem intensionalen Szenariobegriff unterschieden werden.

1. Nach der *formalen* Interpretation ist der Text selbst das Szenario.

⁶⁵ „Unter einem Szenario versteht man die Beschreibung einer zukünftigen Situation und die Entwicklung bzw. Darstellung des Weges, der aus dem Heute in die Zukunft hineinführt.“ (v. Reibnitz 1992, S. 14)

2. Nach der *intensionalen* Interpretation dagegen ist das Szenario nicht der Text als solcher, sondern der implizierte (mentale) Zukunftsentwurf.

Ein intensionales Szenario kann somit im Szenario-Text verschieden umfänglich beschrieben, „ausgemalt“ - oder eventuell durch audiovisuelle, multimediale Mittel umgesetzt werden.⁶⁶ Im Extremfall ist aber auch die Kurvenschar eines Simulationslaufes zumindest als ein intensionales Szenario zu betrachten - ohne alle „literarische“ Ausschmückung.

Bislang existiert in der Zukunftsforschung keine einheitliche Typologie der Szenarien. Auf die Kahnsche Schule geht die Unterscheidung von zwei Grundtypen von Szenarien - *überraschungsfreie Szenarien* und *kanonische Variationen* - zurück (Kahn/Wiener 1968). Später wurde diese Typologie durch Unterklassen geringfügig ergänzt und verfeinert:

1. *Überraschungsfreie Szenarien* („surprise-free projections“, Referenzszenarien, Standard-Szenarien) werden durch Extrapolation des gegenwärtigen Zustandes erzeugt. In der Terminologie Kahns beschreiben sie eine sog. „Standardwelt“. Zu ihnen gehören:
 - *Status-quo-Szenarien* - Referenzszenarien, die die Welt, wie sie ist, mit minimalen Veränderungen (meist Trendfortschreibungen) beschreiben und deren beschränkter Wert tatsächlich darin besteht, eine Vergleichsbasis zu bilden,
 - *Trendszenarien* oder trendbasierte Szenarien - Referenzszenarien, in denen aktuelle Trends fortgeschrieben werden, in der Regel ohne Störereignisse zu berücksichtigen und im Extremfall auch ohne manifeste Widersprüche bzw. Konflikte zwischen den einzelnen, sektoralen Trends zu bereinigen,
2. *Kanonische Variationen* der überraschungsfreien Szenarien (nicht überraschungsfreie Szenarien, Nicht-Standard-Szenarien) entstehen durch alternative Entscheidungen in Bezug auf Voraussetzungen des jeweiligen überraschungsfreien Szenarios. Zu ihnen gehören:
 - *Kontrastszenarien* - kanonische Variationen, in denen zu Erkenntnis- oder Demonstrationszwecken eine extreme Zukunftssituation a priori festgelegt oder ein extremer Entwicklungsweg vorausgesetzt wird.
 - *normative Szenarien* (s. u.)

Aus forschungspraktischer und Vermittlungssicht problematisiert Arras (1987) diese Terminologie - nicht das Prinzip -, da allein schon die Wortwahl („Trend“, „Wunsch-szenario“) zu „vorschnellen inhaltlichen Wertungen verleiten“ könne (S. 192f). Sinnvoll scheint es daher in neutraler Terminologie zwei Grundtypen von Szenarien zu unterscheiden:

1. *Projektive Szenarien* beruhen auf einer Fortschreibung (Projektion, Extrapolation) der aktuellen Trends; manifeste Widersprüche bzw. Konflikte zwischen den einzelnen, sektoralen Trends werden dabei entweder nicht berücksichtigt oder durch Wechselwirkungsmethoden (Cross-Impact-Methode, Trend-Impact-Methode, Field

⁶⁶ In textlinguistischer Sicht handelt es sich bei der Beziehung der beiden Szenariobegriffe um Referenz. Die Unterscheidung von formalem und intensionalen Szenariobegriff besitzt eine grundlegende semiotische und rezeptionsästhetische Dimension. – In gleicher Weise kann die Utopie als literarisches Genre (Text) von der Utopie als dem idealen Gesellschaftsentwurf, der durch den Text dargestellt wird, unterschieden werden.

Anomaly Relaxation) oder durch Computersimulation bereinigt. Unter dem Handlungsaspekt ist die Bezeichnung „Business-as-usual-Szenario“ angemessen.

2. In *normativen Szenarien* werden Zukunftssituationen bzw. Entwicklungswege nach subjektiven Präferenzen (best case: Wunschscenario, worst case: „Horrorscenario“) ausgewählt bzw. konstruiert. Dabei liegt der Hauptakzent in der Regel auf Handlungsschritten, die notwendig sind, damit sich das Szenario verwirklicht.

Godet (1993, S. 56) bringt die Typologie der Kahnschen Schule in Bezug zum Wahrscheinlichkeitsbegriff. Allerdings räumt er zugleich ein, daß Trendszenarien hohe Wahrscheinlichkeit haben können - oder auch zu offensichtlich unwahrscheinlichen Resultaten führen können. Generell unterscheidet Godet entsprechend den Grundaspekten der Zukunftssicht

- *mögliche* Szenarien: alles, was sich vorstellen läßt,
- *verwirklichbare* Szenarien, die einschränkende Bedingungen berücksichtigen, und
- *wünschbare* Szenarien, die möglich, aber nicht unbedingt verwirklichbar sind.

Godet setzt hierbei einen sehr weiten Möglichkeitsbegriff voraus, den des abstrakt Möglichen oder Denkmöglichen, nicht den der realen Möglichkeit. Gemäß letzterem Möglichkeitsbegriff wären viele wünschbare Szenarien als unmöglich einzustufen („Wunschdenken“, „Utopie“). Da Möglichkeit bzw. Wahrscheinlichkeit und Wünschbarkeit zwei separate Wertungsdimensionen darstellen, sollten diese bei der Typisierung von Szenarien nicht verquickt werden, so daß zu unterscheiden wären:

- nach der *normativen Wertung*: nicht normativ gewertete („deskriptive“) Szenarien und normative Szenarien (Wunschscenarien, „Horrorscenarien“),⁶⁷
- nach der *Bewertung der Wahrscheinlichkeit*: mögliche, wahrscheinliche, realisierbare Szenarien.

Anzumerken ist, daß weder für die Einschätzung der Wahrscheinlichkeit noch für die Bewertung der Wünschbarkeit eines Szenarios objektive oder allgemein-verbindliche Maßstäbe existieren.

Nach Ziel und Funktion innerhalb des Forschungsprozesses, Art der Erstellung und Darstellungsweise lassen sich Szenarien weiterhin einteilen:

- nach der *Geschlossenheit*: vollständig ausformulierte Szenarien und skizzenhafte Szenarien,
- nach der *thematischen Breite*: globale Szenarien (Umfeldszenarien) und problemspezifische Szenarien (sektorale Szenarien),
- nach der *Quantifizierung*: (semi-) quantitative und qualitative Szenarien,
- nach dem *zeitlichen Charakter*: Situationsszenarien, die einen künftigen Zustand schildern, und Verlaufsszenarien, die einen Entwicklungsweg beschreiben,

⁶⁷ Nicht gemeint ist hier eine innerhalb des Szenarios selbst vorgenommene Wertung, sondern die Bewertung des Szenarios unter den Gesichtspunkt Wünschbarkeit. Je nach subjektiver Sicht kann diese Bewertung verschieden ausfallen; im Extremfall kann das Horrorscenario des einen das Wunschscenario eines anderen sein.

- nach dem *Zeithorizont*: kurz-, mittel- und langfristige Szenarien und solche ohne expliziten Zeitbezug
- nach der *Funktion im Forschungsprozeß*: Einstiegsszenarien (zur Initialisierung einer Diskussion oder auch im Rahmen einer Befragung), exploratorische Szenarien (zur Erkundung von Alternativen), zielsetzende Szenarien und Ergebnisszenarien (zur Zusammenschau der Ergebnisse und zur Kommunikation).⁶⁸

Die verschiedenen Funktionen, die Szenarien im Forschungsprozeß ausüben können, sind insgesamt noch wenig untersucht; betont werden gemeinhin der kreative und der kommunikative Aspekt sowie der Entscheidungs- und Handlungsbezug. So sprechen etwa Malaska und das Team von der Turku School of Economics von „mission scenarios“, „issue scenarios“ und „action scenarios“ (Malaska 1995, S. 86). Unter Handlungsaspekten wird die *Perspektive* zentral:

- *Vorwärtsszenarien* (forward scenarios), verlängern die Gegenwart in die Zukunft hinein.
- *Rückwärtsszenarien* (backward scenarios) beschreiben die Entwicklung rückblickend als eine Schrittfolge, die zu einem vorgegebenen Zukunftszustand hinführt.⁶⁹

Aus methodischer Sicht sind diesen beiden Szenariotypen die Felder des Forecasting und des Backcasting bzw. der Retrognose zuzuordnen.⁷⁰ De Jovenel (1993) spricht hier von „scénarios exploratoires (prévisionnels)“, also erkundenden, exploratorischen (vorausschauenden) Szenarien und von „scénarios normatifs (stratégiques)“, normativen (strategischen) Szenarien. Damit wird die unterschiedliche kognitive Funktion von Vorwärts- und Rückwärtsszenarien bereits umrissen: Vorwärtsszenarien dienen dazu, die möglichen Implikationen einer bestimmten Hypothese, bestimmter Voraussetzungen im Sinne einer Folgenabschätzung zu ermitteln; während Rückwärtsszenarien dazu dienen, die Bedingungen zu ermitteln, die notwendig sind, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen.⁷¹ Rückwärtsszenarien erscheinen so besonders geeignet, um Handlungsoptionen zu identifizieren. Nach Perspektive und Wahrscheinlichkeit systematisiert Godet (1993, S. 58) wie folgt:

⁶⁸ Unterschiedliche Funktionen im Forschungsprozeß ziehen unterschiedliche Anforderungen an die Gestaltung des Szenarios nach sich: Ergebnisszenarien sollten einigermaßen umfassend und konsistent sein, als Einstiegsszenario sind auch fragmentarische und widersprüchliche Entwürfe geeignet - möglicherweise sogar besser als „zu runde“ Szenarien.

⁶⁹ Konstruktions- und Darstellungsperspektive eines Szenarios müssen nicht übereinstimmen. Rückwärtsszenarien, die in einem Backcasting-Prozeß konstruiert werden, können durchaus in normaler Zeitordnung und ohne einen fiktiven zukünftigen Autor formuliert werden. Genauso können rein extrapolative Trendszenarien aus Sicht eines künftigen Beobachters dargestellt sein. Entscheidend für die Zuordnung ist hier nicht der „literarische Trick“, sondern die Konstruktionsmethode.

⁷⁰ Auch eine Kombination von Forecasting und Backcasting, eine bidirektionale Vorgehensweise, ist möglich. Für das technological forecasting schlug bereits Jantsch (1969) eine Integration von normativem und explorativem Vorgehen vor.

⁷¹ Die unterschiedlichen kognitiven Funktionen von Vorwärts- und Rückwärtsszenarien werden von mehreren Autoren betont, etwa Hatem (1993, S. 229). De Jovenel (1993) erklärt die Funktionen folgendermaßen: „des scénarios exploratoires pour défricher ce qui peut advenir, des scénarios stratégiques pour explorer ce qu'on peut faire“ (de Jovenel 1993, S. 69).

	wahrscheinlich	unwahrscheinlich
explorativ: von der Gegenwart in die Zukunft	auf Extrapolationen beruhende Referenzszenarien (trendbasiert oder nicht trendbasiert)	auf Extrapolationen beruhende Kontrastszenarien
antizipatorisch, imaginativ, normativ: von der Zukunft in die Gegenwart	antizipatorische Referenzszenarien	antizipatorische Kontrastszenarien

4.4 Szenarientypen aus Sicht der Technikfolgenabschätzung

Für die Technikfolgenabschätzung und Technikgestaltung stellen Szenarien ein vielfältig nutzbares Konzept dar; die Szenario-Gestaltung (Scenario Writing) wurde sogar in die VDI-Richtlinie zur TA (VDI 1991) aufgenommen. Dennoch werden Szenarien bzw. Szenariotechniken in der TA nach wie vor nur in Einzelfällen genutzt. So werden in lediglich zwei der 205 Projekte, die in der Dokumentation zur Technikfolgenforschung in Nordrhein-Westfalen (MWF 1995) beschrieben werden, Szenarien überhaupt erwähnt: in der Studie zur Entwicklung von Telekommunikationsstrukturen in der Slowakei und Ungarn und im Projekt „Langfristige wasserwirtschaftliche Planungen nach dem Prinzip der nachhaltigen Entwicklung“. In beiden Fällen handelt es sich um „*Umfeldszenarien*“, die externe Einflüsse auf den Gegenstand der Studien variieren. Es sind zum einen Szenarien des wirtschaftlich-technischen Wandels in Osteuropa, zum Szenarien zu zukünftigen gesellschaftlichen und naturräumlichen Rahmenbedingungen (MWF 1995, S. 63 bzw. 145).

„*Technikszenarien*“, die prinzipiell mögliche technologische Entwicklungspfade vorgeben, wurden beispielsweise von Ammon und Rautenberg (1990) für die Biotechnologie formuliert und im Detail ausgeführt:

- neue Biotechnologie als Schlüsseltechnologie,
- Bedeutungszuwachs für neue Biotechnologie,
- neue Biotechnologie bleibt Nischentechnologie und
- Scheitern der neuen Biotechnologie.

In „*Handlungsszenarien*“ werden prinzipielle Handlungsoptionen der Akteure vorgeben und ihre Folgen abgeschätzt. Im Beispiel der Biotechnologie-Studie von Ammon und Rautenberg sind dies vier Politiksznarien: eine unspezifische Förderung von Bio- und Gentechnologie, eine restriktive Politik mit Freisetzungsverboten usw., eine kompensatorische Politik, die negative Wirkungen zu mindern trachtet, und eine gezielt Schwerpunkte setzende Förderpolitik. Ähnliche Handlungsszenarien wurden u. a. in energie- und verkehrspolitischen TA-Studien entwickelt. So werden in dem TAB-Projekt „Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger“ Szenarien genutzt, um die Wirksamkeit preislicher Maßnahmen zu ermitteln: Effizienz-, Verlagerungs- und Ver-

meidungsreaktionen (TAB 1997, S. 29).⁷² Auch die jüngste niederländische Studie zu nachhaltigem Verkehr im Rahmen des OECD-Projekts „Environmental Sustainable Transport“ enthält vier Handlungsszenarien (van Wee et al. 1997):

- Business as usual,
- ausschließlich technische Veränderungen,
- ausschließlich Mobilitätsveränderungen und
- „optimale“ Kombination von technischen und Mobilitätsveränderungen.

Dabei werden - mit Ausnahme des Business-as-usual-Szenarios - Reduktionsziele für verkehrsbedingte Emissionen vorgegeben, dafür notwendige technische Fortschritte bzw. Verhaltensänderungen sowie notwendige politische Maßnahmen und gesellschaftliche Akzeptanz diskutiert.

Wie Szenarien in Beteiligungsprozesse integriert werden können, demonstriert das Projekt „Klimaverträgliche Energieversorgung in Baden-Württemberg“ (Weimer-Jehle 1997). Nach der Erarbeitung der Datenbasis wurden im Rahmen eines Expertendiskurses drei Szenarien für die CO₂-Reduktion entwickelt, die sich nach Leitbild und Gewichtung der Lösungsoptionen Effizienz, Substitution und Suffizienz, unterscheiden (Schade/Weimer-Jehle 1996). In elf Bürgerforen bewerteten zufällig ausgewählte Bürgerinnen und Bürger diese „Expertenszenarien“ und erarbeiteten in Kleingruppen von drei bis fünf Teilnehmern mithilfe eines Simulationsprogrammes insgesamt 53 eigenständige „Bürgerszenarien“, in denen jeweils verschiedene Gewichtungen auf Effizienz, Substitution und Suffizienz gelegt und verschiedene Reduktionsstrategien eingeschlagen werden, d. h. die unterschiedlichen, in der Bevölkerung verbreiteten Einstellungen in Energiefragen zum Ausdruck kommen. Eine Analyse dieser 53 „Bürgerszenarien“ ermöglicht die Identifikation von Einschätzungskonflikten, konsensualen Reduktionspotentialen und Möglichkeiten der Konfliktminimierung bei der Planung von Reduktionsstrategien.

4.5 Vorzüge von Szenarien

Gegenüber von anderen Planungstechniken besitzt die Verwendung von Szenarien eine Reihe von Vorzügen. Kahn und Wiener (1968, S. 360f) betonten in ihrer Liste der Vorzüge von Szenarien als „Denkhilfe“ vor allem die kognitiven Momente. Sie führten u. a. auf:

1. „Sie lenken die Aufmerksamkeit [...] auf eine größere Vielfalt von Möglichkeiten“.
2. „Sie zwingen den Analytiker, sich mit Einzelheiten und Strömungen auseinanderzusetzen, die er leicht übersehen kann, wenn er sich auf abstrakte Betrachtungen beschränkt.“
3. „Sie helfen, die Wechselwirkungen der psychischen, sozialen, wirtschaftlichen, kulturellen, politischen und militärischen Faktoren und den Einfluß einzelner politischer Persönlichkeiten zu erhellen.“
4. „Sie können auch verwendet werden, um verschiedene mögliche Resultate vergangener und gegenwärtiger Ereignisse in Betracht zu ziehen.“

⁷² Gutachten des DIW für das TAB: „Ökonomische und soziale Folgen verschiedener preislicher Strategien in der Verkehrspolitik“.

5. Sie können die Funktion „historischer Anekdoten“ für Bereiche übernehmen, in denen „wenig reale Beispiele aus der Erfahrungswelt“ vorliegen.

Die Vorzüge gewinnen im Kontrast zu anderen Planungstechniken noch Profil. Aus Sicht der Managementtheorie hat von Reibnitz (1992, S. 17) die Szenariomethode mit Prognosen, Portfolioanalysen und Simulationsmethoden verglichen. Sie betont dabei Bewertungsaspekte, die für Wirtschaftsunternehmen eine besondere Relevanz haben: Während Vernetzung, Systemdynamik und die Einwirkung von Störfaktoren bei Portfolioanalysen und Prognosen überhaupt nicht und bei Simulationsmethoden nur unter hohem Aufwand erfaßt werden können, zählt deren Berücksichtigung zu den Wesensmerkmalen der Szenariotechnik. Auch sei allein diese für die Erarbeitung einer Leitstrategie auf der Basis von Alternativen geeignet.

Ähnliche Punkte hebt Schwartz (1993) hervor; Szenarien erscheinen so als die Methode der Wahl, wenn Diskontinuitäten und Unsicherheiten jeglicher Art bei ungenügender oder vorwiegend qualitativer Information in Planungsprozessen berücksichtigt werden sollen. In einer stark vereinfachten Gegenüberstellung benennt Schwartz die Vorzüge der szenariogestützten Planung:

prognosegestützte Planung	szenariogestützte Planung
konzentriert sich auf Gewißeheiten, maskiert Ungewißeheiten	konzentriert sich auf Ungewißeheiten, legitimiert die Berücksichtigung von Ungewißeheiten
ergibt Projektionen zu einem Punkt hin / lineare Projektionen	ergibt logische Bilder der Zukunft
quantitativ → qualitativ	qualitativ → quantitativ
verbirgt Risiken	unterstreicht Risiken
favorisiert die Trägheit	favorisiert Flexibilität und Verantwortungsbewußtsein
Einfachheit → Komplexität	Komplexität → Einfachheit

(nach Schwartz 1993, S. 34)

Aus forschungspraktischer Sicht zeichnet sich die Szenariomethode durch weitere Vorzüge aus: Zum ersten ist das Forschungsdesign im Gegensatz zu formalisierteren Methoden hochgradig flexibel und kann leicht an spezifische Aufgabenstellungen angepaßt werden. Zum zweiten ist eine Konstruktion von Szenarien ohne eine Verständigung über Zielsetzungen, implizite - auch ideologische - Voraussetzungen kaum möglich, bzw. treten diese Voraussetzungen offen zutage. Zum dritten sind die Szenarien ein kollektives Produkt, mit dem sich die Teammitglieder in der Regel auch emotional identifizieren. Das trifft im besonderen Maße für Szenarien zu, die in partizipatorischen Prozessen entstehen. Zum vierten sind ausformulierte Szenarien, wie schon oben bemerkt, aufgrund ihrer Anschaulichkeit ein hervorragendes Mittel für Kommunikation und Diskurs.

4.6 Szenario-Methode, Szenario-Techniken

Seit Kahn den Szenariobegriff in die Zukunftsforschung einführte, wurde eine Vielzahl von szenariobasierten Verfahren entwickelt. Die Forschungsteams benutzen hier eine uneinheitliche Terminologie, bei der oft - zumindest im Detail - verschiedene Verfahren mit dem gleichen Oberbegriff bedacht oder auch sehr ähnliche Verfahren verschieden bezeichnet werden: Szenariotechnik (Segner 1976, von Reibnitz 1992), Szenariomethode (Knauer 1978), Szenarioprozeß, Szenario-Management, Szenario-Analyse (Missler-Behr 1993), Multiple Scenario Analysis (Malaska 1985).⁷³ Es empfiehlt sich, den Ausdruck „Szenariomethode“ für die Gesamtheit der szenariobasierten Verfahren zu reservieren, mit Szenariotechnik jeweils spezifische Vorgehensweisen - Szenariotechnik nach N. N. - zu bezeichnen. Während bei den Szenariotechni-

⁷³ Während im deutschsprachigen Raum in den siebziger Jahren noch vorzugsweise von „Szenario-Methode“ geschrieben wurde, scheint sich heute der Terminus „Szenariotechnik“ als Sammelnamen weitgehend durchgesetzt zu haben.

ken in der Regel der Erstellungsprozeß der Szenarien (bisweilen „Szenarioprozeß“ genannt) den durch genau definierte Arbeitsschritte festgelegten Schwerpunkt bildet, betont „Szenario-Analyse“ den Prozeß der Entscheidungsfindung.

Die Szenariomethode ist, allgemein gesehen, eine Planungstechnik, bei der mehrere, sich deutlich unterscheidende, in sich konsistente Szenarien entwickelt werden und aus diesen Szenarien Konsequenzen für strategische Entscheidungen abgeleitet werden. Die einzelnen Szenariotechniken unterscheiden sich insbesondere in dem konkreten Verfahren, wie Szenarien erstellt und auf Konsistenz und Plausibilität überprüft werden. Verschiedene Kombinationen von Kreativmethoden (Workshops, Zukunftswerkstatt...) und prospektiven Methoden (Trendextrapolation, Cross-Impact-Analysis, Störereignisanalyse...) werden dabei praktiziert. Die prinzipielle Vorgehensweise wurde Anfang der siebziger Jahre etabliert und seither nur geringfügig modifiziert. So gibt Wilson (1978) folgende Hauptschritte an: Problemidentifikation, sektorale Vorhersagen, Wechselwirkungsanalyse, Szenario-Writing. Wie geringfügig die Unterschiede im Prinzip sind, belegt eine Gegenüberstellung der Szenariotechniken von sechs internationalen Forschungsgruppen, die Missler-Behr (1993) erarbeitet hat (vgl. nachstehende Tafel).

Oberkampff <ol style="list-style-type: none">1. Problemdefinition2. Beschreibung des Problemfeldes3. Beschreibung des Problemumfeldes4. Gesamtes Untersuchungsfeld5. Auswahl der Annahmen über zukünftige, absehbare Entwicklungen6. Erstellung von Präsenarien7. Entwicklung von Selektionskriterien8. Identifikation zukünftiger Ereignisse9. Erstellen von Szenarien	SRI (Stanford Research Institute) <ol style="list-style-type: none">1. Analyze the decisions and strategic concerns2. Identify the key decision factors3. Identify the key environmental forces4. Analyze the environmental forces5. Define scenario logics6. Elaborate the scenarios7. Analyze implications for key decision factors8. Analyze implications for decisions and strategies
Gomez/Escher <ol style="list-style-type: none">1. Bestimmung von möglichen Geschäftsbereichen und entsprechenden Strategien2. Bestimmung der Umwelt der einzelnen Geschäftsbereiche3. Formulierung von Trends und Entwicklungstendenzen in der Umwelt4. Bewertung der Entwicklungsannahmen in bezug auf ihre Eintrittswahrscheinlichkeiten und ihre gegenseitigen Abhängigkeiten5. Berechnung der Eintrittswahrscheinlichkeit der Umweltentwicklungen bei gegenseitiger Abhängigkeit (Rohszenarien)6. Test der Szenarien7. Interpretation der gefundenen Szenarien	INTERAX (Enzer) <ol style="list-style-type: none">1. Define the issue and time period of analysis2. Identify the key indicators3. Project the key indicators4. Identify impacting events5. Develop event probability distributions6. Estimate impacts of events on trends7. Complete cross-impact analysis8. Run the model
Götze <ol style="list-style-type: none">1. Definition und Strukturierung des Themas2. Identifikation von Schlüsselfaktoren3. Trendextrapolation von Schlüsselfaktoren4. Identifikation von Umweltfaktoren5. Analyse und Prognose von Umweltfaktoren6. Vorbereitung einer Cross-Impact-Analyse7. Erarbeitung von Rohszenarien8. Sensitivitätsanalyse9. Ausarbeitung von Szenarien10. Auswirkungsanalyse	The Futures Group <ol style="list-style-type: none">1. Select topic and identify key scenario drivers2. Create a scenario space3. Identify important trends and collect time series data4. Prepare a naive extrapolation5. Establish a list of impacting events6. Establish probabilities of events occurring over time including years of first impact, years to maximum impact, level of maximum impact, years to steady state impact, and level of steady state impact7. Modify extrapolation8. Write narratives

Als Ergänzung seien in der nächsten Tabelle Szenariotechniken aufgeführt, die vor allem von deutschen Unternehmen eingesetzt werden. Einzelne Arbeitsschritte können - was aus dieser Darstellung nicht hervorgeht - rekursiv wiederholt, der Prozeß als Ganzes iteriert werden. Einen etwas detaillierteren Überblick über den gesamten Szenarioprozeß - als Beispiel für die Kombinierbarkeit von Zukunftsforschungsmethoden („Methodenmix“) - wurde in Kapitel 3.4 gegeben.

Szenario-Technik nach Minx (1987)	Szenario-technik nach Geschka / Winckler (1989)	Szenario-Methode nach Battelle (1989)	Szenario-Technik nach von Reibnitz (1992)
Problemanalyse	Strukturierung des Untersuchungsfeldes	Untersuchungsfeld definieren	Aufgabenanalyse
Umfeldanalyse	Einflußfaktoren / Einflußbereiche und Wirkungsbeziehungen	Umfelder strukturieren	Einflußanalyse
Trendannahmen	Deskriptoren / Projektionen	Entwicklungsrichtungen projizieren	Trendprojektionen
Konsistenzprüfung	Alternativ-Annahmen / konsistente Bündel	konsistente Annahmenbündel bilden	Alternativenbündelung
Szenario-Writing	Zukunftsbilder	Szenarien ausarbeiten	Szenario-Interpretation
Störereignisanalyse	Auswirkungsanalyse / Störereignisse	Störereignisse prüfen	Konsequenzenanalyse
Auswirkungsanalyse	Auswirkungen / Anforderungen	Konsequenzen für das Untersuchungsfeld ableiten	Störereignisanalyse
	Lösungssuche / Maßnahmenplanung, Implementierung		Szenario-Transfer

Anzumerken ist, daß die so beschriebenen Szenariotechniken primär im Sinne eines Forecasting-Prozesses mit Trendextrapolationen bzw. Projektionen angelegt sind. Gegebenenfalls leicht modifiziert oder durch Backcasting-Elemente ergänzt, eignen sie sich auch zur Konstruktion von normativen Szenarien. Wenn es jedoch darum geht, visionär neue Handlungs- oder Gestaltungsoptionen in Szenarien zu fassen, greifen andere Verfahren. Als Alternative zu den Szenariotechniken stehen für die Zukunftsgestaltung normativ-partizipative Verfahren und Kreativmethoden wie Zukunftswerkstätten, Brainstormings usw. zur Verfügung, deren Ergebnisse häufig ebenfalls in Form von Szenarien präsentiert werden. Typischerweise zeichnen sich diese Verfahren durch einen geringeren Formalisierungsgrad aus.

4.7 Szenarien als Kommunikationsinstrument: Scenario-Writing

Zukunftsstudien sollten, gleich ob es sich beim Adressaten einer Zukunftsstudie um die Öffentlichkeit, Auftraggeber aus Politik oder Unternehmen oder die Fachcommunity handelt, in einer von Inhalt und Wertung her transparenten, nachvollziehbaren Form präsentiert werden. Gut ausformulierte qualitative Szenarien entsprechen in hohem Maße diesen Anforderungen. Sie sind anschaulich, in der Regel leicht verständlich, beziehen ästhetische und affektive Momente bewußt ein, verdeutlichen Wertungen ihrer Autoren und erleichtern damit Entscheidungsprozesse, von Kommunikationsprozessen ganz zu schweigen. Da die textliche (oder auch bildliche) Ausgestaltung von Szenarien entscheidend für den Verwertungszusammenhang von Zukunftsstudien sein kann, hat das Szenario-Writing den Status eines separaten Arbeitsschrittes und einer futurologischen Arbeitstechnik erlangt.

„Die Szenario-Gestaltung ist eine qualitativ-literarische Methode zur ganzheitlichen Beschreibung möglicher komplexer Zukunftssituationen; [...] Ähnlich einem Drehbuch oder einer utopischen Erzählung repräsentiert das Szenario die in sich stimmige Antizipation eines Bündels aufeinander bezogener, zukünftige Geschehnisse und Zustände, die unter explizit angegebenen Ausgangsbedingungen eintreten können. [...]

Die Szenariogestaltung ist eine Mischung aus prognostischem Wissen, intellektueller Kombinatorik und phantasievoller Erzählkunst. [...] die Szenariogestaltung [ist] offen für geisteswissenschaftliche Ansätze und literarische Formen der Welterschließung.“ (VDI 1991, S. 28)

Szenario-Writing ist kein bloßer formaler Routineakt des Verschriftlichens, der den Szenarioprozeß abschließt, es ist eine kreative Handlung, in deren Verlauf oft erst Konsequenzen deutlich werden, die im vorausgesetzten intensionalen Szenario implizit angelegt sind - oder möglicherweise nicht angelegt sind. Je konkreter, wirklichkeits- und alltagsnäher der Szenario-Text, desto stärker fließen in ihn lebensweltliche Erfahrungen der Szenario-Autoren ein, Erfahrungen, die in der Regel bei vorhergehenden Schritten (Formulierung von Alternativbündeln, Konsistenztest im Falle der Szenariotechnik, Ideensammlung bei normativen Gestaltungsszenarien) noch nicht explizit zur Sprache kamen. Sprachliche Assoziationen, bildhafte Ausdrücke und andere ästhetische Momente regen beim Szenario-Writing die Phantasie an und evokieren auch gefühlsmäßige Wertungen, so daß das Szenario-Writing letztlich als ganzheitlicher künstlerischer Prozeß betrachtet werden sollte. Es ist daher kein Wunder, daß gerade bei Kreativmethoden das Szenario-Writing häufig eine Schlüsselfunktion einnimmt. So kann eine Phase einer Zukunftswerkstatt im individuellen Entwerfen kurzer Szenarien bestehen; Ergebnisse von Workshops oder Umfragen können, in die Gestalt von Szenarien gekleidet, in einer zweiten Befragungsrunde die Phantasie der Projektpartner stimulieren - ästhetische Aspekte fließen so in den Forschungsprozeß ein.⁷⁴

Ein Beispiel für konkrete, quasi literarisch ausgeführte Szenarien haben Gaßner et al. (1995) in der Studie „Multimedia im Privathaushalt - Grundlagen, Chancen und Herausforderungen“ gegeben. In ihnen kombinieren sie Aussagen über künftige Einsatzfelder von Multimediatechniken mit Angaben über notwendige organisatorische

⁷⁴ Robert Jungk hat immer wieder die Bedeutung von Phantasie, Kreativität, auch von ästhetischen Momenten für die Zukunftsgestaltung unterstrichen.

Voraussetzungen und Vorstellungen von möglichen sozialen Wirkungen - die plastisch und anschaulich dem Rezipienten der Studie anhand von kleinen „Erzählungen“ aus dem Alltag vor Augen geführt werden.

Die Vorzüge von Szenarien können jedoch - werden sie nicht methodisch kontrolliert - in Nachteile umschlagen. Anschaulichkeit und Verständlichkeit kann Suggestivität nach sich ziehen.⁷⁵ Ein ansprechendes, doch einseitiges Einstiegsszenario kann den gesamten kreativen Prozeß in eine bestimmte Richtung lenken, zu einer verengten Problemsicht führen. Die hohe Flexibilität des Szenarioprozesses als auch die literarische Formbarkeit eines Szenariotextes gehen mit einer ebenso hohen Manipulierbarkeit einher. Die explizite Berücksichtigung von Wertungen kann - bei mangelnder Transparenz - gerade dann, wenn das Szenario literarisch gelungen ist, zu einer Verwischung der Grenze von Deskriptivem und Normativem führen.

4.8 Qualitätskriterien und Fallen bei der Konstruktion von Szenarien

Da Szenarien unterschiedliche Funktionen im Forschungsprozeß zu erfüllen haben, können keine einheitlichen Maßstäbe dafür, was ein gutes Szenario sei, existieren. Einige allgemeine Qualitätskriterien lassen sich dennoch angeben. So hebt Wilson (1978), sich auf eine ältere Arbeit von R. D. Zentner stützend, folgende Aspekte hervor:

credibility: Szenarien müssen glaubwürdig (plausibel und konsistent) sein.

utility: Szenarien müssen den angegebenen Zweck erfüllen.

intelligibility: Szenarien müssen verständlich (nachvollziehbar) sein.

Häufig wird *Konsistenz*, Widerspruchsfreiheit des Zukunftsentwurfs, als separates Kriterium angeführt. Darüber hinaus werden bisweilen *Konsequenz* (folgerichtiges Durchdenken von Implikationen der Grundannahme) und *Vollständigkeit* (Darstellung aller wesentlichen Aspekte) gefordert. Zumindest die letzte Eigenschaft ist jedoch beispielsweise bei Einstiegsszenarien nicht vorauszusetzen. Wesentlich hinzuzufügen wäre - wie bei Zukunftsstudien generell - noch die Forderung nach *Transparenz*: deutliche Kenntlichkeit der zugrundeliegenden Werturteile (vgl. Amara 1991).

Neben diesen forschungspraktischen und erkenntnistheoretischen Kriterien sollten Szenarien zumindest im Rahmen von Kreativmethoden und Vermittlungsprozessen auch (rezeptions-)ästhetischen Ansprüchen genügen. „Langweilige“ Szenarien, so korrekt erstellt, kohärent und transparent sie auch sein mögen, werden kaum die Phantasie stimulieren, kaum längerfristig im Gedächtnis bleiben, weniger zum Nachdenken über strategische Optionen anregen, also weniger Wirkung zeitigen. Schwartz (1993) schlägt vor, Spannungsmomente in Szenarien einzubauen: Wer sind die Gewinner, wer die Verlierer in einem bestimmten Szenario? Welche Reaktionen sind auf Niederlagen möglich? Welche Evolution der Rahmenbedingungen ist zu gewärtigen? Als weitere, oft benutzte Spannungsmomente nennt Schwartz Strukturbrüche, Zyklen, Spekulationen über „unendliche Möglichkeiten“, den „einsamen Cowboy“ (Außenseiter, die - wie seinerzeit die Firma Apple - neue Chancen ergreifen), „my generation“ (die einzigartigen Erfahrungen einer Generation, die sich auch in deren Werten ausdrücken).

⁷⁵ Quantitative Angaben, Trendkurven usw. strahlen häufig - bei prinzipieller Einseitigkeit - eine nicht geringere Suggestivität aus.

Häufige Fehlerquellen bei der Konstruktion von Szenarien wurden von Wiedemann (1991) untersucht; im Prinzip handelt es sich dabei sogar um Fehlerquellen nicht nur im Szenarioprozeß, sondern generell bei Zukunftsstudien. Nach Wiedemann sind in jedem Arbeitsschritt spezifische Unzulänglichkeiten und Fallstricke zu berücksichtigen:

Fehler und Fallen bei der Konstruktion von Szenarien

nach Wiedemann (1991)

- Fehler beim Szenarioansatz
 - inadäquate Problemdefinition
 - verengte Problemsicht
- Fehler bei der Informationssammlung
 - Verfügbarkeitsfehler
 - Selektionsfehler
 - Bestätigungsfehler
 - Repräsentationsfehler
 - Metaphorikfehler
- Fehler bei der Informationsverarbeitung
 - Unterschätzung von Unsicherheiten
 - Unterschätzung von Nebeneffekten, Umnutzung usw.
 - Unterschätzung von Kontextfaktoren
 - Fehleinschätzung nichtlinearer Zusammenhänge
 - Vernachlässigung von statistischen Hintergrundinformationen
- Fehler bei der Ableitung von Konsequenzen
 - Hyper-worst-case-Mentalität
 - funktionale Fixierung
 - wishful thinking
 - Nichtbeachten negativer Seiteneffekte

4.9 Exkurs: Szenarien in der Science Fiction⁷⁶

SF-Autoren verfügen über ein bestimmtes Repertoire von künstlerischen Methoden mit denen sie Bilder von Zukünftigem entwerfen. Dieses Repertoire beginnt beim sprachlichen Material, der benutzten Terminologie, setzt sich über Handlungselemente, Einfügungen und Arabesken fort und endet bei der Schilderung ganzer Zukunftswelten. Bisweilen werden SF-Werke sogar durch Zeittafeln, durch enzyklopädische Anmerkungen oder durch ganze Lexika bis ins historische, topographische, ökologische oder ethnographisch Detail komplettiert.

⁷⁶ Dieser Exkurs beruht im Wesentlichen auf Steinmüller (1995), Kap. 7.

Ohne Anspruch auf wissenschaftliche Stringenz und Methodentreue, doch nicht unkontrolliert, in der Regel unter Einbeziehung von Alltagserfahrungen und oft in einem ganzheitlichen Kontext schaffen SF-Autoren Zukunftswelten, die in ihrer Komplexität den Szenarien der Zukunftsforscher häufig überlegen sind und in wesentlich stärkerem Maße als diese die Leser emotional ansprechen. Die künstlerischen Konstruktionsprinzipien dieser Szenarien können auch für den Zukunftsforscher von Interesse sein und gegebenenfalls zu einer Qualifikation des Scenario-Writing beitragen. Allerdings existieren grundlegende Differenzen von wissenschaftlicher und künstlerischer Herangehensweise:

1. Während der Einsatz von Szenarien in der Zukunftsforschung u. a. eine größere Transparenz und Diskussionsfähigkeit von Forschungsergebnissen bezweckt, dienen szenarienähnliche Textpassagen in der SF zumeist der Entwicklung von Handlungskulissen.
2. Während die Zukunftsforschung nur bedingt subjektive Sichtweisen von Entwicklungen einbeziehen kann, leben die Zukunftsbilder der SF von einer subjektiven Perspektive.

Gerade diese Differenzen können sich für eine Nutzung der kreativen Darstellungsmethoden der SF für die Zukunftsforschung als fruchtbar erweisen. Bereits 1978 zog Livingston Analogien von futurologischen Szenarien und SF, allerdings ohne den Vergleich im einzelnen durchzuführen:

„Die gut geschriebene Science Fiction-Story simuliert ihre eigene Realität. Sie zwingt den Leser, beim Aufbau dieser Realität mitzuwirken, indem sie sowohl seine Emotionen als auch seinen Verstand einbezieht. Die Erzählung 'funktioniert', wenn die handelnden Personen und ihre Umwelt mit innerer Konsistenz und Logik gezeichnet sind. In diesem Sinne ist die Science Fiction-Story eine imaginative Cross-Impact-Matrix, während das Szenario des Zukunftsforschers ein Mittel ist, unter einem anderen Namen Science Fiction zu schreiben.“ (Livingston 1978, S. 163f)

Darüber, was Szenarien in der SF seien, besteht, sofern überhaupt keine Äußerungen dazu vorliegen, keine Einigkeit. Der SF-Autor Herbert W. Franke (1972) interpretiert – ohne das Wort Szenario zu benutzen – die SF-Texte als solche als „konkretisierte Modelle“, die notwendigerweise die Gestalt „utopischer Fiktionen“ annähmen und dank der Dramatisierung das Publikum besser erreichten als die abstrakten Modelle der Futurologen. Dagegen faßt der SF-Theoretiker und SF-Herausgeber Marzin (1992) die Zukunftswelt, die als Schauplatz (Kulisse, Hintergrund) eines SF-Werkes dient, als das Szenario des betreffenden Werkes. Seit den sechziger Jahren, so Marzin, hätten sich dabei die Autoren immer mehr von einer Festlegung auf Prognostik gelöst und bedienten sich der Szenarien nicht mehr, um wissenschaftlich-technischen Fortschritt zu propagieren, sondern um vor ihm zu warnen. Zum Szenario eines Werkes, das er insbesondere an den diskursiven, deskriptiven Passagen des Textes festmacht, kontrastiert Marzin die Handlung, die dramatischen Elemente. Bei den interessanteren Autoren des Genres habe sich das Mischungsverhältnis beider im allgemeinen zugunsten komplexer Weltentwürfe, zugunsten ausgefeilter und anspruchsvoller Szenarien verschoben.

Während in einem futurologischen Szenario möglichst sämtliche Aspekte des Zukunftsentwurfs explizit dargestellt sein sollten (Forderung der Vollständigkeit), gehört zu den Grundprinzipien künstlerischer Arbeit die Kunst der Auslassung und Andeutung. Prinzipiell interpretiert jeder Leser aus dem SF-Text auf eigene Weise den zugehörigen Weltentwurf heraus, schließt aus den Andeutungen aufgrund seines indi-

viduellen Sprachverständnisses, seiner Erfahrungen usw. auf die implizierte Welt. Damit ein futurologisches Szenario seine Funktion als Kommunikationsinstrument erfüllen kann, muß der Interpretationsspielraum möglichst eng sein; in der SF ist dies nicht nur in Bezug auf die Interpretation der Handlung, sondern auch in Bezug auf die interpretative (Re-)Konstruktion der Welt durch den Leser (wiewohl der Autor es wünschen mag) nicht notwendig und zumeist nicht einmal anstrebenswert. Insofern bekommt die Unterscheidung von formalem und intensionalem Szenariobegriff, erst angewandt auf literarische Fiktionen, eine praktische Bedeutung.

Auf Grundlage dieser Unterscheidung kann die für die Zukunftsforschung relevante Frage gestellt werden, welche handwerklichen Mittel die Autoren einsetzen, um dem Leser die Rekonstruktion des impliziten, intendierten Zukunftsentwurfes zu ermöglichen bzw. naheulegen. Ausgangspunkt ist hierbei die primäre Ebene des sprachlichen Materials, beginnend bei der Terminologie, einzelnen Wörtern, Bezeichnungen für Gerätschaften, alltäglichen Gegenständen, Institutionen, Berufen usw., den Namen der Protagonisten, Ausdrücken, Floskeln, erfundenen Redewendungen und Sprichwörtern, zukünftigem Jargon, gegebenenfalls einer angedeuteten „Zukunftssprache“. Die Werke Stanislaw Lems beispielsweise strotzen von Neologismen, an denen auch die Freude am Spiel mit sprachlichem Material deutlich wird.

Auf einer zweiten Ebene sind Andeutungen und „eingearbeitete Fußnoten“ (kurze Erklärungen, kurze Rückblenden) anzusiedeln. Hierzu gehören etwa Hinweise auf die Epoche vor der großen Katastrophe o. ä., auf frühere Tätigkeiten oder Erlebnisse der Protagonisten, die jeweils nur in einem Nebensatz oder wenigen Sätzen ausgeführt werden.

Als eine dritte Ebene können längere Rückblenden, umfänglichere Erläuterungen zu einzelnen Bestandteilen der Zukunftswelt, historische Einführungsabschnitte betrachtet werden. Je nach Geschick des Autors und Kontext kann es sich hierbei um auktorale Einführungskapitel, um Zitate aus fiktiven Werken, um längere interpolierte Erläuterungen, essayhafte Abhandlungen und Reflexionen, Tagebucheintragen usw. handeln. Eingestreute Zeitungs- oder TV-Meldungen können die gleiche Funktion erfüllen.

Eine weitere Ebene kommt über die Handlung als Ganzes ins Spiel, die bisweilen so organisiert ist, daß sie die Protagonisten an möglichst viele aussagekräftige Stationen führt. Bekannt ist die „Vorführhandlung“ aus klassischen Reiseromanen und Utopien oder handwerklich wenig gelungener älterer SF, wo – wie die Mentoren in den Utopien – jeweils ein erklärender Professor zur Hand war. Bewußt und unaufdringlich genutzt, müssen vorführende Handlungselemente nicht einmal der Dramatik Abbruch tun. Im anderen Extrem der Zukunftsreportage ist die Handlung auf bloße Zurschaustellung und Erläuterung der Welt reduziert, jegliche Dramatik fehlt.

Unterschiedliche literarische Stilmittel bzw. Ausdrucksformen besitzen nicht nur eine unterschiedliche ästhetische Wirkung, sondern haben tiefgreifende Effekte auf Gestaltung und Rezeption des Zukunftsentwurfes. In einer umfassenderen Studie wäre nach den Wirkungen von Übertreibung, Ironie, Satire, von Abschweifungen, Arabesken, von überraschenden Wendungen usw. zu fragen, ebenso nach den konkreten Mechanismen der Wertung. Eine emotionale, affektive und damit zumeist auch moralische Wertung setzt bereits mit Wortwahl und Sprachduktus ein. Die nämliche Situation wird durch eine unterschiedliche emotionale Einfärbung der Schilderung völlig verschieden beleuchtet; tradierte Ängste und Hoffnungen können mit geringen Andeutungen beschworen werden. Der Hauptweg der Wertung führt jedoch über die Identifikation des Lesers mit einer handelnden Person und ihrem Geschick; Perspek-

tivwechsel können hier auch wertungsmäßig Komplexität erzeugen. Entscheidend ist insbesondere der Handlungsverlauf, speziell der Ausgang der Handlung; nach eigenen Erfahrungen kann ein „twisted“ oder sogar „double-twisted ending“, eine überraschende Wendung zum Schluß einer Pointenstory, Erkenntnisse und Neubewertungen provozieren. – Anregungen kann der Zukunftsforscher hier viele gewinnen.

In einem „Plädoyer für mehr Science Fiction in der Zukunftsforschung“ hat Gaßner (1992) eine Reihe von heuristischen Vorzügen der SF-Szenarien gegenüber herkömmlichen wissenschaftlichen Zukunftsentwürfen benannt. Gaßner geht davon aus, daß SF-Autoren frei von der Bindung an „wissenschaftlich belegbare Projektionen“ im freien Spiel der Phantasie ein „breiteres Spektrum von Zukunftsentwürfen“ entwickeln können. Damit ist SF besonders für Gedankenexperimente geeignet, etwa über plötzliche Trendbrüche und folglich für die Konstruktion von Kontrastszenarien. Gute SF-Werke zeichnen sich zudem durch einen hohen Detailreichtum und „unerwartete Konsequenzen des geschilderten Zukunftsentwurfs“ aus. SF ist gut geeignet, „komplexe, offene und dynamische Zukunftsbilder“ darzustellen; dazu diene insbesondere die Multiperspektivität, die es gestatte, „durch mehrere Protagonisten auch divergierende Aspekte des Zukunftsentwurfs zu personifizieren“. (Gaßner 1992, S. 227f)

„Science Fiction-Produkte treffen offensichtlich auf ein reales Bedürfnis bei ihren Konsumenten, was man bei wissenschaftlichen Szenarien nicht ohne weiteres voraussetzen kann. In ihrer trivialen Ausprägung ist Science Fiction breiten Schichten zugänglich. Sie ist in gewisser Hinsicht bereits seit langem eine Form 'etablierter gesellschaftlicher Bürgerbeteiligung in Zukunftsfragen', auch wenn dies nicht unbedingt der Anspruch der jeweiligen Autoren ist.“ (Gaßner 1992, S. 229)

Mit den Vorzügen sind Gefahren verbunden. Hier erwähnt Gaßner Substanzverlust durch übermäßige ästhetische Überwölbung, Vorurteile und Subjektivismen des Autors und den potentiellen Konflikt künstlerischer Gesichtspunkte mit Anliegen der Szenariengestaltung. Hinzuzufügen wäre, daß fast jeglicher Vorzug von SF-Szenarien, fast jegliche Differenz zu Grundeigenschaften futurologischer Szenarien spätestens bei Hypertrophierung zum Nachteil werden kann. So kann etwa der fesselnde Charakter, der emotionale Aspekt auch als Gefahr der Suggestivität interpretiert werden. Auch in Hinsicht auf die Qualitätsmerkmale futurologischer Szenarien wird dies deutlich: Im allgemeinen intendieren die Szenarien der SF keine Vollständigkeit, oft nicht einmal Konsistenz, Konsequenz oder Plausibilität. Eine tiefergehende, vergleichende Analyse zu Szenarien in Zukunftsforschung und SF mit dem Ziel einer Qualifizierung der Szenario-Methode steht bislang aus.

Synopse:

Vorzüge von Science Fiction-Szenarien (idealisiertes Modell)

- ◆ SF-Szenarien sind in der Regel detailreiche, komplexe und ganzheitliche Weltentwürfe.
- ◆ SF-Szenarien beziehen das Alltagsleben, alltägliche menschliche Bedürfnisse und Verhaltensweisen sowie emotionale Momente ein.

- ◆ Durch das Angebot von Identifikationspersonen sprechen SF-Szenarien Leser unmittelbar an.
- ◆ Sowohl die auktorale Sicht als auch die Personensicht ermöglichen eine affektive Bewertung des Szenarios. Eine multiperspektivische Sicht gestattet es, ein Szenario, ausgehend von unterschiedlichen Wertsystemen, zu betrachten.
- ◆ Da SF-Autoren nicht an Fragen der technischen (oder sozialen) Realisierbarkeit gefesselt sind, können sie Wunsch- und Zielvorstellungen sowie Befürchtungen in ihren Szenarios besonders prägnant darstellen.

5. Die Delphi-Methode

5.1 Entstehung und Geschichte

Die Delphi-Methode wurde in den fünfziger und frühen sechziger Jahren an der RAND Corporation entwickelt.⁷⁷ RAND war damals vor allem mit technologischen und politischen Prospektivstudien für militärische Auftraggeber befaßt und setzte dabei ursprünglich vorwiegend Methoden wie Simulation Gaming und intuitive Experten-Vorhersagen ein. Da die Grenzen dieser Herangehensweisen nur allzu offensichtlich waren und aufgeflehte quantitative Methoden (noch) nicht zur Verfügung standen, sahen sich die Forscher bei RAND gezwungen, nach anderen Ansätzen Ausschau zu halten. Auf Konsens ausgerichtete Experten-Panels schienen geeignet zu sein: Dagegen sprach jedoch die Gruppendynamik von Meetings in einem Konferenzraum, bei denen sich häufig die renommiertesten (oder lautesten) Stimmen durchsetzen. Im „Project Delphi“ erprobten 1953 Olaf Helmer und Norman Dalkey ein neues Verfahren, das einen anonymisierten Diskussionsprozeß unter Experten ermöglichte. Dabei ging es um Fragen der nuklearstrategischen Zielplanung bei einer vorausgesetzten direkten Konfrontation der Großmächte. (siehe Dalkey/Helmer 1963, nachgedruckt in Helmer 1983)

Dalkey, Helmer und der Wissenschaftsphilosoph Nicholas Rescher bauten nachfolgend den experimentellen methodischen Ansatz zu einem Verfahren aus, das einen Konsens ohne die störenden Einflüsse von Status, Gruppenzwängen usw. zu erreichen gestatten sollte. Anonymität sollte eine von individuellen Persönlichkeitszügen unbeeinflusste „Debatte“ ohne Rhetorik und gegenseitige Belehrungen ermöglichen.⁷⁸ Auch extreme Meinungen sollten quasi mit gleichen Gewicht berücksichtigt werden. In dem neuen Verfahren wurde die Diskussion in der Experten-Gruppe durch einen mehrstufigen Rückkopplungsprozeß ersetzt, bei dem schriftliche Befragungen jeweils statistisch ausgewertet und die Ergebnisse als Grundlage einer erneuten schriftlichen Befragung genutzt werden (zum Verfahren s. u.). Der Rescher stützte das Verfahren erkenntnistheoretische durch eine „Epistemologie der inexakten Wissenschaften“ ab - womit allgemein die Politik- und Sozialwissenschaften gemeint waren (Helmer/Rescher 1959, nachgedruckt in Helmer 1983).

Mit etwas Selbstironie bezeichneten die Forscher an der RAND Corp. ihr Verfahren nach der antiken Orakelstätte Delphi. Ganz allgemein sollte die Delphi-Methode dazu dienen, „einen möglichst zuverlässigen Konsens innerhalb einer Expertengruppe [...] durch eine Reihe von schriftlichen Befragungen und zwischengeschalteten kontrollierten Feedback der Meinungen zu erreichen“ (Dalkey/Helmer 1963 - zit nach Helmer 1983, S. 135, meine Übers. - K. S.). Üblicherweise wird die Delphi-Methode heute dort angewandt, wo sich die Fragestellung einer präzisen analytischen Behandlung entzieht und wo aus Zeit- oder Kostengründen die Experten nicht zu einem Workshop zusammengerufen werden können.⁷⁹ Das Delphi-Verfahren dient damit oft

⁷⁷ Der historische Abriß stützt sich insbesondere auf Linstone (1978), Helmer (1983) und Gordon (1994), vgl. auch Burmeister/Steinmüller (1995).

⁷⁸ So gesehen, dient die Delphi-Methode dazu, einen „methodisch reinen Experten“ zu erzeugen, das Expertenwissen von der Persönlichkeit des Experten zu trennen.

⁷⁹ „Entgegen der in der Literatur oft geäußerten Meinung, eine Delphi-Untersuchung sei mit geringem Aufwand möglich, hat sich gezeigt, daß eine konsequent und sorgfältig durchgeführte Delphi-Befragung durchaus mit relativ hohen Kosten verbunden ist.“ (Gewald 1972: 17)

genug als eine „method of last resort“ (Linstone 1978, S. 275), die dann genutzt wird, wenn alle anderen Zugänge versagen, insbesondere bei der technologischen Früherkennung. Sein Anwendungsbereich beschränkt sich jedoch nicht auf Prospektivstudien.

Die erste Anwendung der Methode lag allerdings nicht auf diesem Feld: es ging um die sowjetische nuklearstrategische Planung.⁸⁰ Erst 1964 publizierten Gordon und Helmer die erste einschlägige Delphi-Studie zu technologischen Durchbrüchen bis zum Jahr 2000 und darüber hinaus: *Report on a Long-Range Forecasting Study* (Gordon/Helmer 1964). Als Experten wurden bei dieser Studie u. a. Dennis Gabor, Ithiel de Sola Pool, Bertrand de Jouvenel, aber auch die SF-Autoren Isaac Asimov und Arthur Clarke befragt. Unter anderem wurden als Fristen bis zu technologischen Durchbrüchen abgeschätzt:

- automatische Sprachübersetzung 1972 (+/- 4 Jahre)
- zuverlässige Wettervorhersagen um 1980
- effektive Geburtenkontrolle durch orale Kontrazeptiva etwa ab 1970
- unspezifische biochemische Immunisierung gegen Infektionskrankheiten spätestens bis zum Jahr 2000
- Kontakt mit Außerirdischen frühestens nach 2000
- kontrollierte Kernfusion um 1986 (Schwankungsbreite 1980 - 2000)

Generell kann man einschätzen, daß die größere Anzahl der Vorhersagen dieser Studie bis zum heutigen Tag in etwa realisiert wurden; allerdings zeigt sich auch die für technologische Früherkennungsstudien typische Gemengelage von recht präzisen Prognosen und völlig verfehlten Vorhersagen.⁸¹

Im weiteren Verlauf der sechziger Jahre wurde die Delphi-Methode zwar weiterentwickelt, aber in ihrer Anwendung stark auf die quantitative Komponente reduziert. Gefragt waren schnelle Prognosen und statistische Berechnungen. Durchgeführt wurden viele kleine Delphi-Befragungen, oft mit weniger als 100 Teilnehmern. Thematisch ging es u. a. um die Entwicklung der Chemie, der Medizin sowie neuer Waffensysteme. Wirtschaftsunternehmen setzten die Delphi-Methode ein, um technische Innovationen (TRW, Projekt „Probe II“, 1969), Entwicklungen im Konsumbereich (Bell Canada: Bestelldienste/„Shop from home service“, 1975) oder biomedizinische Perspektiven (Smith Kline & French Laboratories, 1969) zu beschreiben (Linstone 1978, S. 280ff). Delphi-Studien wurden desgleichen von amerikanischen Behörden durchgeführt. Vereinzelt fand die Methode auch in Europa Anwendung, so in einer Studie über die Zukunft der Massenmedien in Frankreich.⁸² Linstone und Turoff (1975) beziffern die Anzahl der bis 1974 durchgeführten Delphi-Studien auf über 10.000.

Anfang der siebziger Jahre breitete sich zumindest in den USA eine gewisse Ernüchterung auch bezüglich der Delphi-Methode aus. Kritisiert wurde einerseits die unzureichende Wirksamkeit der Methode, andererseits galt sie als zu teuer und zu

⁸⁰ Welche amerikanischen industriellen Ziele werden sowjetische Strategen auswählen? Mit wieviel Atombomben läßt sich die Rüstungskapazität der USA um einen bestimmten Prozentsatz reduzieren? - Amerikanische Nuklearkriegsplaner, die sowjetische Nuklearkriegsplaner simulieren, das war der erste Einsatz der Delphi-Methode!

⁸¹ Wegen dieser Unschärfen in der Bewertung wird hier die Formulierung „in etwa realisiert“ benutzt. Zur Einschätzung der Studie siehe auch Gordon (1994)

⁸² „Delphi survey on the future development of mass media,“ durchgeführt von dem Centre de Recherches Science et Vie in Paris 1970-71 (nach einer Notiz im *IRADES Newsletter* Nr. 5/1972).

zeitaufwendig und drittens zogen nun - im Gefolge der Weltmodelle - die meist weit-
aus aufwendigeren Simulationsmethoden die Aufmerksamkeit auf sich. Dennoch
wurden und werden weiterhin in den verschiedensten Staaten vor allem im Bereich
der technologischen Frühaufklärung Delphi-Studien durchgeführt.

Eine gewisse Sonderstellung nehmen dabei die japanischen Delphi-Studien ein.
Während in den meisten Staaten Delphi-Studien allenfalls sporadisch von Regie-
rungsbehörden in Auftrag gegeben wurden, erlangten diese in der aufstrebenden
Industriation Japan eine herausragende Bedeutung für die Technologiepolitik,
wohl nicht zuletzt, weil die konsensbildenden Funktion des Verfahrens sehr gut mit
den soziokulturellen und organisatorischen Bedingungen in Japan harmoniert. Seit
1971 werden in fünfjährigen Abständen jeweils im Auftrag der Science and Techno-
logy Agency (STA) Delphi-Studien als Instrument zur langfristigen Prognose und
Planung technologischer Entwicklungen gezielt eingesetzt. Daher liegen heute in Ja-
pan kontinuierliche langjährige Erfahrungen mit der Delphi-Methode vor.⁸³

In der sich verschärfenden weltwirtschaftlichen und technologischen Konkurrenzsi-
tuation der neunziger Jahre folgten Deutschland und andere europäische Staaten
dem fernöstlichen Beispiel, vorläufig jedoch ohne wie in Japan die Delphi-Studien in
einen größeren technologiepolitischen Kontext integrieren zu können. Zu erwähnen
sind die deutschen Studien von 1993, 1995 und 1997/8 (BMFT 1993, Cuhls et al.
1995) sowie die etwa zeitgleich - jeweils im Auftrag der entsprechenden Fachministe-
rien - durchgeführten französischen und englischen Studien.⁸⁴ Damit erlebt die Del-
phi-Methode in den neunziger Jahren eine erneute Blütezeit mit Anwendungen auf
so unterschiedlichen Gebieten wie dem Gesundheitswesen (Janssen-Cilag 1995,
Adler/Ziglio 1996) oder innovativen Antriebskonzepten (Mulder et al. 1996).

⁸³ Hinsichtlich der mehrfachen Wiederholung ist allenfalls das „Project Outlook“ der University of
Southern California (Los Angeles) vergleichbar, bei dem jeweils dieselben 250 potentielle Ereignisse
ca. 1000 Experten in den Jahren 1979, 1981, 1983, 1985, 1987 vorgelegt wurden, was eine Analyse
zeitlicher Veränderungen in der Erwartungsverteilung erlaubt. (vgl. Weber 1990, S. 132ff)

⁸⁴ Siehe für Frankreich *la lettre OST* no. 11, Sept. 1996 und Héraud et al. (1997), sowie für Großbri-
tannien die Homepage des „Technology Foresight Programme“ <http://www.dcs.ed.ac.uk/foresight/index.html>.

5.2 Japanische und deutsche Delphi-Studien

Die japanischen Delphi-Studien haben, wie bereits erwähnt, von Anfang an eine bedeutende Rolle in der japanischen Technologiepolitik gespielt. Nach der Interpretation von Martin und Irvin (1989) bezwecken die japanischen Studien weniger exakte Vorhersagen künftiger Ereignisse als vielmehr die Identifikation neuer Trends in Wissenschaft und Technik, die in der FuE-Politik stärker berücksichtigt werden sollten. Vorzüge der regelmäßig durchgeführten Technologie-Delphis sind nach der Einschätzung von Martin und Irvin (1989):

- „Die wissenschaftliche und technische Gemeinschaft wird periodisch gezwungen, ernsthaft und detailliert über wichtige Trends und deren Verhältnis zu wichtigen sozialen Prioritäten und Hemmnissen nachzudenken. Dies erweitert den Blick über das Tagesgeschäft im FuE-Laboratorium hinaus.
- Durch die Beteiligung von Fachleuten aus wissenschaftsorientierten Unternehmen und anderen Forschungseinrichtungen werden Regierungsstellen in die Lage versetzt, Trends im Hinblick auf zukünftige Herausforderungen an des nationale Innovationssystem überblicken zu können. Projektierte industrielle und gesellschaftlichen Problembereiche können systematisch dargestellt werden.
- Eine Umfrage dieser Art umfaßt alle wichtigen Fachgebiete in Wissenschaft und Technik und ist in der Lage, durch eine geeignete disziplinäre Verschränkung von Einzelthemen zu einem ganzheitlichen Ansatz beizutragen. Insbesondere können im Entstehen begriffene interdisziplinäre Teilgebiete in einem frühen Stadium in traditionelle Fachgebiete 'eingeschleust' werden (und dies sogar mehrfach). [...]
- Die konsensbildenden Aspekte der Delphi-Untersuchung sind für die japanische Gesellschaft besonders wichtig, da führende wissenschaftliche, regierungsamtliche und privatwirtschaftliche Forscher ohne Gesichtsverlust in einem schriftlichen Disput das Ausmaß ihrer Übereinstimmung über nationale Visionen von mittel- und langfristigen FuE-Vorhaben austauschen können. Dieses Verfahren trägt ebenfalls durch den Prozeß, und nicht so sehr durch das Ergebnis, zu einer klaren Reflektion der sozialen Bedingungen technologischer Wahlmöglichkeiten bei.“ (referiert nach BMFT 1993, S. 70)

Eine 1989 unter mehr als 200 japanischen Forschungsstätten, hauptsächlich in der Industrie, durchgeführten Befragung über die Bewertung von Methoden der Technikbewertung unterstreicht die Bedeutung der Delphi-Studien. „Wie die Befragung ergab, werden Szenarien, Delphi- und Relevanzbaum-Methode als die wirksamsten Methoden angesehen, auch wenn Trendextrapolation und Technologie-Portfolios am häufigsten angewendet werden.“ (Grupp 1995a, S. 41)

Seit Anfang der neunziger Jahre versucht die Bundesrepublik dem japanischen Beispiel zu folgen. Das damalige Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) dazu zwei Studien beim Karlsruher Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) in Auftrag. Die Ergebnisse der ersten Studie „Technologie am Beginn des 21. Jahrhunderts“ (Grupp et al. 1993) legte das ISI bereits im April 1993 vor. Ihre Aussagen bezogen sich auf einen Zeithorizont von 10 Jahren. Dagegen umfaßte der im August 1993 vom BMFT veröffentlichte „Deutsche Delphi-Bericht zur Entwicklung von Wissenschaft und Technik“ (BMFT 1993) den Zeitraum der nächsten dreißig Jahre.

Wie dem japanischen Vorbild wurden der deutschen Delphi-Umfrage 16 Fachgebiete von Forschung und Technik⁸⁵ mit insgesamt 1147 Einzelfragen - die aus dem Japanischen ins Deutsche übertragen wurden - zugrundegelegt. Während bei den Biowissenschaften die Grundlagenorientierung überwiegt, stehen bei den Bereichen Verkehr und Raumfahrt eher anwendungsorientierte Gesichtspunkte im Vordergrund. 40% aller Innovationen sollen in den Jahren kurz nach 2000 verwirklicht sein; in der deutschen wie der japanischen Studie liegt der Mittelwert bei 2006. In der Studie wurde nicht nur nach dem Zeithorizont gefragt, sondern auch nach der Bedeutung, die die Fachexperten bestimmten Innovationen zumessen. Und hier ergibt sich, wie der Bericht formuliert „eine eindeutige Botschaft“: Fragen zur Umwelt- und Energieproblematik inklusive des Klimaproblems dominieren. Von den 30 wichtigsten Themen (s. Abb.) fallen allein 16 Fragen in diese Problemfelder⁸⁶. An zweiter Stelle rangieren 9 medizinische Themen. Die deutschen Experten weisen dabei der Behandlung von Krebs oder AIDS sowie der Klärung molekularbiologischer Vorgänge bei Immunreaktionen des Körpers höchste Priorität bei. Die restlichen fünf Themen beziehen sich auf die Frage, ob Neutrinos eine Ruhemasse haben, auf die Weiterentwicklung elektronischer Massenspeicherverfahren, die Überwachung des Flugverkehrs durch Satelliten und die Bedeutung von biotechnischen Verfahren für die Ernährung (BMFT 1993, S. 83 ff).

Die wichtigsten Innovationen und der wahrscheinlichste Zeitraum ihrer Realisierung nach dem Deutschen Delphi-Bericht 1993

Innovation	Realisierung
Städte werden im Einklang mit Natur und Umwelt gebaut	2001 - 2009
Kommunale Abfälle werden durch neue Recycling-Techniken auf die Hälfte vermindert	1996 - 2000
Energieautarke Gebäude und Wohnhäuser sind weit verbreitet	2003 - 2010
Weniger anthropogene Wärme gelangt in die Atmosphäre	2008 - 2021
Benzinverbrauch von Kraftfahrzeugen wird um 30% gesenkt	2000 - 2008
Medikamente schützen vor der Entstehung von Krebs	2005 - 2021
Biologisch abbaubare Verpackungsmaterialien werden eingesetzt	1998 - 2004
Für FCKW und Halon werden Ersatzstoffe eingesetzt	1997 - 2003
Die weltweiten CO ₂ -Emissionen werden um bis zu 20% reduziert	2003 - 2020
Ein Vakzin gegen das HIV wird entwickelt	2000 - 2007

An der Relevanzskala werden Grundeinstellungen deutlich. Hierin unterscheiden sich die befragten deutschen Experten merklich von ihren japanischen Kollegen. In der japanischen Studie bestimmen technisch-futuristische Visionen das Bild bei der Prioritätensetzung: Überschall-Verkehrsflugzeuge, Pflegeroboter, unbemannte Kernkraftanlagen, aber auch nachsorgender Umweltschutz. Die deutsche Prioritätenliste wird

⁸⁵ Die 16 Fachgebiete des Deutschen Delphi-Berichts: Werkstoffe und Verfahrenstechnik; Elektronik und Informationstechnik; Biowissenschaften; Kern- und Elementarteilchenphysik; Meeres- und Geowissenschaften; Rohstoffe und Wasserressourcen; Energie; Ökologie- und Umwelttechnik; Land- und Forstwirtschaft, Fischerei; Produktion; Städteplanung, Architektur und Bauwesen; Kommunikationswesen; Raumfahrt; Verkehr; Medizin; Gesellschaft, Kultur und Technik.

⁸⁶ Unter die 30 Topthemen fallen alle Fragen, die einen Wichtigkeitsindex zwischen 98 und 95% aufweisen.

dagegen stärker von dem Wunsch nach unversehrter Umwelt und nach Sicherheit etwa vor Hackern und vor Schadstoffen bestimmt (BMFT 1993, S. 88). Einige der Fragen wären wahrscheinlich von einem deutschen Team überhaupt nicht formuliert worden. Die größte Differenz zwischen japanischen und deutschen Experten zeigt sich beim Einsatz von Robotern in Wohnungen und Krankenhäusern für fast alle Pflegearbeiten (mittlerer Realisierungszeitraum: 2016). Während die Japaner die Wichtigkeit mit 77% einschätzen, beurteilten die Deutschen sie mit lediglich 21% (BMFT 1993, S. 90). Große Unterschiede bestehen weiterhin u. a. bei Fragen nach der Relevanz von 300sitzigen Passagierflugzeugen mit vierfacher Schallgeschwindigkeit (Differenz 50%) und dem Bau bei unbemannten Kernkraftwerksanlagen (Differenz 47%). „Es scheint ein Grundtenor vorzuliegen, nach dem die deutsche Wissenschaft und Industrieforschung bei der Prioritätensetzung der Innovationsaufgaben anders orientiert ist als die japanische.“ (BMFT 1993, S. XXVI) Zur selben Einschätzung kommen auch Cuhls und Kuwahara (1994) in ihrer vergleichenden Untersuchung.

Eine zweite deutsche Delphi-Studie „Delphi-Bericht 1995 zur Entwicklung von Wissenschaft und Technik. Mini-Delphi“ (Cuhls et al. 1995) wurde stärker der deutschen Problemsicht angepaßt und auf vier Technologiebereiche - Werkstoffe und Verfahrenstechnik, Mikroelektronik und Informationsgesellschaft, Biowissenschaften und Medizin, Auswege aus der Umweltzerstörung - mit jeweils zwei Leitthemen fokussiert. Aktuell befindet sich eine neuerliche Delphi-Studie zur technologischen Frühaufklärung kurz vor der Publikation.

5.3 Das Delphi-Verfahren

Seit seiner Entwicklung hat das Delphi-Verfahren im Zusammenhang mit den jeweiligen Aufgabenstellungen eine Reihe von Modifikationen durchlaufen. So hat es sich beispielsweise erwiesen, daß mehr als zweistufige Verfahren nicht nur aufwendig sind, sondern auch die Qualität des Ergebnisses wenig verbessern (s. u.). Bisweilen werden auch einstufige Verfahren - d. h. schriftliche Expertenbefragungen ohne Rückkopplung der Ergebnisse - als Delphi bezeichnet. Dies ist z. B. der Fall bei der „Janssen Delphi-Studie“ („Die Zukunft des deutschen Gesundheitswesens aus der Sicht von Ärzten und anderen Experten“ Janssen-Cilag 1995). Um beliebige Etikettierungen zu vermeiden, sollten in der Zukunftsforschung jedoch nur solche Verfahren als „Delphi-Technik“ bezeichnet werden, die das Prinzip der mehrstufigen, anonymen Expertenbefragung unangetastet lassen.

Delphi-Studien folgen in der Regel dem nachstehenden prinzipiellen Ablaufschema:

Delphi-Verfahren: prinzipieller Ablauf

1. Bildung des Teams, Abgrenzung der Aufgabe
2. Auswahl der Expertengruppe
3. Entwicklung des Fragebogens für die erste Runde
4. Pretest des Fragebogens
5. Erste Befragungsrunde
(Versand der Fragebögen, Nachfragen...)
6. Analyse der Rückläufe der ersten Runde
7. Vorbereitung des Fragebogens für die zweite Runde
(mit Darstellung der Ergebnisse der ersten Runde)
8. Pretest des zweiten Fragebogens
9. Zweite Befragungsrunde
10. Analyse der Rückläufe der zweiten Runde
- *11. Wenn notwendig: Wiederholung der Schritte 7 bis 10
12. Analyse des gesamten Befragungsverlaufs
13. Auswertung, Diskussion, Bericht, Präsentation

Besondere Aufmerksamkeit sollte bei Delphi-Studien zwei Aspekten geschenkt werden, die eine Schlüsselrolle für den Erfolg spielen:

1. der Auswahl eines geeigneten Expertenkreises und
2. der Formulierung der Fragestellungen.

Im Gegensatz zu demoskopischen oder anderen statistischen Umfragen bezweckt die Auswahl der Experten keine Repräsentativität, sondern zielt auf Fachkompetenz und Kooperationsbereitschaft ab. Gewöhnlich werden Experten anhand ihrer Publikationen oder Empfehlungen einschlägiger Einrichtungen identifiziert. Auch Außen-seiterpositionen sollten einbezogen werden.⁸⁷ Die Experten sollten persönlich angesprochen und für die Teilnahme an dem auch für sie in der Regel zeitaufwendigen Delphi-Prozeß gewonnen werden. Bei größeren Delphi-Studien (wie den japanischen und den deutschen Technologie-Delphis) werden mehrere, jeweils für ein Fragenfeld (Technologiefeld) zuständige Expertengruppen (sog. „panels“) gebildet.

⁸⁷ Um zu vermeiden, daß „Cliques“ die Expertengruppe majorisieren, empfiehlt Gordon (1994, S. 11) u. a. offene Einladungen per bulletin boards, die Einbeziehung von besonders kompetenten Studenten.

Üblicherweise geht der Formulierung der Fragestellungen bereits ein Diskurs mit der Experten-Community über die aufzunehmenden Probleme, die adäquate Terminologie usw. voraus.

Die Fragestellungen können sich u. a. auf folgende Aspekte beziehen (Gordon 1994, S. 9):

- prädiktiv: Vorhersagen des Eintritts eines zukünftigen Ereignisses
- normativ: Wünschbarkeit eines zukünftigen Zustands
- instrumentell: Verfügbarkeit bestimmter Mittel, um ein in die Zukunft projiziertes Ziel zu erreichen, fördernde bzw. hemmende Einflüsse, Notwendigkeit bestimmter politischer Zielsetzungen.

Nach der Interpretation von Grupp (1995b) handelt es sich bei der Vorgabe von zukünftigen Ereignissen in Technologie-Delphis (technologische Durchbrüche, Lösungen für Probleme) häufig um potentielle oder reale Leitbilder.⁸⁸ Damit wird in Technologie-Delphis nicht ausschließlich der Aspekt des Technologie-Angebots (technology push), sondern auch der Aspekt der Technologie-Nachfrage (demand pull) berücksichtigt; zugleich können Veränderungen in den Rahmenbedingungen in die Studie einbezogen werden.

Wie bei allen Befragungsmethoden sollte der Formulierung der exakten Fragestellungen große Aufmerksamkeit geschenkt, sollten Klarheit, Eindeutigkeit, Verständlichkeit angestrebt werden. Auch die Delphi-Methode stößt hier auf die der Zukunftsforschung eigenen semantischen Schwierigkeiten: So wenig wie die Technik der Zukunft existiert heute die technologische Terminologie der Zukunft. Nicht allein lassen sich unbekannte technische Lösungen heute noch nicht beschreiben; bei sehr jungen Forschungsfeldern hat sich darüber hinaus noch kein einheitliches Fachvokabular herausgebildet, verschiedene Neologismen stehen in Konkurrenz und erleiden Bedeutungsverschiebungen. Erinnerung sei an die Schwierigkeiten der deutschen Übersetzer mit der Terminologie der japanischen Delphi-Studien.⁸⁹ Ein Pretest der Fragebögen mit anschließender Diskussion und Revision der Formulierungen ist allein schon aus dieser Problematik heraus angeraten.

Nach der ersten Umfragerunde werden die Rückläufe analysiert, insbesondere statistisch ausgewertet und für die zweite Runde aufbereitet. Aus den Erfahrungen mit der Methode hat sich ergeben, daß es nicht sehr sinnvoll ist, bei geschätzten Zeiten bis zum Eintritt künftiger Ereignisse (etwa bis zu technologischen Durchbrüchen) Mittelwerte zu bilden - extreme Meinungsäußerungen beeinflussen Mittelwerte zu stark. In der Regel wird heute eine Darstellung mit Median, unterem und oberem Quartil bei der zweiten Runde in die Expertengruppe zurückgegeben.

Bei der Delphi-Methode wird angenommen, daß die befragten Experten in der zweiten Runde - ausgehend von den Ergebnissen der ersten - ihre Einschätzungen überprüfen. Eine Konvergenz der Einschätzungen ergibt sich daraus nicht zwangsläufig.

⁸⁸ Hier ergibt sich eine Anschlußmöglichkeit an die Technikgeneseforschung. Eine vorgegebene zukünftige technologische Entwicklung sollte dann als reales Leitbild eingestuft werden, wenn ihr die Experten eine hohe Relevanz bei nicht allzu großer Realisierungsfrist einräumen. Sonst handelt es sich um ein Fernziel bzw. eine Vision.

⁸⁹ „Mechatronik“ war ein in Deutschland nicht geläufiger Terminus, „Bioholonik“ zu vage und unscharf (BMFT 1993, S. 31).

Im Einzelfall kann es für die Studie fruchtbarer sein, daß abweichende Meinungen begründet aufrecht erhalten werden. Der Kommunikationsprozeß ist das entscheidende, nicht die Tendenz zum Konsens.

Die Delphi-Methode nach dem obigen Ablaufschema wurde verschiedentlich abgewandelt. Helmer (1983) diskutiert u. a. die folgenden Variationen:

- Delphi mit einer „nullten“ Runde, in der Experten danach befragt werden, welche Items in die Fragebögen aufgenommen werden sollen
- Mini-Delphis:⁹⁰ Hierbei wird die Anonymität teilweise aufgegeben; die Experten werden in einen Raum zusammengeführt, in dem - schriftlich und geheim - zwei Befragungsrunden mit zwischengeschalteter Auswertung der ersten Runde stattfinden.
- „Automatisiertes Delphi“: Die Befragungsrunden finden über ein Computernetz statt.

Verschiedentlich wurden technische, meist statistische Verfeinerungen der Delphi-Methode oder etwa deren Kombination mit einer Cross-Impact-Analyse vorgeschlagen. So haben beispielsweise Cho, Jeong und Kim (1991) das Konzept der Semi-Markowprozesse für die Auswertung von Delphi-Runden angewandt, wodurch es gelinge, Informationen zu nutzen, die bei der üblichen Auswertung (Randverteilungen etc.) übergangen werde. Es bleibt allerdings künftigen Untersuchungen überlassen nachzuweisen, ob eine Verfeinerung des mathematischen Apparats sinnvollerweise zu einer Qualitätssteigerung von Delphi-Studien beitragen kann. Werden Delphi-Studien primär als ein Kommunikationsinstrument zur Selbstverständigung der forschungspolitischen Community über Prioritätssetzungen und Forschungsperspektiven verstanden, erübrigt sich eine marginale Verbesserung der prognostischen Treffsicherheit.⁹¹

⁹⁰ Im Gegensatz hierzu bezeichnet „Mini-Delphi“ in der deutschen Studie (Cuhls et al. 1995) die reduzierte Anzahl der behandelten Technologiefelder.

⁹¹ Ein verbesserter formaler Apparat wäre dann nützlich, wenn er helfen könnte, systematische Fehlerwartungen zu identifizieren bzw. zu vermeiden. Wenigstens für die Klasse gravierender Fehltreffer, die auf veränderten Rahmenbedingungen (wie dem Ölpreisschock) beruhen, erscheint dies jedoch aussichtslos.

5.4 Reevaluationen und methodische Analysen

Die ersten methodischen Untersuchungen zur Delphi-Methode, zumeist Reevaluationen bis dahin durchgeführter Delphi-Studien, datieren bereits aus den späten sechziger Jahren. Schon 1970 hat Amant eine Reevaluation der ursprünglichen RAND-Studie (Gordon/Helmer 1964) vorgelegt. Interessanterweise kam Amant zu dem Schluß, daß es oft nicht einfach ist, überhaupt festzustellen, wann eine bestimmte Vorhersage eingetroffen ist, d. h. welche Kriterien für das Eintreffen von Vorhersagen technologischer Durchbrüche angelegt werden sollten. So könnte mit dem Terminus „Durchbruch“ eine Schlüsselerfindung, die Pilotanwendung derselben oder sogar die verbreitete Nutzung gemeint sein. Oft seien Experten nicht einmal einer Meinung darüber, in welcher Realisierungsphase sich eine Innovation befindet. Es handelt sich hierbei daher um ein generelles Problem, das auch durch präzisere Formulierungen der Fragebogen-Items nicht behoben werden kann (zumal, wenn man bedenkt, daß die Items nicht durch Erläuterungen übermäßig aufgebläht werden sollten).

Jüngere Reevaluationen betreffen u. a. die Delphi-Studie von 1971 über Perspektiven der Telekommunikation (und ihrer Rahmenbedingungen) im US-Bundesstaat Hawaii (Ono/Wedemeyer 1994). Auch hier stehen Terminschätzungen, die sich bewahrheitet haben (etwa über die Errichtung von Telearbeitszentren - Median 1990), neben unrealisierten Aussagen (90% der Befragten sagten Zeitungen per Bildschirm für spätestens 1990 vorraus). Entsprechend dem bei vielen Items langem Zeithorizont (bis jenseits 2000) blieb etwa bei der Hälfte der Vorgaben in der Schwebe, ob sie in etwa im angegebenen Zeitintervall realisiert würden.

Eine Reevaluation der japanischen Delphi-Studie hat u. a. Grupp (1995a) wiedergegeben. Die japanischen Studien zeichneten sich seit Beginn durch eine hohe methodische Qualität und eine hohe „Treffsicherheit“ aus (Grupp 1995a, S. 53): Von den 644 Fragen des japanischen Delphi-Berichts von 1971 kann heute bei etwa 530 beurteilt werden, ob die Aussagen des Berichts der Realität entsprechend. 28% davon sind in vollem Umfang eingetreten, wie beispielsweise LCD-Displays, künstliches Insulin, weltweite satellitengestützte Wetterbeobachtung. Weitere 40% wurden immerhin teilweise in der vorausgeschätzten Zeit realisiert. Allerdings harren noch ca. ein Drittel der Vorhersagen ihrer Verwirklichung - oder haben sich in der Zwischenzeit als unrealistisch oder gar sinnlos herausgestellt, wie präzise mittel- und längerfristige Wettervorhersagen oder internationale Zulassungsstandards für Medikamente. Systematisch fehl gingen insbesondere die Voraussagen bei Verkehrs- und Energiefragen, wofür der Grund im Ölpreisschock von 1973 zu suchen ist. Dieses Beispiel zeigt aber auch eine unkorrigierbare Schwäche dieser Art von Studien: unvorhergesehene politische oder wirtschaftliche Ereignisse können - als „Wild Cards“ - auch den fundiertesten Expertenschätzungen die Basis entziehen.

Ex post-Analysen mögen instruktiv sein und den Blick für Stärken und Schwächen der Methode schärfen, sie haben allerdings - zumindest bis auf den heutigen Tag - keinerlei Kriterien ergeben, die eine ex ante-Unterscheidung von Items mit höherer „Trefferwahrscheinlichkeit“ von solchen, die Fehlvorhersagen geradezu herausfordern, erlauben. Damit erfüllen ex post-Analysen eher eine legitimatorische Funktion, können gegebenenfalls aber auch für die Probleme mit dieser Methode sensibilisieren und überzogene Erwartungen abbauen helfen.

Kritisch zu bewerten ist bei retrospektiven Betrachtungen generell, daß diese - zumindest von der quantitativen Analyse her - den Erfolg von Delphi-Studien an ihrer Prognose-tauglichkeit messen. Der hauptsächliche Nutzen der Studien, technologie-

politische Diskussionen durch Leitbild- und Zielhorizontvorgaben auf eine konkretere Ebene zu führen und allgemein in der Technologiepolitik zusätzliche Orientierungspunkte zu geben, wird so nicht erfaßt. Zu untersuchen wäre vielmehr der Einfluß von Delphi-Studien auf den Erfolg von Technologiepolitik.⁹²

In einer umfassenderen Analyse für die RAND Corp. fällt H. Sackman (1974) ein vernichtendes Urteil über die Delphi-Methode: „Die Zukunft ist viel zu wichtig für die menschliche Spezies, um sie Wahrsagern zu überlassen, die neue Versionen der alten Kristallkugel benutzen. Es ist Zeit, daß das Orakel geht und die Wissenschaft kommt.“ (zit. nach Linstone 1978, S. 297, meine Übersetzung - K. S.)⁹³ In der anschließenden methodischen Diskussion wurde Sackman eine einseitig psychometrische Herangehensweise vorgehalten, zudem bezöge sich seine Kritik vor allem auf schlecht durchgeführte Delphi-Studien (vgl. Linstone 1978). Eine Kette von Untersuchungen zur Verlässlichkeit verschiedener Methoden, die Expertenmeinungen nutzen, schloß sich an (vgl. Cooke 1991, S. 16).

Linstone (1978) hat Resultate dieser Analysen, in denen häufig durch Regressionsverfahren Zusammenhänge von Konsens bzw. Vorhersagegenauigkeit mit anderen Faktoren ermittelt wurden, zusammengefaßt. Nachstehend soll eine Auswahl wiedergegeben werden:

- Meinungsdivergenz als Funktion des Zeithorizonts: Die ersten Delphi-Studien von RAND legten es nahe, daß die Expertenschätzungen desto mehr divergierten, je weiter das Ereignis in der Zukunft liegt.
- Genauigkeit der Vorhersagen: Experten tendieren dazu, sich bei Aussagen in langfristigem Zeithorizont zu pessimistisch zu äußern und bei kurzfristigen zu optimistisch. Linstone folgt bei der Interpretation dieser Faustregel Coates (1975), der von einem „argument from incompetence“ spricht: Wenn wir zu einem Problem keine Lösung kennen, schlußfolgern wir häufig daraus, daß auch auf lange Frist keine Lösung existiert. Ist jedoch eine (prinzipielle) Lösung bekannt, scheint sie auch schon in greifbarer Nähe zu liegen.⁹⁴ Genauigkeit oder „Treffsicherheit“ der Vorhersage kann jedoch nach Linstone nicht das eigentliche Ziel von Delphi-Studien sein: Eine Vorhersage sei dann als „gut“ (relevant und nützlich) einzuschätzen, wenn sie neue Einsichten und brauchbares Orientierungswissen liefere.
- Länge der Fragen bzw. Aussagen im Fragebogen: nach verschiedenen Untersuchungen ergeben Statements mittlerer Länge, die weder zu kurz, noch zu präzise und ausführlich sind, den besten Konsens.

⁹² Was hier für die Technologiepolitik formuliert wird, läßt sich - je nach Feld der Studie - auf beliebige Bereiche übertragen.

⁹³ Sackmans Studie erschien zuerst als RAND Paper (1974), wurde 1975 unter dem veränderten Titel *Delphi Critique* als Buch publiziert.

⁹⁴ Die abstrakte Interpretation durch Coates und Linstone bedürfte einer wahrnehmungspsychologischen und forschungssoziologischen Konkretisierung. Tatsächlich scheinen Langfrist-Vorhersage weniger mit dem Mangel des Pessimismus behaftet zu sein (kontrollierte thermonukleare Fusion wird seit fünfzig Jahren langfristig vorhergesagt) sondern vielmehr ein Mangel an Phantasie (über Entwicklungen auf Nachbarfeldern, prinzipielle „verrückte“ Möglichkeiten, unbeabsichtigte Nebenwirkungen usw.). In kurzfristiger Perspektive liegt es schon aus Finanzierungsgründen im Eigeninteresse der Forscher, den Erfolg von Forschungsanstrengungen nicht zu weit in die Zukunft zu projizieren. Hans Moravec (1996, S. 109) schlußfolgerte aus dieser Faustregel unzulässigerweise, daß man mittelfristig (für die Robotik: 50 Jahre) zu recht akkuraten Vorhersagen kommen könne.

- Meinungsstabilität und Konsens. Scheibe et al. (1975) ersetzen das Konsens-Kriterium (Prozentsatz von Stimmen innerhalb eines vorgegebenen Intervalls, speziell zwischen unterem und oberem Quartil) durch das Konzept der Meinungsstabilität. Diese ist gegeben, wenn sich die gesamte statistische Verteilung aller Stimmen von Runde zu Runde nur geringfügig ändert. Scheibe et al. nutzten Meinungsstabilität als Abbruchkriterium: Bei weniger als 15% Änderung sollten die Delphi-Runden beendet werden. Allerdings fügte schon Linstone hinzu, daß die Delphi-Methode als ein kommunikativen Verfahrens zu sehen sei. Folglich: „We no longer judge a Delphi by the degree of consensus obtained.“ (Linstone 1978, S. 297)

Weitere frühere Analysen der Delphi-Methode bezogen sich auf den Einfluß von Intuition, die Selbsteinschätzung von Experten und die Größe der Panels und die Rolle von Dogmatismus (Linstone 1978, S. 296f).

Nach Linstone und Turoff (1975) und Linstone (1978, S. 298f) sind bei Delphi-Studien aus praktischer Sicht acht hauptsächliche methodische Probleme zu beachten:

1. Unterschätzung der fernen Zukunft („discounting the future“): Auch Experten lassen sich eher von nahen Erwartungen leiten; tendenziell werden Entwicklungen in fernerer Zukunft unterbewertet.
2. Drang zur Vereinfachung („simplification urge“): Oft werden - schon aus Gründen einer notwendigerweise knappen Formulierung - Sachverhalte über Gebühr vereinfacht; etwa wenn künftige Situationen als gegenwärtige mit gewissen Modifikationen dargestellt werden.
3. Prognosen um jeden Preis („prediction urge“): Experten sollten nicht verleitet werden, sich unbedingt auf eine Prognose festzulegen; Unsicherheiten sollten zugelassen, Unweissen explizit ausgewiesen werden.
4. Scheinkompetenz („illusory expertise“): Auch bei Experten kann sich „Betriebsblindheit“ einstellen. Enge Spezialisierung verhindert oft die Sicht auf wichtige Rahmenumstände, so daß gerade hochspezialisierte Fachleute oft systematische Fehlprognosen abgeben.⁹⁵
5. schlampige Durchführung („sloppy execution“) : Wie bei anderen Verfahren kann ein zu knapper Zeit- und Finanzrahmen zu gravierenden methodischen Defiziten führen.
6. Bias durch die Fragebogengestaltung („format bias“): Delphi-Fragebögen setzen einen bestimmten kulturellen Hintergrund voraus.⁹⁶ Visuelle Elemente könnten diese Bias vermindern.
7. bewußte oder unbewußte Manipulation („manipulation of Delphi“): Als eine Technik, die zu großen Teilen auf Kommunikation beruht, kann das Ergebnis einer Delphi-Studie an vielerlei Stellen (durch die Wahl der Experten, die Formulierung der

⁹⁵ Dieser Punkt ist insbesondere bei der Auswahl der Experten zu beherzigen. Auswahl per Empfehlung kann dazu führen, daß nur Experten ähnlicher Meinung (oder gar einer Schule) berücksichtigt werden. „We find a curious ahistoricity in the outlook of most scientists and technologists, together with a tendency for inbreeding.“ (Linstone 1978, S. 298)

⁹⁶ Linstone (1978, S. 299) zieht hier den Vergleich zu Intelligenztests.

Statements, die Zusammenfassung der Ergebnisse einer Runde...) beeinflußt werden.

- 8. Delphi für alles („overselling“): Expertenbefragungen sind bei fast jeglicher Problemstellung durchführbar. Vor der Konzipierung einer Delphi-Studie ist zu prüfen, ob nicht andere Verfahren (Simulation, Szenarien...) für das gegebene Problem geeigneter sind.

In einer neueren Untersuchung hat Woudenberg (1991) die Delphi-Methode mit anderen Methoden, die auf Urteilen basieren („judgment methods“), verglichen. Ausgangspunkt war dabei die in der Literatur verbreitete Meinung, daß die Genauigkeit (accuracy⁹⁷) durch die Nutzung von Gruppen und strukturiertem Gedankenaustausch verbessert werden könne. Nach Woudenberg (1991, S. 132, table 1) legen bisherige Analysen folgende Rangfolge der Genauigkeit nahe:

traditionelle Methoden			neue Methoden		
Befragung einer zufällig gewählten Person („random individual“)	statistisch zusammengesetzte Gruppen	zu-	unstrukturierte direkte Interaktion (etwa bei unmoderierten Konferenzen)	strukturierte direkte Interaktion (etwa bei strukturierter Konferenzen)	Delphi

Genauigkeit von links nach rechts zunehmend

Nach einer umfassenden Sekundäranalyse kommt Woudenberg jedoch zu einer anderen Schlußfolgerung: Der Hauptanspruch der Delphi-Methode, die negativen Wirkungen einer unstrukturierten, direkten Interaktion der Experten zu beheben, könne nicht aufrecht erhalten werden. Die Delphi-Prozedur sei sehr effektiv bei der Erzeugung eines Konsenses, jedoch wirkten hierbei dieselben Gruppenzwänge wie bei anderen Verfahren und Konsens bedeute nicht Genauigkeit. Delphi sei daher keineswegs anderen - einfacheren, schnelleren, billigeren - auf Urteilen beruhenden Verfahren überlegen. Anzumerken ist jedoch, daß Analyse und Argumentation Woudenbergs triftig sein mag, wenn der Wert einer Delphi-Studie lediglich in den resultierenden Aussagen über zukünftige Ereignisse gesehen wird, sie also lediglich als Prognose-Instrument eingesetzt wird. Ob Delphi-Studien als quasi diskursives Verfahren in einem größeren Meinungsbildungsprozeß (bzw. „Orientierungsprozeß“) anderen Methoden überlegen sind oder nicht, bedürfte einer Analyse, die nicht von Begriffen wie Genauigkeit oder Treffsicherheit ausgeht.

5.5 Perspektiven der Methode

Die Delphi-Methode ist seit den sechziger Jahren in verschiedener Richtung weiterentwickelt worden. Gordon (1994, S. 9f) verweist auf eine Reihe von neuerer Anwendungen:

⁹⁷ Woudenberg definiert „accuracy“ nicht und bemißt dieses auch nicht anhand einer Reevaluation von Delphistudien („Treffsicherheit“). Er stützt sich in seiner Sekundäranalyse ausschließlich auf Aussagen anderer Autoren auf die relative Genauigkeit verschiedener Methoden.

- Delphi-Befragungen wurden benutzt, um über die Einbeziehung unabhängiger Variablen in quantitative Simulationsmodelle zu entscheiden.
- Als eine Alternative zu Fragebögen wurden Tiefeninterviews benutzt.⁹⁸
- Delphi-Studien wurden verschiedentlich mit Gruppentreffen kombiniert. Dabei standen beispielsweise in einem Konferenzraum den befragten Experten „Abstimmungsmaschinen“ (PC Voter) zur Verfügung, so daß ein rascher Fragebogendurchlauf erreicht und gleichzeitig Anonymität garantiert werden konnte.⁹⁹

Für Gordon besteht das zentrale Problem bei Delphi-Studien darin, wie zu den vorgegebenen Fragen diejenigen Personen gefunden werden können, die sie aller Wahrscheinlichkeit nach am besten beantworten können. Er diskutiert u. a. die folgenden Zugänge (Gordon 1994, S. 16-20):

- Die Experten schätzen ihre Kompetenz hinsichtlich der Items selbst ein: Diese seit Dalkey gängige Praxis besteht darin, daß die Experten ihre Kompetenz bezüglich der entsprechenden Fragestellung selbst beurteilen.
- Die Experten werden den Items nach einem Qualifikationsprofil zugeordnet, das entweder durch einen zusätzlichen Fragebogen ermittelt oder aus schriftlichen Darlegungen der Experten zu ihren Arbeitsschwerpunkten (in der Art eines beruflichen Curriculum Vitae) abgeleitet wird.
- Die Experten wählen selbst die Items aus, zu denen sie Stellung beziehen möchten.

Die Delphi-Technik ist auf unterschiedlichste Weise an verschiedene Fragestellungen angepaßt worden. In einem gewissen Sinne stellen auch Wett-Methoden (gambling) eine Weiterentwicklung der Delphi-Methode dar (Ray 1997).¹⁰⁰ Wie auf einer Futures-Börse¹⁰¹ werden die jeweiligen Items - als „Idea Futures“ - gehandelt (bzw. die Experten setzen wie in einem Wettbüro auf die Items). Der Handelswert der Items - beispielsweise, daß AIDS bis zum Jahre 2005 heilbar sein wird oder daß kalte Kernfusion möglich ist - gilt dabei als Indikator für die Wahrscheinlichkeit, die die Teilnehmer an der Börse diesem Item zumessen. Die Parallelen zur Delphi-Methode liegen auf der Hand: die Teilnehmer können anonym als Käufer oder Verkäufer auftreten, der aktuelle Wert kann als Ergebnis eines Markt-Konsens betrachtet werden und der Prozeß ist rückgekoppelt, denn wiederholte Transaktionen sind möglich. Im Unter-

⁹⁸ The Futures Group führte dabei bisweilen nur eine Interviewrunde durch, wobei die später Interviewten mit Zwischenergebnissen konfrontiert wurden. Das Ziel bestand dabei nicht in möglichst treffsicheren Aussagen, sondern in der Ermittlung von Ideen, die für weiterführende Arbeiten nützlich sein könnten. M. E. sollte bei einem derartigen Vorgehen nicht mehr von Delphi-Studie gesprochen werden.

⁹⁹ Auch das Internet wird inzwischen verstärkt für schriftliche Befragungen genutzt.

¹⁰⁰ Das Verfahren wurde zur Vorhersage von Naturkatastrophen entwickelt. „Idea Futures“ werden derzeit an „The Foresight Exchange“ im Internet gehandelt, Adresse: <http://www.ideosphere.com>

¹⁰¹ „Futures“ im banktechnischen Sinn sind Optionsscheine, die mit Put und Call gehandelt werden und sich auf den künftigen Wert einer Aktie beziehen.

schied zu einer Delphi-Studie werden bei „Idea Futures“ die Runden in der Regel nicht klar getrennt, des weiteren orientieren sich die Teilnehmer quasi nur am Median, nicht auch an den Quartilen. Dem geringeren Informationsgehalt des einen Parameters „aktueller Wert des Items“ steht jedoch eine hohe Flexibilität und Reaktionsfähigkeit des Verfahrens (etwa, wenn neue Gesichtspunkte auftauchen) gegenüber.¹⁰² - Eine Bewertung aus methodenkritischer Sicht liegt noch nicht vor.

¹⁰² Perspektivisch wäre sogar an die Anschlußmöglichkeit des „Idea Futures Market“ an den existierenden Markt mit technologischen Futures zu denken.

5.6 Schlußfolgerungen

1. Die Delphi-Methode stellt eine wichtige Form der iterativen Expertenbefragung dar und ist besonders dort anzuwenden, wo andere Zugänge versagen („method of last resort“).
2. Grundcharakteristika der Methode sind Anonymität und kontrollierte Rückkopplung der Einschätzungen.
3. Die Delphi-Methode sollte weniger als ein Verfahren zur Erzeugung von mehr oder weniger gesicherten Prognosen oder zur Herstellung eines stabilisierten Konsenses in der Expertengruppe über mögliche zukünftige Ereignisse angesehen werden, sondern vielmehr als ein spezifisches diskursives Verfahren, das den Diskurs über Leitbilder und Entwicklungswege anstößt (bzw. zu diesem sehr effektiv beiträgt). Dabei ist die Informationssammlung fast ebenso wichtig wie die Bewertung.
4. Ein hauptsächlicher Vorzug der Methode besteht darin, daß sie paßfähig für Entscheidungsfindungsprozesse in (Groß-) Organisationen ist.¹⁰³

¹⁰³ „The primary advantage of Delphi is that it is a technique that is acceptable to organizations.“ (Armstrong, 1985, zit. nach Weber 1990, S. 131)

6. Technikvorausschau

Technologische Frühaufklärung oder Technikvorausschau¹⁰⁴ ist heute sowohl für die staatliche Technologiepolitik als auch für die strategische Langfristorientierung der Unternehmen in Fragen der Technikentwicklung notwendiger denn je. Dieselben Faktoren, die jegliche sichere Prognostizierbarkeit technischer Entwicklungslinien und Durchbrüche zunehmend in Frage stellen, machen zugleich vorausgreifendes Orientierungswissen nicht allein zu einem bloßen Desiderat, sondern zu einer Erfolgsbedingung im globalen technologischen Wettbewerb. Zu diesen Faktoren zählen:

- die Verkürzung technologischer Innovationszyklen,
- die wachsende Bedeutung von Synergien zwischen den Technikfeldern,
- die zunehmende Verschränkung von Grundlagen- und Anwendungsforschung und
- die enormen Kosten für Forschung und Entwicklung.

Zeit- und Kostendruck erzwingen seitens der Unternehmen und seitens der staatlichen Förderpolitik eine klare Prioritätensetzung, die als einschneidende Selektion unter den oft nicht genau bekannten Technik-Kandidaten erfolgt, - was wiederum eine möglichst punktgenaue Identifikation technologischer Chancen und Risiken voraussetzt. Chancenidentifikation aber bleibt ohne eine Analyse der soziokulturellen Umfeldbedingungen, insbesondere des möglichen Lösungsbeitrages der Technik-Kandidaten zu ökologischen, sozialen u. a. Problemkonstellationen Stückwerk.

Allgemein kann unter Technikvorausschau die begründete (argumentativ und/oder empirisch gestützte, nachvollziehbare) Erzeugung von Orientierungswissen über künftige Technologieentwicklungen - von der Kognition bis zur Diffusion - verstanden werden. Der Aufgabenkreis von Technikvorausschau umfaßt die systematische Bewertung von Technikfeldern oder einzelnen Techniken hinsichtlich: ¹⁰⁵

- der Innovationsdynamik,
- der Einsatzfelder,

¹⁰⁴ Zur Terminologie: Im Englischen bezeichnet „technological forecasting“ sowohl die Forschungsaktivität als auch das Forschungsgebiet. Sensu stricto sind hierunter Technikprognosen, Extrapolationen bestehender technischer Entwicklungslinien zu verstehen. (Es wird also ein technology push-Modell zugrunde gelegt.) Zunehmend wird „technology foresight“ gebraucht, gewöhnlich mit „Technikvorausschau“ übersetzt, was speziell bedarfsorientierte Analysen zwecks Identifikation vielversprechender Technologieportfolios bezeichnet (Gavigan/Cahill 1997, S. 8). Die Technologiefrühaufklärung verfolgt das Ziel, „aussichtsreiche Technologieansätze zu ermitteln und durch geeignete Maßnahmen für potentielle Fördermaßnahmen vorzubereiten“ (Zweck 1997, S. 142). Wiewohl gelegentlich auch technology foresight mit dem Modell technologiegetriebener Entwicklung identifiziert wird, scheint der Terminus doch besser geeignet, die Gesamtheit aller Vorausschau-Perspektiven, einschließlich der Modelle bedarfs- und engpaßgetriebener technologischer Innovationen aufzunehmen. Bisweilen wird der Terminus „technologische Frühaufklärung“ insbesondere für die Identifikation von „emerging technologies“ benutzt (Stegelman et al. 1988).

¹⁰⁵ Vgl. „Technological Forecasting senses the trends, pressures, and emerging capabilities, interprets them in terms of need, indicates the likely level of support, and forecasts the form of possible innovations and their time scales.“ (Burgelman/Maidique 1988, S. 65)

- der möglichen Technikfolgen (direkten und indirekten sozialen, ökologischen u. a. Wirkungen, Risiken und Chancen),
- der wirtschaftlichen Potentiale,
- der Gestaltungsoptionen,
- des potentiellen Lösungsbeitrages für gesellschaftliche Probleme,
- der notwendigen Aufwendungen und
- des Verwirklichungszeitraumes

Technikvorausschau kann als Teilgebiet sowohl von Technikfolgenabschätzung als auch von Zukunftsforschung betrachtet werden; jedoch sind ökologische, soziale und kulturelle Folgen neuer Technologien nicht Gegenstand von Technikvorausschau im engeren Sinne.

6.1 Zur Geschichte der Technikvorausschau

Aktivitäten zur Beschreibung und Vorhersage der immer rascheren technischen Innovationstätigkeit hatten einen wesentlichen Anteil an der Konstitution der Zukunftsforschung in den vierziger und fünfziger Jahren hatte. Technik-Vorhersagen der einen oder anderen Art sind - abgesehen von visionären Vorahnungen schon im Altertum - etwa so alt wie die industrielle Revolution und die durch sie inspirierten Hoffnungen auf einen endlosen technologischen Fortschritt. Erinnerung sei hier beispielsweise an die utopischen Technologieentwürfe Francis Bacons in *Nova Atlantis* (1623/38), Visionen vom Luftverkehr zu Zeiten der Montgolfieren-Euphorie vor 1800¹⁰⁶ und an belletristische, feuilletonistische und militärstrategische Vorstellungen von Zukunftskriegen mit neuen Technologien insbesondere seit 1871.¹⁰⁷ Allerdings müssen hier drei Arten technologischer Antizipationen unterschieden werden:

- Technologievisionen: phantastische Visionen und Spekulationen wie etwa in der Raumfahrtichtung der Renaissance,
- Technologieentwürfe: technisch ausführbare oder unausführbare Pläne und Projekte wie die Skizzen Leonardo da Vincis von Fluggeräten und
- eigentliche Technologievorhersagen: Äußerungen in prognostischer Absicht, wie sie beispielsweise in der Mitte des vergangenen Jahrhunderts zur Zukunft der Eisenbahn einschließlich ihrer sozialen und kulturellen Auswirkungen vorgebracht wurden (Schievelbusch 1979).

Einen Einblick in die technologischen Visionen der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts vermitteln die Romane Jules Vernes. Obwohl Verne Belletristik ver-

¹⁰⁶ Die Aspirationen von Technikern, volkstümliche Erwartungen und utopische Visionen überschneiden sich hier, vgl. etwa die Visionen Merciers von Luftfahrten nach China (Louis-Sébastien Mercier: *Das Jahr 2440*, 1771) und die Schilderungen Christoph Martin Wielands von der Ballon-Euphorie (Aufsätze „Aëropetomanie“, „Die Aëronauten“, in Wieland 1857; Erstveröffentlichung 1783 bzw. 1784). Zur Geschichte der Luftfahrt nach dem Prinzip leichter als Luft siehe etwa Falkenhorst (1891) oder Wissmann (1960). Zu deutschen Zeppelin-Utopien vor dem ersten Weltkrieg vgl. Reinicke (1993).

¹⁰⁷ Siehe Steinmüller 1996b, vgl. Clarke (1992) - Zur technischen Utopie im allgemeinen siehe Steinmüller (1993).

faßte, bemühte er sich doch, im Rahmen der antizipierten technischen Möglichkeiten seiner Epoche zu bleiben und im Prinzip nichts von vornherein Unrealsierbares hinzuerfinden, so daß ein Großteil der in seinen Werken enthaltenen technischen Vorhersagen (vom Faxgerät bis zum Uboot) in der Zwischenzeit eingetroffen ist.¹⁰⁸ Etwa zur gleichen Zeit äußerten sich - neben Romanautoren - Wissenschaftler und Techniker, Erfinder jeglicher Art, gelegentlich auch Militärs und Staatsmänner, häufiger Journalisten zu den kommenden Wundern der Technik.¹⁰⁹

Viele dieser Äußerungen entsprangen bloßem Wunschdenken und entbehrten einer sachlichen Grundlage; manche jedoch beruhten auf heute noch nachvollziehbaren Überlegungen zu Trends der Technikentwicklung. Letzteres trifft beispielsweise auf einige Artikel in dem von Alfred Brehmer herausgegebenen Band *Die Welt in Hundert Jahren* (1910)¹¹⁰ und auf H. G. Wells' *Ausblicke* (1905) zu - selbst dort, wo Wells aus heutiger Sicht irrt. Wie einige andere Autoren erachtet es Wells für notwendig, seine Vorhersagen nicht durch Spekulationen über Möglichkeiten sondern durch Analysen existierender Entwicklungen zu stützen und argumentativ abzusichern. In der Angabe einer wie auch immer empirisch gestützten Begründung liegt der entscheidende Unterschied von -visionären, utopischen, spekulativen - Prophezeiungen und tatsächlicher Technikvorausschau.

Der Begründungszusammenhang wird dort wichtig, wo sich ein Autor von Vorhersagen nicht an ein allgemeines und diffuses Publikum wendet, das die Vorhersagen eventuell nur ihres Sensationswertes wegen goutiert, sondern wo er vor kritischen Augen, der Fachcommunity, einem spezifischen Adressaten oder Auftraggeber bestehen muß. Entscheidend für die Entstehung einer Disziplin Technikvorausschau ist es daher, daß es für diese einen „Markt“, Auftraggeber gibt. Erste Ansätze dazu lassen sich etwa bis auf die Zeit um 1900 zurückverfolgen, als einerseits wissenschaftlich-technisch orientierte Großfirmen und Erfinderunternehmer wie Edison oder Siemens daran interessiert waren, neue technologiebasierte Produkte zu entwickeln und zu vertreiben, andererseits aber auch der Staat auf verschiedene Weise Forschung und Innovation förderte (sog. „Staatshilfe“) oder auf militärtechnischem Gebiet ganz explizit betrieb. Solche Einrichtungen waren in Deutschland beispielsweise die Physikalisch-Technische Reichsanstalt (gegründet 1887) und die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (gegründet 1911) oder in den USA verschiedene Stiftungen. Beide, Unternehmen wie die ersten Forschungsförderungseinrichtungen, mußten über die Allokation ihrer Ressourcen auf verschiedene Technologiefelder entscheiden; sie benötigten dafür wenigstens ein rudimentäres Orientierungswissen über die Potenzen der entsprechenden Technologien.

Der „Prognosedruck“ verstärkte sich, wenn auf einem Gebiet zwei oder mehr konkurrierende Technologien zur Verfügung standen, beispielsweise Luftfahrt nach dem Prinzip „leichter als Luft“ oder nach dem Prinzip „schwerer als Luft“ oder Wechselstrom versus Gleichstrom. In den Glaubenskriegen, die die Vertreter unterschiedlicher technologischer Optionen dabei bisweilen untereinander austrugen, spielten wilde spekulative Vorhersagen, aber auch Prognosen und mehr oder weniger abge-

¹⁰⁸ Zu Jules Verne als Prognostiker siehe Steinmüller (1995a), speziell Kapitel 5.5, sowie Altov (1974).

¹⁰⁹ Siehe etwa die Sammlung älterer amerikanischer Prognosen *Today Then* (Walter 1992). - G. Wise (1976) hat solche prognostischen Äußerungen von Persönlichkeiten aus der ersten Hälfte des Jahrhunderts einer Reevaluation unterzogen.

¹¹⁰ Vgl. Steinmüller (1994).

sicherte Behauptungen von Technikfolgen eine nicht zu unterschätzende, wiewohl eher propagandistische Rolle.

Im Ersten Weltkrieg wuchs die Einflußnahme aller beteiligten Staaten auf die Wirtschaft insgesamt und auf Forschung und Technologieentwicklung generell. Erinnerung sei an die deutsche „Kriegswirtschaft“ und die Substitutionsprogramme für kriegswichtige Rohstoffe wie Benzin, Kautschuk, Stickstoff, die sich in entsprechenden Technologieprojekten niederschlugen. Erfindungs- und Innovationstätigkeit wurde geplant; prognostische Abschätzungen von Personal- und Kapitalkaufwand lagen diesen Planungen zugrunde.¹¹¹

In den Vereinigten Staaten gingen von den Konjunktur-Krisen-Zyklen der zwanziger Jahre, insbesondere von der Weltwirtschaftskrise 1929-1932, Impulse für zahlreiche Forschungsprojekte über ökonomische, soziale und auch technologische Trends aus; vor allem wurden wirtschaftswissenschaftliche Vorhersagetechniken (statistische Zeitreihenanalysen, ökonometrische Modelle, Input-Output-Analyse, Indikatorenmethoden) entwickelt. Parallel dazu bildete sich im Rahmen der Wahlforschung das Instrumentarium demoskopischer Prognosen. Mit Roosevelts New Deal griff die amerikanische Bundesregierung in einem bisher ungekannten Maße aktiv planend in die Wirtschaftsentwicklung (und nicht nur in diese) ein. Als Entscheidungshilfe für die Formulierung der Regierungspolitik wurden auch Studien zur Technologieentwicklung vergeben. So erarbeitete ein Team unter der Leitung des Soziologen William F. Ogburn Berichte unter dem Titel *Technological Trends and National Policy*. In diesen Studien wurden neben einer systematischen qualitativen Analyse auch Trendprognosen zur Technologieentwicklung vorgenommen und mögliche soziale Implikationen abgeschätzt (Miles 1979).

Nach dem Zweiten Weltkrieg, während dessen mit dem Manhattan Project die Big Science entstanden war, und zu Zeiten der beginnenden Zukunftsforschung förderte die US-Regierung eine Reihe von Studien unter dem Schlagwort „technological change“, die entweder einen direkten militärischen Hintergrund hatten oder von den in hohem Maße mit den Streitkräften verschränkten Denkfabriken durchgeführt wurden (vgl. Jungk 1952).

1962 führte Ralph C. Lenz den Begriff „technological forecasting“ ein; Lenz erarbeitete einen Überblick über die vorhandenen Prognosetechniken und diskutierte Anwendungen auf das Problem technologischen Wandels.¹¹² Im einzelnen ging Lenz auf Lebenskurven, Trendextrapolationen, Vorläufer-Nachfolger-Relationen¹¹³ und biologische Analogien ein. Lenz erwähnte in seinem Methodenüberblick im wesentlichen nur eine heute verwendete Methode nicht: Delphi-Studien. Diese Technik der mehrstufigen, rückgekoppelten Expertenbefragung wurde zwar bereits in den fünfziger Jahren von Gordon, Helmer und anderen bei der RAND Corporation entwickelt; über sie wurde jedoch erstmals 1963 und ausführlicher 1964 in dem berühmten *Report on a long-range forecasting study* publiziert (vgl. Kap. 5.1). Recht frühzeitig setzte sich die Erkenntnis durch, daß neben explorativen und projektiven Verfahren auch normative Aspekte mittels entsprechender Methoden (Zielfindung,

¹¹¹ Zur Verzahnung von Staat und Unternehmen bei der Technologieförderung im deutschen Kaiserreich vgl. Kreibich (1986).

¹¹² Lenz, Ralph C., Jr.: *Technological Forecasting*, Report ASD-TDR-62-414, Wright Patterson Air Force Base 1962; dargestellt nach Martino (1978).

¹¹³ In heutiger Terminologie: Technologiesequenzanalyse.

Backcasting ...) zu berücksichtigen seien: "The aim is less to prophesy than to 'invent' the future, with the focus not on that which might happen but on that which should happen." (Kiefer 1973, S. 947)

Während der gesamten sechziger Jahre wurden in den USA vor allem vom Department of Defense und den Teilstreitkräften beginnend mit „Operation Forecast“ der USAF (1963) eine größere Anzahl von Technologieprognose-Studien erstellt, die naturgemäß geheim blieben. Desgleichen gaben führende Unternehmen entsprechende Untersuchungen in Auftrag oder installierten eigene „technological forecasting“-Gruppen. In anderen Ländern, speziell Großbritannien, Frankreich oder den Niederlanden fand mit einer gewissen Zeitverzögerung eine analoge Entwicklung statt.

Auch in der Sowjetunion - wie im gesamten Ostblock - erlebte Ende der sechziger Jahre vor dem Hintergrund eines verstärkt auf dem Gebiet von Wissenschaft und Technik ausgetragenen Systemwettbewerbs die Prognosetätigkeit eine Hochzeit.¹¹⁴ Im Rahmen sowohl der sowjetischen Akademie der Wissenschaften als auch der DDR wurden spezielle Gruppen für „Wissenschaftsorganisation“ eingerichtet, in deren Aufgabengebiet auch die Technikvorausschau fiel; vom Grundgedanken her hatten diese Gruppen spezifische Zuarbeiten für die staatlichen Plankommissionen oder andere Gremien zu leisten (vgl. Baworowski 1980, S. 27f). Von 1972 an gab es eine beschränkte RGW-weite Kooperation dieser Gruppen (Jerzy 1980). Einzelne Forscher äußerten sich wiederholt zu den Technologien der Zukunft; übergreifende Untersuchungen im Stile der Delphi-Studien sind jedoch m. W. im Gegensatz zu methodologischen und erkenntnistheoretischen Untersuchungen (Epres 1971, Dobrow 1971) nicht durchgeführt worden. In der Öffentlichkeit wie im populärem Schrifttum wurde die Zukunft von Wissenschaft und Technik unter regelmäßiger Beteiligung prominenter Forscher ausgiebig diskutiert.¹¹⁵

Mit der Gründung der Zeitschrift *Technological Forecasting and Social Change* im Jahr 1967 kann die Formierungsphase des disziplinären Feldes „Technikvorausschau“ als abgeschlossen betrachtet werden. Zeitversetzt kann für die Bundesrepublik als wichtiges Datum die Installation des Fraunhofer-Instituts für naturwissenschaftlich-technische Trendanalysen (FhG-INT), finanziert durch das BMVg, im Jahr 1974 (Standort zuerst Kiel, ab 1978 Euskirchen) angesetzt werden.

Nach einer Boomphase von technologischen Prognoseaktivitäten, die häufig mit übertriebenen Erwartungen verbunden waren, setzte Anfang der siebziger Jahre zumindest in den westlichen Industriestaaten eine gewisse Ernüchterung ein. Hinzu kam eine durch die Studien des Club of Rome bewirkte Akzentverschiebung in der Zukunftsforschung weg von Technologievisionen hin zur Sorge um die Zukunft von Menschheit und Erde. Obwohl manche Unternehmen (wenigstens in den USA) ihre hauptsächlich aus Imagegründen etablierten „technological forecasting“-Abteilungen wieder umbenannten, entwickelte sich doch das Feld der Technikvorausschau insge-

¹¹⁴ Im Beschluß des ZK der KPdSU vom Oktober 1968 „Über Maßnahmen zur Erhöhung der Effektivität der Arbeit wissenschaftlicher Organisationen und zur beschleunigten Ausnutzung der Errungenschaften von Wissenschaft und Technik in der Volkswirtschaft“ wurde die Prognostik von Wissenschaft und Technik als eine der wichtigsten Aufgaben einer wissenschaftliche begründeten Leitung der Entwicklung von Wissenschaft und Technik bezeichnet (Dobrow 1971, S. 6). Eine ähnliche Wahrnehmung findet sich auch in den Dokumenten des VII. SED-Parteitag von 1967.

¹¹⁵ Siehe bspw. den aus dem Russischen übersetzten Band *Zukunft der Wissenschaft. Forschungsrichtungen und Prognosen*, Leipzig etc. 1969, in dem Akademiemitglieder und Chefsingenieure zu Wort kommen.

samt nach den Beobachtungen von Martino (1978, S. 372) zwar langsamer aber einigermaßen kontinuierlich, abzulesen an in Auftrag gegebenen Studien, akademischen Gruppen und Kursen zu technological forecasting.

Eine neue Qualität erreichten Technikvorausschau in Japan, wo seit 1971 Delphi-Studien in einem fünfjährigen Turnus durchgeführt werden. Diese Studien, beauftragt vom MITI bzw der Science and Technology Agency, fügen sich in das japanische Gesamtkonzept zur strategischen Technologieförderung und Marktdurchsetzung und haben sich offensichtlich als ein brauchbares Instrumentarium erwiesen, um technologiepolitische und industriepolitische Entscheidungen in den verschiedensten Gremien zu qualifizieren (Bowonder/Mikake 1993, Cuhls/Kuwahara 1994, Pfeiffer/Schmitz 1993).

Hintergrund für die verstärkten Aktivitäten auf dem Gebiet der Technikvorausschau, die etwa seit Ende der achtziger Jahre weltweit zu beobachten sind, ist die gewachsene Innovationsdynamik: die Geschwindigkeit des technologischen Innovationsprozesses hat sich noch beschleunigt; innerhalb der Triade findet ein verschärfter technologischer Wettbewerb um Zukunftsmärkte statt; infolge schrumpfender öffentlicher Haushaltsmittel ist eine gezieltere Prioritätensetzung in der Forschungspolitik notwendig geworden.

In der Bundesrepublik wurden Ende der achtziger Jahre - bei wahrgenommener Gefährdung des Technologiestandortes - vom BMFT verschiedentlich Studien zur "Früherkennung technologischer Chancen" (Stegelman et al. 1988) bzw. zur Identifikation von "Technologie am Beginn des 21. Jahrhunderts" (Grupp 1993) in Auftrag gegeben. Am VDI-Technologiezentrum „Physikalische Technologien“ Düsseldorf wurden und werden spezifische Studien zu einzelnen Technologien (Nanotechnologie, Hyperschall, Oberflächentechnologien...) erarbeitet und in der ab 1993 erscheinenden Reihe "Analyse und Bewertung Zukünftiger Technologien" publiziert.

Anfang der neunziger Jahre wurde das japanische „Erfolgsmodell“ der Delphi-Studien an die Spezifika der deutschen technologiepolitischen Landschaft angepaßt. Die deutsche Delphi-Studie von 1993 (BMFT 1993) übernahm mit wenigen Ausnahmen die über 1600 Items des fünften japanischen Delphi-Berichts (Cuhls/Kuwahara 1994). Spezifischer auf deutsche Bedarfe orientierte sich das „Mini-Delphi“ von 1995, in dem für die Bundesrepublik besonders relevante Technologiefelder¹¹⁶ einer Exploration unterzogen wurden (Cuhls et al. 1995). Aktuell befindet sich eine weitere umfassende Delphi-Studie in Arbeit.

Auf europäischer Ebene wurden die Aktivitäten des FAST-Programmes (Forecasting and Assessment in Science and Technology) nach dem Ende des dritten Rahmenprogrammes 1993 nicht weitergeführt.¹¹⁷ Mit dem IPTS (Institute for Prospective Technological Studies) in Sevilla und von ESTO, dem "European Science and Technology Observatory", einem Netzwerk von Forschungseinrichtungen, haben die europäischen Aktivitäten zu Technikmonitoring, Technikvorausschau und Technikfol-

¹¹⁶ Es handelt sich um Werkstoffe und Verfahrenstechnik der Zukunft, Mikroelektronik und Informationsgesellschaft, Biowissenschaften und die Zukunft des Gesundheitswesens, Auswege aus der Umweltzerstörung.

¹¹⁷ Trotz hervorragender Studien erreichte FAST nicht die gewünschte forschungs- und technologiepolitische Wirksamkeit in der Europäischen Kommission.

genabschätzung eine neue Organisationsform gefunden.¹¹⁸ Auch in anderen europäischen Ländern - wie Großbritannien, Frankreich, Spanien - wurden von Regierungsbehörden bzw. Ministerien technologische Früherkennungsstudien in Auftrag gegeben (vgl. Gavigan/Cahill 1997).

Ein zumindest teilweiser Perspektivwechsel wurde mit dem deutschen „Mini-Delphi“ von 1995 vollzogen: dieses trägt partiell den Charakter einer Technikbedarfsanalyse. Hier wurde „ein ‘invertierter’ Ansatz gewählt, bei dem nicht eine wissenschaftlich-technische Fachgebietseinteilung, sondern gesellschaftlich vordringliche Engpaßfelder ausgewählt und näher betrachtet werden.“ (Cuhls et al. 1995, S. IX): Werkstoffe und Verfahrenstechnik der Zukunft, Mikroelektronik und Informationsgesellschaft, Biowissenschaften und die Zukunft der Medizin und Auswege aus der Umweltzerstörung. Da auch diese nicht vollständig thematisiert werden konnten, wurden jeweils zwei Leitthemen (wie Photovoltaik, Krebsforschung und Abfallverarbeitung) ausgewählt.

Der Terminus „Engpaßfelder“ verweist auf eine paradigmatische Verschiebung im Modell der Technikentwicklung: weg von einer technologiegetriebenen Vorausschau hin zu einer bedarfs- bzw. engpaßorientierten. „... it is apparent that the conventional paths of the ‘technology push’ and the ‘demand pull’ have to be complemented by a third approach, in which foreseeable developments in the economy, politics and society have to be operationalised in such a way that market potentials are rendered visible, which are oriented towards foreseeable bottlenecks.“ (König et al. 1996, S.7)

Auch in den Niederlanden wurden in jüngster Zeit im Auftrag unterschiedlicher Regierungsgremieine Technikbedarfsanalysen durchgeführt. Leitfragen waren insbesondere: Welche neuen Technologien könnten mittelfristig signifikant zur Lösung von Umweltproblemen beitragen? Und welche Entwicklungen müssen auf den Weg gebracht werden, damit die Entwicklung von Umwelttechnologien in den Niederlanden stimuliert wird? (vgl. van der Meulen 1997)

Inwiefern jedoch mit der Analyse von realen, aktuellen Technikbedarfen künftige Entwicklungen antizipiert werden, bleibt offen. Ohnehin gilt generell für Technikvorausschau, daß diese häufig auf kurze Frist dazu tendiert, zu optimistisch zu sein, und auf lange Frist die möglichen Potentiale und Folgen von technischen Innovationen unterschätzt.

Einen Überblick über wichtige jüngere Technikvorausschau-Studien gibt die nachstehende Tafel:

Prospektive Technologiestudien des letzten Jahrzehnts (Auswahl)

Jahr	Auftragg.	Land	Titel
1988	MITI	J	White Paper on Industrial Technology Trends and Issues
1988	STA	J	Forth Technology Forecast Survey, Forecast to the Year 2015

¹¹⁸ Wiewohl primär die Kommission der EU als Auftraggeber figuriert, erarbeitet das IPTS auf Anforderung auch Studien für das Europäische Parlament. Als ein Vorteil gegenüber FAST wird die größere Distanz zur Brüsseler Administration gesehen - bei gleichzeitiger enger Fühlungnahme.

1990	DoD	USA	Critical Technologies Plan
1990	DoC	USA	Emerging Technologies
1991	CoC	USA	Technology Priorities for Americas Future
1991	NCTP	USA	Report for the US Office of Science and Technology
1992	EPA	J	Report of the Year 2010 Committee
1993	STA	J	Fifth Technology Forecast Survey, Forecast to the Year 2020
1993	BMFT	D	Technologie am Beginn des 21. Jahrhunderts
1993	BMFT	D	Deutscher Delphi-Bericht zur Entwicklung von Wissenschaft und Technik
1992/4	MWRU	NL	Technological Options for Environmental Protection
1994	ASTEC	Austr.	Matching Science and Technology to Future Needs
1995	BMBF	D	Delphi-Bericht 1995 zur Entwicklung von Wissenschaft und Technik. Mini-Delphi
1995	MR	F	Delphi-France
1995	OST	UK	Technology Foresight Programme
1997/8	BMBF	D	neuer Delphi-Bericht

ASTEC: Australien Science and Technology Council

CoC: Council of Competitiveness

DoC: Department of Commerce

DoD: Department of Defense

EPA: Economic Planning Agency

MITI: Ministry of Trade and Industry

MR: Ministère de la Recherche

MWRU: Ministerium für Wohnen, Raumordnung und Umweltpolitik

NCTP: National Critical Technologies Panel

OST: Office for Science and Technology

STA: Science and Technology Agency

Eine sehr kritische Einschätzung des heutigen Standes von „technological forecasting“ haben unlängst Joseph F. Coates und Mitarbeiter vorgenommen (Coates 1994). Aus einer Analyse von 41 zumeist amerikanischen Studien in 54 Wissenschafts- bzw. Technologiefeldern schlußfolgern Coates und Mitarbeiter, daß die Vorhersageaktivitäten unterentwickelt sind. „Sie waren in den sechziger Jahren besser entwickelt und haben seither sowohl an methodischer Qualität als auch an substantiellem Gehalt verloren. Die jüngeren Vorhersagen sind häufig informelle Kommentare oder unzureichend definiert oder sie wurden ohne viel Aufmerksamkeit auf Annahmen, Zeithorizonte und Zielstellung durchgeführt.“ Die Autoren attestieren dabei den japanischen Vorhersagen den Spitzenplatz in puncto umfassender und systematischer Charakter, Zeithorizont und methodische Qualität („most sophisticated“), und bemerken, daß die formalen, quantitativen Prognoseinstrumente viel zu wenig genutzt würden. Während in den Bereichen von Luft- und Raumfahrt, Informationstechnologien, Manufacturing und Industrierobotern die Prognosen relativ treffsicher waren, schneiden Vorhersagen in den Bereichen der Ökonomie, der Sozialwissenschaften, der Physik und der Mathematik recht schlecht ab. Oft hätten Experten eines Gebietes weniger Interessantes zu sagen als Nichtexperten; zudem seien existierende Technologieprognosestudien der Fachcommunity kaum bekannt. Coates et

al. (1994) beklagen speziell, daß es fast überhaupt keine kritischen Bewertungen älterer Studien gäbe und Strukturbrüche generell vernachlässigt würden.

Coates und Mitarbeiter argumentieren pro domo für die USA und möglicherweise sogar etwas nostalgisch (etwa in Bezug auf die formale Ausgefeiltheit). Auch hat die Bundesrepublik gerade Studien, die japanischen Standards entsprechen, aufzuweisen. Dennoch ist die Schlußfolgerung nicht von der Hand zu weisen, daß für die methodische Qualität der Technikvorausschau eine institutionelle Kontinuität des Forschungsfeldes wie in Japan und die damit verbundenen Lerneffekte (einschließlich einer kritischen Reevaluation zurückliegender Arbeiten) notwendig sind. Drei Jahrzehnte nach ihrer Etablierung als Forschungsfeld¹¹⁹ ruht „technological forecasting“ noch nicht auf einem gesicherten methodischen Fundament.

6.2 Der technologische Innovationsprozeß: Einsatzgebiete von Technikvorausschau

Technikvorausschau-Studien können unterschiedliche Auftraggeber und unterschiedliche Zielstellungen haben; sie können sich auf verschiedene Stufen des technologischen Innovationsprozesses und auf verschiedene Aspekte dieser Stufen beziehen. Bevor einzelne Methoden der Technikvorausschau vorgestellt werden, soll daher von den Gegenständen die Rede sein. Wenn man den Begriff der Technikvorausschau weit faßt, überlappt sich das Feld der Technikvorausschau mit dem der Forschungsplanung und auf der einen Seite, auf der anderen mit den Feldern der Technikfolgenabschätzung, Technikgestaltung und der Wirtschaftsprognostik (Marktpotentiale). Im Extremfall spannt sich das Spektrum der Technikvorausschau von Vorhersagen der Frist, innerhalb derer ein Durchbruch in der naturwissenschaftlichen Grundlagenforschung (etwa in der Krebsforschung) zu erwarten ist, bis hin zu Prognosen über Marktanteile, die ein technologisch innovatives Produkt gewinnen könnte.

Nach dem "Linearen Innovationsmodell" lassen sich in der „technischen Ontogenese“ prinzipiell vier Phasen unterscheiden (Ropohl 1979, S. 273):

- die wissenschaftliche Forschung (Kognition),
- die technische Konzipierung (Invention),
- die technisch-wirtschaftliche Realisierung (Innovation) und
- die gesellschaftliche Verwendung (Diffusion)

Andere Techniksoziologen und Innovationsforscher untergliedern ähnlich, oft feiner. So teilt Peiffer (1992) den Forschungs- und Entwicklungsprozeß (also Invention und Innovation) insgesamt in vier Stufen auf:

- angewandte Forschung, die Erfindungen erzeugt,
- experimentelle Entwicklung, die Funktionsmuster hervorbringt,
- konstruktive Entwicklung, deren Ergebnis Prototypen sind,
- und Routineentwicklung, die marktfähige Geräte/Produkte schafft.

¹¹⁹ Von einer eigenständigen Disziplin ist m. E. nicht zu sprechen.

An den so beschriebenen Technologie-Entstehungszyklus schließt Peiffer den Marktzyklus mit Markteinführung, Wachstum, Reife, Sättigung und Degeneration an, der die Phasen der Diffusion bzw. die Ablösung einer Innovation durch die nächste (Technologiesequenz bzw. Technologieketten) beschreibt. OECD-Standard ist die sogenannte „Frascati-Definition“, gemäß der acht Stadien zu unterscheiden sind (Grupp 1993, S. 38):

- Phase I: Erste explorative Forschung im wissenschaftlichen Bereich
- Phase II: Gut entwickelte Forschung; aber noch ausbaufähig
- Phase III: Forschung entfaltet; erste technische Realisierungen; Prototypen
- Phase IV: Schwierigkeiten bei der wirtschaftlichen Umsetzung des Forschungsstandes wird erkennbar
- Phase V: Zeitweilige Stagnation in Wissenschaft und Technik; Umorientierungen
- Phase VI: Industrielle FuE sieht neue Möglichkeiten; aber noch ausbaufähig
- Phase VII: Erste kommerzielle Anwendungen; industrielle FuE und wirtschaftliche Entwicklung entfaltet sich voll
- Phase VIII: Durchdringung aller Märkte; FuE nimmt bezogen auf den Umsatz an Bedeutung ab

Lineare Modelle des technologischen Innovationsprozesses, auch vielstufige, implizieren eine etappenweise Überführung von Wissenschaft in Technik (Technologie-Transfer). Dieser „Einbahnstraße“ des Transfers wird heute nur noch bedingte Gültigkeit eingeräumt. Neuere techniksoziologisch inspirierte Analysen zahlreicher Fallstudien legen nahe, den technologischen Innovationsprozeß als eine Einheit, ein "seamless web" der unterschiedlichen Akteure und ihrer Aktivitäten zu betrachten. (Bijker et al. 1987, vgl. Hack 1995) U. a. wird die dem linearen Modell zugrunde liegende Vorstellung von Technologie-Angebot und Technologie-Bedarf (technology supply bzw. demand) problematisiert, beispielsweise durch das Konzept engpaßgetriebener Innovationsprozesse (bottleneck-driven - siehe oben). Diese neue Sicht ist mit einem generellen Perspektivwandel in der Technikfolgenabschätzung hin zu einer "creative TA" bzw. einer „innovationsorientierten Technikfolgenabschätzung“ (Bröchler 1997, Tschiedel 1997) verbunden. Implikationen ergeben sich insbesondere für die Einbindung unterschiedlicher Akteursgruppen in Technikgestaltungsprozesse.

Konzepte der Technikentwicklung und Technikgestaltung

Konzept	Charakteristika
<i>Technologiegetriebene Entwicklung</i> (Technology Push)	Technologischer Determinismus: Eigen-dynamik der Technologieentwicklung
<i>Technologie- und Nachfragegetriebene Entwicklung</i> (Technology Push + Demand Pull)	Marktmodell mit Technologieangebot und Technologienachfrage
<i>Bedarfsorientierte / Engpaßgetriebene Entwicklung</i> (demand / bottleneck driven)	Schwerpunktsetzung auf Lösungsbeiträge der Technologie für gesellschaftliche Probleme

<i>Social Shaping of Technology</i>	Betonung des Einflusses gesellschaftlicher Faktoren auf die Technikgestaltung, u. a. von Leitbildern (Technikgeneseforschung)
<i>Social Construction of Technology</i>	„Saumloses Gewebe“ (seamless web) der Einflußfaktoren (Akteure und ihre Leitbilder, ihr Umfeld, allgemeine soziokulturelle Faktoren, vorhandene Technologien etc.)

Hervorzuheben ist, daß der Begriff der technologischen Innovation¹²⁰ neben dem rein technischen Aspekt auch ökonomische und soziokulturelle umfaßt; eine Invention („Erfindung“) braucht zur Verwirklichung als Innovation Entwicklergruppen und Unternehmen, die sie unter oft enormen materiellem Einsatz zur Marktreife bringen, und einen Markt (ökonomisches und soziokulturelles Umfeld), das bereit ist, sie anzunehmen. Insbesondere hier schließt sich an die Technikvorausschau die prospektive Technikgestaltung und die Rolle von Technologietransfermaßnahmen an.

Wiewohl das lineare Innovationsmodell aus techniksoziologischer und innovationstheoretischer Sicht wenn nicht überholt, so doch in seiner Gültigkeit relativiert worden ist, bietet es doch mit seiner Stufenstruktur einen operationalisierbaren Ansatz für die Technologiefrühaufklärung, den der Ansatz des "seamless web" bislang vermissen läßt. Auf dem Weg von der Kognition zur Diffusion wird von Stufe zu Stufe jeweils nur ein Bruchteil der Möglichkeiten realisiert, nicht alle Technologie Kandidaten werden in Prototypen realisiert, noch weniger erreichen die Marktreife und wiederum weniger setzen sich auf dem Markt durch. Grupp et. al. (1993) sprechen hier von einer „Pipeline“, aus der ständig Technologien verloren gehen. Gewinner beim Kampf um Marktanteile (oder gar neue Märkte) ist, wer in dem vielstufigen Selektionsprozeß¹²¹ der technologischen Innovation auf die richtigen Kandidaten setzt, möglichst wenig Forschungs- und Entwicklungsaufwand in Sackgassen oder verfrühte Produkte investiert. Die Identifikation von technologischen Chancen, von erfolgsversprechenden Technologie Kandidaten etc. ist damit ein Hauptgegenstand von Technikvorausschau - und der Technologiepolitik.¹²² Unternehmen versuchen das Risiko, die entscheidenden technologischen Innovationen zu verfehlen, durch den Aufbau von Technologie-Portfolios (durchaus vergleichbar Aktien-Portfolios) zu minimieren.

¹²⁰ Die Vielschichtigkeit des Innovationsbegriffs diskutiert Kreibich (1986, S. 421ff), der zugleich die Bedeutung organisatorischer Innovationen unterstreicht.

¹²¹ Die Technikgeneseforschung betont hierbei die Rolle soziokultureller Faktoren als selektiver Filter: „Eine Technik setzt sich nicht durch, weil sie technologisch überlegen ist, sondern sie gilt als technologisch überlegen, weil sie sich sozial durchgesetzt hat.“ (Rammert 1994, S. 8; vgl. auch Rammert 1993) Einen Operationalisierungsversuch für soziokulturelle Faktoren stellt das Leitbild-Konzept dar (Dierkes et al. 1992). Nicht eingegangen werden kann an dieser Stelle auf die technikphilosophische Auseinandersetzungen um Determination und Zufall in der Technologieentwicklung, auf die unterschiedlichen techniksoziologischen Modelle und ihre Implikationen für die Steuerbarkeit von technologischen Innovationspfaden. Nicht ausgeschöpft erscheinen die Spannweite biologischer Analogiebildungen, wie sie in den Begriffen von technologischer Ontogenese und Selektion unter Technologie Kandidaten zum Ausdruck kommt.

¹²² Hier sind u. a. die Aktivitäten des BMFT/BMBW zur Chancenfrüherkennung einzuordnen. Vgl. Stegelmann et al. (1988).

Prinzipiell sind sämtliche Phasen des technologischen Innovationsprozesses Einsatzfelder der Technikvorausschau - von der Technologiefrühaufklärung und Chan- cenerkennung bis zur Technologiepotentialabschätzung (Vorhersage der Marktpe- netration). Als Faustregel läßt sich festhalten, daß die Vorhersagbarkeit (und damit die Planbarkeit) von der Kognition zur Innovation zunimmt und zur Diffusion wieder abnimmt. Durchbruchsfristen und Aufwendungen in der Grundlagenforschung sind in der Regel schlechter zu prognostizieren als die Zeiträume und Mitteleinsatz in der Entwicklung, wiewohl auch hier gravierende Fehlprognosen, beträchtliche Über- schreitungen des vorgegebenen Zeit- und Mittelbudgets nichts Ungewöhnliches sind.¹²³ Bei der häufig auf wirtschaftsprognostische Verfahren zurückgreifenden Pro- gnose von Marktpotentialen beeinträchtigen sowohl schlecht quantifizierbare sozio- kulturelle Faktoren (etwa: Akzeptanz) als auch Unsicherheiten über die Strategien der Wettbewerber (etwa bei Einführungswettläufen) die Vorhersagbarkeit.

Generell hat sich dabei

„die methodische Erkenntnis durchgesetzt [...], daß strenge Prognosen nicht möglich sind. Das Erkennen und Bewerten der zukünftigen technologischen Entwicklungslin- en überschreitet prinzipiell die Erkenntnisgrenzen traditioneller Methoden der Wis- senschaften. Empirisch abgesicherte, widerspruchsfreie Daten und Fakten über die zukünftige Entwicklung sind im voraus nicht zu erwarten. [...] Dennoch ist die Tech- nikvorausschau nicht wertlos. Sie schafft mit dem erhaltenen Datenmaterial eine ra- tionale und nachvollziehbare Informationsbasis, bietet auf diese Weise ein fundiertes Wissen zur Orientierung an und hilft damit den unterschiedlichen Adressaten, neue und zusätzliche Möglichkeiten aufzuspüren sowie ihre Handlungen zielgerichtet zu strukturieren und zu begründen.“ (Cuhls et al. 1995, S. VII)

6.3 Methoden der Technikvorausschau

Die Technikvorausschau als ein Teilgebiet der Zukunftsforschung greift auf deren Methodenarsenal zurück; die methodischen und erkenntnistheoretischen Probleme der Zukunftsforschung werden auch an der Technikvorausschau deutlich. Dabei be- sitzt die Technikvorausschau einen recht klar umrissenen methodischen Kern.

In erster Näherung können zum methodischen Kern der Technikvorausschau insbe- sondere folgende Methodengruppen gezählt werden:

- Methoden der Trendextrapolation, einschließlich nichtlinearer Verfahren (Wachstums- bzw. Sättigungsmodelle)
- Verfahren, die auf Expertenschätzungen beruhen („intuitiven Techniken“), wie etwa verschiedene Technologieumfragemethoden oder Assessment- Workshops. Derzeit werden Expertenschätzungen meist in Form des Delphi- Verfahrens durchgeführt.
- Technikbedarfsanalysen. Diese rein normativ ausgerichteten Verfahren dienen der Identifikation von möglichen technischen Lösungsbeiträgen für ökologische oder soziale Probleme und stützen sich zumeist ebenfalls auf Expertenurteile.

Saren und Brownlie (1983) listen beispielsweise die folgenden Methoden auf:

¹²³ Eines von Murphys Gesetzen: Jedes FuE-Projekt dauert mindestens doppelt so lang wie geplant - selbst wenn in der Planung dieses Gesetz bereits berücksichtigt wurde.

explorative Techniken	normative Techniken
<ul style="list-style-type: none">• Trendextrapolation• intuitive Vorhersagen• Delphi-Technik• morphologische Analyse	<ul style="list-style-type: none">• Conditional Demand ¹²⁴• Szenarien• Relevanzbäume

Im Gegensatz zu anderen Autoren subsumieren Saren und Brownlie Wachstums- bzw. Sättigungsmodelle unter Trendextrapolationen; zu den intuitiven Techniken werden insbesondere Brainstormings gezählt. Von der Existenz eher extrapolativer Szenarien sehen die Autoren genauso ab, wie von eher normativ orientierten Delphi-Studien.

Weitaus eklektischer unterscheidet Martino (1978) rein extrapolative Methoden (Wachstumskurven und Trendkurven) von explanatorischen Methoden (Korrelationsmethoden und Technologieserien-Analyse); hinzu kommen Hilfsmethoden (Cross-Impact-Matrizen, Szenarien und überraschungsfreie Projektionen) und Techniken, die keine Vorhersagemethoden im engeren Sinn seien (Delphi-Studien und Computersimulation). Andere Autoren - etwa Burgelman und Maidique (1988) - erwähnen im Prinzip dasselbe methodische Instrumentarium wie Saren und Brownlie.

Geis (1994) listet als Ergebnis einer umfänglichen Sekundäranalyse (Expertenbefragung und Literaturrecherchen) 101 Methoden der Technologievorhersage und der Technologiefrühaufklärung auf, davon allein 20 unterschiedliche Modell-Verfahren (Geis 1994, Tafel 1). Zu den Methoden der Technologievorhersage zählt er Kurven-Verfahren (Trendextrapolation, versch. Korrelationsverfahren, versch. Lebenszyklen-Verfahren) sowie bibliometrische und technometrische Indikatorenverfahren; zu den Methoden der Technologiefrühaufklärung Umfeld-Analysen, Experten-Verfahren Impact-, Relevanzbaum- und Modellverfahren. Da beispielsweise Modelle sehr wohl für Prognosen eingesetzt werden können und ohnehin keine klaren Grenzen zwischen Technologiefrühaufklärung und Technologievorhersage - wie Geis (S. 8) selbst feststellt - gezogen werden können, ist die Zuordnung fragwürdig.

Voraussetzung für die Technikvorausschau ist eine wie auch immer geartete Datenbasis bzw. Wissensbasis. Quantitative Methoden greifen auf historische Daten und aktuelle Statistiken zurück; qualitative Methoden setzen zumindest Expertenwissen voraus. Wie für Zukunftsstudien im allgemeinen ist Konzeptualisierung (Festlegung der Designatoren), Beobachtung und Quantifizierung für die Technikvorausschau neben dem Fehlen von „Theorien mittlerer Reichweite“ eine der Schwachstellen.

In den letzten drei Jahrzehnten sind verschiedene Methoden entwickelt worden, die dem Aufbau der notwendigen Daten- bzw. Wissensbasis für Projekte der Technikvorausschau dienen. In Analogie zur Bibliometrie und zur Scientiometrie wurde für diesen Komplex der Terminus „Technometrie“ geprägt: Technometrie ist die syste-

¹²⁴ Analysen der „bedingten Nachfrage“: Welche Implikationen für die Technologieentwicklung ergeben sich aus einem Großprojekt (etwa aus dem Mondflugprogramm)? Was sind die technologischen Voraussetzungen, damit ein technologiepolitisches Ziel erreicht werden kann? Und welche Spin-offs sind dann zu erwarten?

matische Erfassung von Zustand und Entwicklung eines Technologiefeldes.¹²⁵ Meist werden technometrische Verfahren eingesetzt, um als Grundlage für die Technologiepolitik die relative technologische Leistungsfähigkeit eines Landes zu ermitteln. Im Gegensatz zu „Bibliometrie und Patentanalyse, die über Clusteranalyse explorativ relevante Technologiefelder identifizieren, setzt die Technometrie die Vorgabe von zu untersuchenden Technikfeldern voraus.“ (Stegelmann et al. 1988, S. 5)

Vom Wortsinne her ist der englische Begriff „technology mapping“ weiter als das deutsche „Technometrie“, da er qualitative Momente einschließt. Boden (1992, S. 1) versteht unter „technology mapping“ „the systematic examination and representation of the nature, rate and direction of technological advance“. Der Zweck einer „technology map“ ist hierbei „to provide a systematic statement of a technological area at a point of time and of the rate of improvement of that area over time“ (Boden 1992, S. 5). Je nachdem ob Technologie als Menge technischer Artefakte oder als technobgisches Wissen abgebildet wird und je nachdem ob dabei quantitative oder qualitative Beschreibungsweise gewählt wird, ergeben sich unterschiedliche methodische Zugänge.

Technometrische Verfahren		
	Quantitative Zugänge	Qualitative Zugänge
Technik als Artefakt	<ul style="list-style-type: none"> • Technometrie im engeren Sinne 	<ul style="list-style-type: none"> • „Porter's Diamond“
Technik als Wissen	<ul style="list-style-type: none"> • Patentstatistik • Bibliometrische Verfahren 	<ul style="list-style-type: none"> • UNESCO Matrix • Technology Audit

(nach Boden 1992, S. 13, vereinfacht)

Methodisch interessant ist, daß aus praktischer Sicht sich häufig eine Kombination von Verfahren unterschiedlichen Typs - etwa technometrischer Indikatoren mit einer Patentanalyse - als sinnvoll erweist. Selbst innerhalb des quantitativen Zuganges kommen subjektive und somit qualitative Momente zum Tragen: Festlegung bzw. Auswahl der Indikatoren und deren Gewichtung beruhen auf Expertenurteilen, ganz abgesehen von der Bewertung der Ergebnisse, die ohnehin nur durch Experten vorgenommen werden kann (Grupp et al. 1989, S. 72).

Nach wie vor ist die Trendextrapolationen eines der am häufigsten genutzten Instrumentarien der Technikvorausschau. Trendextrapolationen setzen Zahlenmaterial aus der Technometrie voraus. Ein exemplarisches Beispiel hierfür ist die Entwicklung der Leistungsparameter von Computern (Speicherkapazität, Rechengeschwindigkeit). Diese Parameter sind gut bekannt, Zeitreihen liegen seit dem Bau der ersten elektronischen Rechenmaschinen in den vierziger Jahren vor. Bereits 1965 beobachtete der spätere Gründer der Firma Intel Gordon Moore eine statistische Trendentwicklung

¹²⁵ „Der Begriff 'Technometrie' ist doppelsinnig: Zum einen wurde er analog zu den Wortbildungen 'Ökonometrie' und 'Bibliometrie' gewählt und meint das Messen der Technik, zum anderen ist damit eine spezielle Metrik im mathematischen Sinn angesprochen, die für die Verarbeitung von technischen Spezifikationen gebraucht wird.“ (Grupp et al. 1989, S. 72)

dieser Parameter: Etwa aller 18 Monate verdoppelt sich die Leistungsfähigkeit der Computer bei etwa gleichbleibenden Preisen („Moore'sches Gesetz“ - vgl. etwa Gates 1995, S. 56). Trotz aller Generationenwechsel in der Computertechnik (von Röhren über Transistoren und integrierte Schaltkreise zu den heutigen Chips) gilt Moores Gesetz bis auf den heutigen Tag in recht guter Annäherung. Extrapoliert man die Entwicklung, müßten im Jahr 2015 die Computer (bzw. die in fast sämtliche technische Systeme integrierten Prozessoren) im Vergleich zu heutigen die tausendfache Leistungsfähigkeit erreicht haben. - Offensichtlich stößt Moores Gesetz noch in der ersten Hälfte des nächsten Jahrhunderts an physikalische Grenzen: selbst mit Quanten-Schaltkreisen ist keine beliebig hohe Informationsdichte erreichbar. Tatsächlich ist anzunehmen, daß der bislang exponentielle Verlauf der Leistungsparameter-Entwicklung in absehbarer Zeit - schätzungsweise in zwanzig bis dreißig Jahren - in einen Sättigungsverlauf übergeht. Hier stößt die Methode der Trendextrapolation auf ihren Prognosehorizont. Ein gravierenderes Defizit aller Extrapolationsmethoden aber ist, daß mit ihnen Trendbrüche und völlig neuartige Entwicklungen - etwa technologische Durchbrüche - prinzipiell nicht erfaßt werden können. Hier bietet die Delphi-Methode (Kap. 5) einen Ausweg an.

6.4 Probleme der Technikvorausschau

Prinzipiell steht die Technikvorausschau vor den selben methodischen Problemen wie jegliche Vorhersagetätigkeit:

1. Identifikation der Schlüsselfaktoren (meist im Rahmen der Problemdefinition): Welche Größen bzw. Faktoren müssen in die Studie einbezogen werden? Genügen technometrische Parameter? Wie können Akteursstrategien berücksichtigt werden?
2. Meßproblem: Welche Faktoren sind meßbar? Welche Indikatoren können gewählt bzw. konstruiert werden? Welche Daten (und welcher Qualität) sind verfügbar?
3. Vorhersage: Diese setzt zumindest ein implizites Modell des Gegenstandes voraus, etwa in der Form statistischer Annahmen, die in der Trendfortschreibung benutzt werden, oder Annahmen über den technologischen Innovationsprozeß (Pipeline-Modell). Die Validität dieser Modelle ist in der Regel nur bedingt nachzuweisen.

In der Literatur werden zahlreiche Gründe benannt, weswegen Technologieprognosen die tatsächliche spätere Entwicklung verfehlen können. Die interne Komplexität des Gegenstandsbereichs verquickt sich mit externen, wissenschaftssoziologischen Aspekten. Auch bei methodisch korrekter und kritischer Vorgehensweise können die Interessenlagen von Auftraggeber und Projektteam das Ergebnis der Studie beeinflussen. Eine Kenntnis der häufigsten Fehlerquellen vermag als Korrektiv zu wirken.

Saren und Brownlie (1983) listen, sich auf Coates (1977) berufend, vier Gruppen von Fehlerquellen auf, die bisweilen in modifizierter Form auch von anderen Forschern genannt werden. Zusammengefaßt und ergänzt ergeben sich folgende Problemgruppen:

1. Entdeckungs-Problem: Wirklich grundlegende wissenschaftliche Entdeckungen (neue Prinzipien, wissenschaftliche Durchbrüche...), aus denen ganze neue Technologiefelder entstehen können, sind sehr schwer vorherzusagen und können praktisch jederzeit als Störereignis bestehende Prognosen entwerten.

2. Synergie-Problem: Neue Technologien, interessante neue Anwendungsfelder entstehen oft aus der Synergie unterschiedlicher bekannter Technologien. Wenn auch deren Einzelentwicklung noch einigermaßen vorhersagbar ist, so entzieht sich deren Wechselwirkung zumeist wenigstens den quantitativen Vorhersagemethoden.
3. Problem des Zeithorizonts: Allgemein wird beobachtet, daß kurzfristige Vorhersagen (über Durchbruchsfristen, Forschungsaufwand, Marktpotentiale) nahezu regelmäßig zu optimistisch sind. Langfristige Vorhersagen (über mehrere Jahrzehnte) fallen dagegen meist zu konservativ aus, in ihnen werden technische Möglichkeiten und soziokulturelle Folgen in der Regel unterschätzt.
4. Die Existenz (oder das Fehlen) entsprechender öffentlicher Technologie-Förderprogramme beeinflusst die Auswahl alternativer technologischer Zukünfte.

In der Technikvorausschau wurden verschiedene Methoden entwickelt, um mit diesen Problemen umzugehen: technologische Delphi-Studien für einen großen und zugleich detaillierten Überblick, tiefer greifende Analysen einzelner Technikfelder, Technikbedarfsanalysen für die explizite Berücksichtigung normativer Aspekte.

Dennoch scheint nach wie vor ein generelles Manko der Technikvorausschau darin zu bestehen, daß in Technikvorausschau-Studien mit Ausnahme der Bedarfsanalysen - entgegen den neueren techniksoziologischen Ansätzen - davon ausgegangen wird, daß die Technikentwicklung quasi naturwüchsig einem bestimmten Linie, einem vorgegebenen Pfad folgt, der lediglich aufgrund einer unzureichenden Wissensbasis nicht hinreichend klar erkannt bzw. prognostiziert werden kann. Diese stillschweigende Voraussetzung steht aber im Gegensatz nicht nur zu den Erkenntnissen aus der Evolutionstheorie sondern auch zum futurologischen Prinzip der Offenheit der Zukunft. Noch wird die Möglichkeit alternativer technologischer Entwicklungspfade in den meisten Technikvorausschau-Studien nicht hinreichend berücksichtigt (Steinmüller 1997). Auch nach einem circa vierzigjährigen, durchaus erfolgreichen Vorschreiten ist die Technikvorausschau noch nicht am Ende der disziplinären Entwicklungsmöglichkeiten angelangt.

Nachbemerkung

Die Zukunftsforschung verfügt heute über ein ausgefeiltes methodisches Instrumentarium. Sie ist fähig, Orientierungswissen sowohl zu aktuellen Fragen von globaler Bedeutung als auch zu lokalen Problemstellungen zu erzeugen. Diese Möglichkeit wird m. E. viel zu wenig genutzt. Die Ursachen dafür sind auf sozialer und psychologischer Ebene zu suchen: Orientierung in Zukunftsfragen bedeutet immer auch Neuorientierung. Die Zukunft ist prinzipiell offen, ungewiß und wandelbar. Wer sich ihr wirklich stellen will, muß sich in der Regel von eingeschliffenen Gewohnheiten und lieb gewonnenen Illusionen verabschieden. Die verbreitetste Illusion aber besteht darin zu glauben, daß - mit ein wenig Glück - alles so weiter gehen werde wie bisher, nur eben in gesteigerten Dimensionen.

In dreierlei Hinsicht vermag die Zukunftsforschung etwas zu leisten. Sie kann zum *Wissen* über die zukünftige Möglichkeiten - Risiken, Chancen, Potentiale - beitragen. Sie kann soziale Prozesse der *Willensbildung* - Zielfindung, Bewertung - unterstützen und sie kann durch die Erkundung von gangbaren Wegen Voraussetzungen für strategisches *Handeln* schaffen.

Literatur

- Adler, Michael/Ziglio, Erio: *The Delphi Method and its Applications to Social Policy and Public Health*, London und Bristol: Jessica Kingsley Publ. 1996
- Altner, Günter: „Die Zukunft des Menschen ist noch offen...“, in: Schatz, Oskar: *Was wird aus dem Menschen? Der Fortschritt. Analysen und Warnungen bedeutender Denker*, Granz Wien Köln 1974
- Altov, Genrich: *Sudba predvidenii Zulja Verna*, Wladiwostok 1974
- Amara, Roy: „Views on futures research methodology“, in: *futures* July/August 1991
- Ammon, Ursula/Rautenberg, Thomas: *Biotechnologie als politisches Handlungsfeld für Nordrhein-Westfalen*, Dortmund 1990
- Arras, Hartmut E.: „Szenarien als Instrumente zur Kommunikation“, in: Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): *Szenarien in der Stadtentwicklung*, Dortmund 1989
- Arras, Hartmut E.: „Zur Notwendigkeit und Methodik von Szenarien“, in: *Verwaltungsrundschau*, Nr. 6/1987, S. 187-195
- Balck, Henning/Kreibich, Rolf (Hrsg.): *Evolutionäre Wege in die Zukunft. Wie lassen sich komplexe Systeme managen?*, Weinheim 1991
- Battle, Annie: *Les travailleurs du futur*, Paris 1986
- Battelle-Institut: *Nordrhein-Westfalen 2000. Wirtschaft, Beschäftigung, Qualifikation und neue Techniken. Erarbeitung alternativer Szenarien und Gestaltungsvarianten gesellschaftlicher Entwicklung*, 1989
- Bauer, Adolf/Eichhorn I, Wolfgang/Kröber, Günter/Schulze, Hans/Segeth, Wolfgang/Wüsteneck, Klaus-Dieter: *Philosophie und Prognostik. Weltanschauliche und methodologische Probleme der Gesellschaftsprognose*, Berlin 1968
- Baworowski, Ludwik Jerzy: „Management of Cooperative International Research and Technological Forecasting“, in: *Management of Research, Development and Education. IV International Conference*, Wroclaw 1980
- Beck, Ulrich: *Die Risikogesellschaft – Auf dem Weg in eine andere Moderne*, Frankfurt a. M. 1986
- Bestuzhev-Lada, Igor V.: „A Short History of Forecasting in the USSR, 1927-1990“, in: *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 41, no. 3, May 1992, S. 341-348
- Bijker; Wiebe/Hughes, Thomas P./Pinch, Trevor (Hrsg.): *The Social Construction of Technical Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge/Mass.: MIT Press (1987)
- Birnbacher, Dieter: *Verantwortung für zukünftige Generationen*, Stuttgart 1988
- Blohm, Hans/Steinbuch, Karl (Hrsg.): *Technische Prognosen in der Praxis*, Düsseldorf: VDI-Verlag 1972
- BMFT (Hg.): *Deutscher Delphi-Bericht zur Entwicklung von Wissenschaft und Technik*, Bonn 1993
- Boden, Mark: *A Review of Technology Mapping and Related Techniques*, Brüssel Luxemburg 1992
- Bommer, Jürgen: „Methoden der Zukunftsforschung“, in: *Analysen und Prognosen*, Heft 5, Sept. 1969, S.17ff
- Bommer, Jürgen: „Methoden einer Prioritätsbestimmung innerhalb der Staatsaufgaben, vor allem im Forschungs- und Entwicklungsbereich“, in: *Analysen und Prognosen*, Heft 14, März 1971, S. 19-25
- Böhret, Carl: *Folgen. Entwurf für eine aktive Politik gegen schleichende Katastrophen*, Opladen 1990
- Böhret, Carl: *Funktionaler Staat: Ein Konzept für die Jahrhundertwende?* Frankfurt a. M. und Berlin 1993
- Bönisch, Alfred: *Futurologie. Eine kritische Analyse bürgerlicher Zukunftsforschung*, Berlin 1971
- Boucher, Wayne I.: „Forecasting when the future is known: The case of the Soviet Union“, in: ders. (Hrsg.): *The Study of the Future: An Agenda For Research*, 1977, S. 137-185
- Bowonder, B./Mikake, T.: „Technology Forecasting in Japan“, in: *Futures*, September 1993
- Brehmer, Arthur (Hrsg.): *Die Welt in hundert Jahren*, Leipzig 1910
- Bröchler, Stephan: „Perspektivenwechsel der Technikfolgenabschätzung“, in: Martinsen, Renate/Simonis, Georg (Hrsg.): *Paradigmenwechsel der Technologiepolitik?*, Opladen 1995

- Bröchler, Stephan: „Überlegungen für ein Konzept 'innovationsorientierter TA'", in: *VITA-Newsletter* 2/97, S. 1-11
- Burgelman, Robert A./Maidique, Modesto A.: *Strategic Management of Technology and Innovation*, Homewood/Ill. 1988
- Burmeister, Klaus/Steinmüller, Karlheinz (Hrsg.): *Streifzüge ins Übermorgen. Science Fiction und Zukunftsforschung*, Weinheim und Basel 1992
- Busch, Heinz: „Planung, langfristige Zielvorstellungen und Zukunftsforschung“, in: *analysen und prognosen*, Sept. 1970, S. 15-18
- Buse, Michael J./von Dewitz, Dina: *Bibliographie zur politischen Planung*, Baden-Baden 1974
- Cazes, Bernard: „Institutionalisation de la prospective“, in: *Cahiers Français*, no. 232 (1987), S. 8f (Hefttitel *Vers l'an 2000 ... et après?*)
- Cho, Yun Yeong/Jeong, Gi Ho/Kim, Soung Hie: „A Delphi Technology Forecasting Approach Using a Semi-Markov Concept“, in: *Technological Forecasting and Social Change*, 40, 273-287 (1991)
- Clarke, I. F.: *Voices Prophesying War. Future Wars 1963 - 3749*, Oxford und New York 1992
- Coates, Joseph F.: „Review of the Sackman Report“, in: *Technological Forecasting and Social Change* 2/1975, 193-194
- Coates, Joseph F.: „Technological Change and Future Growth: Issues and Opportunities“, in: *Technological Forecasting and Social Change*, 1/1977
- Coates, Joseph F./Mahaffie, John B./Hines, Andy: „Technological Forecasting: 1970 - 1993“, in: *Technological Forecasting and Social Change*, Sept. 1994
- Cooke, Roger M.: *Experts in Uncertainty. Opinions and Subjective Probability in Science*, New York und Oxford: Oxford University Press 1991
- Cuhls, Kerstin/Breiner, Sibylle/Grupp, Hariolf: *Delphi-Bericht 1995 zur Entwicklung von Wissenschaft und Technik. Mini-Delphi*, Karlsruhe 1995
- Cuhls, Kerstin/Kuwahara, Terutaka: *Outlook für Japanese and German Future Technology: Comparing Technology Forecast Surveys*, Heidelberg 1994
- Dalkey, Norman/Helmer, Olaf: „An Experimental Application of the Delphi Method to the Use of Experts“, in *Management Science*, vol. 9, no. 3 (April 1963), nachgedruckt in Helmer (1983)
- de Jouvenel, Hugues (Hrsg.): *OSCAR. Future Studies in Western Europe: Directory of Individuals and Organizations (1996)*, Paris 1996a
- de Jouvenel, Hugues (Hrsg.): *OCTAVE. Analytical Bibliography of Futures Oriented Studies in Western Europe (1993-1995)*, Paris 1996b
- de Jouvenel, Hugues: „Die Futuribles Gruppe“, in: Kreibich/Steinmüller/Zöpel (1997)
- de Jouvenel, Hugues: „La démarche prospective. Un bref guide méthodologique“, in: *futuribles* 9/1993, S. 51-71
- Deutscher Bundestag, wissenschaftliche Dienste (Hrsg.): *Bibliographie Nr. 25 Zukunftsforschung (Futurologie)*, Bonn 1971
- Deutscher Bundestag, wissenschaftliche Dienste (Hrsg.): *Bibliographie Nr. 50 Zukunftsforschung. Perspektiven und Prognosen. Auswahlbibliographie*, Bonn 1978
- Dierkes, Meinolf/Hoffmann, Ute/Marz, Lutz: *Leitbild und Technik. Zur Entstehung und Steuerung technischer Innovationen*, Berlin 1992
- Dobrow, G. M.: *Prognostik in Wissenschaft und Technik*, Berlin 1971
- Epres, P.: *Nauchno-techniceskoe prognozirovanie i dolgosrochnoe planirovanie*, Moskva 1971
- Faber, Karl-Georg: *Theorie der Geschichtswissenschaft*, München 1982
- Falkenhorst, C.: *Luftfahrten*, Stuttgart etc. 1891
- Fest, Joachim: *Der zerstörte Traum. Vom Ende des utopischen Zeitalters*, Berlin 1991
- Flechtheim, Ossip K.: *Futurologie. Der Kampf um die Zukunft*, Frankfurt/M. 1972
- Flechtheim, Ossip K.: „Futurologie in der zweiten Phase?“, in: Pforte/Schwendter 1973, S. 17-25
- Flechtheim, Ossip K.: *Ist die Zukunft noch zu retten?*, München 1990
- Fowles, Jib (Hrsg.): *Handbook of Futures Research*, Westport und London 1978
- Franke, Herbert W.: „Literatur der technischen Welt“, in: Barmeyer, Eike (Hrsg.): *Science Fiction. Theorie und Geschichte*, München 1972
- Fraye, Jan: „Is the future really real?“, *American Philosophical Quarterly*, July 1993, S. 259-269
- Fricke, Werner (Hrsg.): *Jahrbuch Arbeit und Technik 1994*, Bonn 1994
- Fukuyama, Francis: *Das Ende der Geschichte*, München 1992

- Gaßner, Robert: „Plädoyer für mehr Science Fiction in der Zukunftsforschung“. in: Burmeister/Steinmüller (1992)
- Gaßner, Robert/Kuom, Matthias/Schulz, Beate: *Multimedia im Privathaushalt - Grundlagen, Chancen und Herausforderungen*, IZT-Werkstattbericht 24, Berlin 1995
- Gausemeier, Jürgen/Fink, Alexander/Schlake, Oliver: *Szenario-Management. Planen und Führen mit Szenarien*, München und Wien 2¹⁹⁹⁶
- Gavigan, James P./Cahill, Eamon: *Overview of Recent European and Non-European National Technology Foresight Studies*, IPTS Technical Report TR 97/02, Sevilla 1997
- GBN - Global Business Network (Hrsg.): *Scenario Thinking. Concepts & Approaches*, Emeryville/CA. 1996 (internes Papier)
- Geis, Jochen: *Methoden der Technologievorhersage und der Technologiefrühaufklärung*, unpubl. TH Darmstadt 1994
- Gerjuoy, Herbert: „A New Perspective on Forecasting Methodology“, in: Wayne I. Boucher (ed.): *The Study of the Future: An Agenda For Research*, 1977
- Geschka, Horst/Winckler, Barbara: „Szenarien als Grundlagen strategischer Unternehmensplanung“, in: *technologie & management*, 4/1989, S. 16-23
- Gewald, K.: „Die Delphi-Methode als Instrument technischer Prognosen - Praktische Erfahrungen“, in Blohm/Steinbuch (1972), S. 13-18
- Gillwald, Katrin: *Zukunftsforschung aus den U. S. A. - Prominente Autoren und Werke der letzten 20 Jahre*, WZB-Papers, Berlin 1990
- Glenn, Jerome C./Gordon, Theodore J.: *The Millennium Project. Feasibility Report*, Washington 1995
- Godet, Michel: „Introduction to la prospective“, in: *futures*, April 1986, S. 134-157
- Godet, Michel: *From Anticipation to Action. A Handbook of Strategic Prospective*, Paris 1993
- Godet, Michel: *Manuel de Prospective Stratégique. Tome 1: Une indiscipline intellectuelle; Tome 2: L'art et la méthode*, Paris 1997
- Godet, Michel/Monti, Régine/Meunier, Francis/Roubelat, Fabrice: *Scenarios and Strategies. A Toolbox for Problem Solving*, Cahiers du Lips, special issue, Paris 1997
- Goodman, Nelson: *Fact, Fiction, Forecast*, 1955
- Gordon, Theodore Jay: „The Methods of Futures Research“, in: *The Annals of The American Academy of Political and Social Science*, no. 522, July 1992, p. 25-36
- Gordon, Theodore J.: *Methods Frontiers and Integration*, Futures Research and Studies Methodology Series, UNDP/African Futures, 1994
- Grupp, Hariolf (Hrsg.): *Technologie am Beginn des 21. Jahrhunderts*, Heidelberg 1993
- Grupp, Hariolf/Hohmeyer, Olav/Reiß, Thomas: „Bemessung des technisch-wirtschaftlichen Leistungsstands der Bundesrepublik Deutschland in ausgewählten Gebieten“, in: VDI-TZ Phys. Techn. 1989, S. 67-87
- Grupp, Hariolf: „Orakel der Zukunftstechnologien“, in: *ZUKÜNFT* Nr. 14, S. 40-44, 1995b
- Grupp, Hariolf: *Der Delphi-Report - Innovationen für unsere Zukunft*, Stuttgart 1995a
- Gustafsson, Lars: „Bausteine für eine Futurologie der zweiten Phase“, in: Pforte/Schwendter 1973, S. 26-33
- Hack, Lothar: *TA als theoriegeleitete Interventionsstrategie. Der Ansatz der „Constructive Technology Assessment/CTA“ in der sozialwissenschaftlichen Technikdebatte*, Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe, Wissenschaftliche Berichte FZKA 5641 (1995)
- Hammer, Richard M.: *Strategische Planung und Frühaufklärung*, München und Wien 1988
- Harada, Kimio: „Indeterministische Zeitlogik“, in: Kienzle (1994)
- Hatem, Fabrice: *La Prospective. Pratiques et Méthodes*, Paris 1993
- Held, Martin/Geißler, Karlheinz A. (Hrsg.): *Ökologie der Zeit. Vom Finden der rechten Zeitmaße*, Stuttgart 1993
- Helmer, Olaf/Rescher, Niklas: „On the Epistemology of Inexact Sciences“, in: *Management Science* 5 (1959), S. 25-52 (nachgedruckt in Helmer 1983)
- Helmer, Olaf: *Looking Forward. A Guide to Futures Research*, Beverly Hills etc. 1983
- Hempel, Carl G./Oppenheim, P.: *Studies in the Logic of Explanation*, 1948
- Héraud, Jean-Alain/Munier, Francis/Nanopoulos, Kostas: „Méthode Delphi: une étude de cas sur les technologies du futur“ in: *futuribles* no. 218 (März 1997), S. 33 - 53
- Hörz, Herbert/Löther, Rolf/Wollgast, Siegfried (Hrsg.): *Wörterbuch Philosophie und Naturwissenschaften*, Berlin 1978

- Iklé, F. Ch.: „Kann man Sozialprognosen auswerten?“, in: *Der Weg ins Jahr 2000. Bericht der „Kommission für das Jahr 2000“*, München Wien Basel 1968 [Toward the Year 2000, 1967]
- Jahn, Thomas/Wehling, Peter: „Sozial-ökologische Zukunftsforschung“, in: *Politische Ökologie* 2/1995
- Janssen-Cilag/FhG-ISI (Hrsg.): *Delphi. Die Zukunft des deutschen Gesundheitswesens aus der Sicht von Ärzten und anderen Experten. Zusammenfassung einer Delphi-Befragung*, Neuss / Karlsruhe 1995
- Jantsch, Erich: „Integrative Planning of Technology“, in: Jantsch, Erich (Hrsg.): *Perspectives of Planning*, Paris 1969
- Jantsch, Erich: *Technological Forecasting in Perspective*, Paris 1967
- Jerzy, Ludwik: „Management of Cooperative International Research and Technological Forecasting“, in: *Management of Research, Development and Education. IV International Conference*, Wrocław 1980
- Judge, Anthony J. N.: *A Conference Towards Spiritual Concord As a Metaphor of Spiritual Concord. Notes and Reflections*, Brüssel 1992 (UIA-Arbeitspapier)
- Jungk, Robert: *Die Zukunft hat schon begonnen. Amerikas Allmacht und Ohnmacht*, Stuttgart 1952
- Kahn, Herman/Wiener, Anthony J.: *Ihr werdet es erleben. Voraussagender Wissenschaft bis zum Jahre 2000*, Wien etc. 1968 (*The Year 2000*, deutsch)
- Kahn, Herman/Wiener, Anthony J.: *The Year 2000: A Framework for Speculation on the Next Thirty-three Years*, New York 1967
- Kahn, Herman: *Vor uns die guten Jahre. Ein realistisches Modell unserer Zukunft*, Wien etc. 1977
- Kalinowski, Martin: *Kompendium von speziellen Verfahren der Technikgestaltung und Technikfolgenabschätzung*, unpubliziert, TH Darmstadt 1991
- Kennet, Wayland (Hrsg.): *The Futures of Europa. Based on a Report to the Commission of the European Communities*, Cambridge etc. 1976
- Kiefer, David M.: „Technological Forecasting in Technology Assessment“, in: Cetron, Marvin J./Bartocha, Bodo (eds.): *Technology Assessment in a Dynamic Environment*, London etc. 1973
- Kienzle, Bertram (Hrsg.): *Zustand und Ereignis*, Frankfurt/M. 1994
- Kienzle, Bertram: „Einleitung“ zu Kienzle (1994)
- Knauer, Peter: „Zur Aussagefähigkeit und Anwendbarkeit der Szenario-Methode“, in: *analysen und prognosen*, Heft 55, Jan. 1978, S. 13-15
- Koselleck, Reinhart: *Vergangene Zukunft. Zur Semantik geschichtlicher Zeiten*, Frankfurt 1979
- Kreibich, Rolf: *Die Wissenschaftsgesellschaft. Von Galilei zur HighTech-Revolution*, Frankfurt am Main 1986
- Kreibich, Rolf: „Zukunftsforschung in der Bundesrepublik Deutschland“, in: Kreibich/Canzler/ Burmeister (1991)
- Kreibich, Rolf: Artikel „Zukunftsforschung“, in: Bruno Tietz et al. (Hrsg.): *Handwörterbuch des Marketing*, Stuttgart 1995
- Kreibich, Rolf: „Nachhaltigkeit - Leitbild für die Zukunftsforschung“, in: Kreibich/Steinmüller/ Zöpel (1997)
- Kreibich, Rolf/Canzler, Weert/Burmeister; Klaus (Hrsg.): *Zukunftsforschung und Politik*, Weinheim und Basel 1991
- Kreibich, Rolf/Steinmüller, Karlheinz/Zöpel, Christoph (Hrsg.): *Beyond 2000. Herausforderungen für die Zukunftsforschung. Dokumentation der SFZ-Sommerakademie 1996*, SFZ-WerkstattBericht 20, 1997
- Krohn, Wolfgang/Küppers, Günter (Hrsg.): *Selbstorganisation - Aspekte einer wissenschaftlichen Revolution*, Braunschweig/Wiesbaden 1990
- Leitschuh-Fecht, Heike / Burmeister, Klaus (Hrsg.): *Die Zukunft der Unternehmen in einer ökologischen Wirtschaft*, Frankfurt a. M. 1994
- Lenk, Hans: *Erklärung Prognose Planung*, Freiburg 1972
- Lenk, Hans: „Keine allgemeine logische Strukturgleichheit von Erklärung und Voraussage“, in: ders.: *Zwischen Wissenschaftstheorie und Sozialwissenschaft*, Frankfurt a. M. 1986
- Lenk, Hans (Hrsg.): *Wissenschaft und Ethik*, Stuttgart 1991
- Lenz, Ralph C., Jr.: *Technological Forecasting*, Report ASD-TDR-62-414, Wright Patterson Air Force Base 1962
- Linstone, H. A./Turoff, M. (Hrsg.): *The Delphi Method: Techniques and Applications*, Reading/Mass.: Addison-Wesley 1975

- Linstone, Harold A.: „Multiple Perspectives on Technology Diffusion“, Skript, IIASA Int. Conf. on Diffusion of Technologies and Social Behavior, Laxenburg 1989
- Linstone, Harold A.: „The Delphi Technique“, in: Fowles (1978)
- Livingston, Dennis: „The Utility of Science Fiction“, in: Fowles (1978)
- Lutz-Michael Alisch/Peter Rölke: „Grundlagentheoretische Probleme der Technikfolgenabschätzung“, in Lompe, Klaus (Hrsg.): *Techniktheorie - Technikforschung - Technikgestaltung*, Opladen 1987
- Macey, Samuel L.: *Time. A Bibliographic Guide*, New York & London 1991
- Mainzer, Klaus: *Zeit. Von der Urzeit zur Computerzeit*, München 1995
- Makridakis, Spyros/Wheelwright, Steven C./McGee, Victor E.: *Forecasting. Methods and Applications*, New York etc. 1983
- Malaska, P./Malmivirta, M./Meristö, T./Hansén, S.-O.: „Scenarios in Europe - Who Uses Them and Why?“, in: *Long Range Planning*, vol. 17, no. 5, 1984, S. 45-49
- Malaska, Pentti: „Multiple Scenario Approach and Strategic Behavior in European Companies“, in: *Strategic Management Journal*, vo. 6, 1985, S. 339-355
- Malaska, Pentti: „The Futures Field of Research“, in: *Futures Research Quarterly*, vol. 11, no. 1, Spring 1995, S. 79-90
- Malik, Fredmund: *Strategie des Managements komplexer Systeme. Ein Beitrag zur Management-Kybernetik evolutionärer Systeme*, Bern und Stuttgart 1989
- Mambrey, Peter/Tepper, August: *Metaphern und Leitbilder als Instrument. Beispiele und Methoden*, Sankt Augustin 1992 (Arbeitspapier der GMD 651)
- Martin, B./Irvine, J.: *Research Foresight: Priority-Setting in Science*, London 1989
- Martino, Joseph P.: „Technological Forecasting“, in: Fowles, Jib: *Handbook of Futures Research*, London 1978
- Marzin, Florian F.: „Weltentwürfe. Die Konstruktion von Szenarien in der Science Fiction“, in: Burmeister/Steinmüller (1992)
- Mayne, Alan J.: *Resources for the Future. An International Annotated Bibliography for the 21st Century*, London 1993
- McTaggart, J.: „The Unreality of Time“, in: *Mind* 17 (1908)
- Meadows, Denis und Donella/Zahn, Erich/Milling, Peter: *Die Grenzen des Wachstums*, Stuttgart 1972
- Meadows, Donella/Richardson, John: *Groping in the Dark*, New York etc. 1982.
- Mercer, David S.: *21st Century Realities* (erscheint 1998, Entwurf: <http://www.open.ac.uk/OU/Academic/OUBS/CStrat/AD2000/000.html>)
- Mercer, David: „Vorhersehbare Zukünfte - die Triebkräfte des Wandels“, in: Kreibich/Steinmüller/Zöpel (1997)
- Mettler, Peter (Hrsg.): *Science and Technology for Eight Billion People. Europe's Responsibility*, London 1995
- Mettler, Peter: *Kritische Versuche zur Zukunftsforschung. Band 1: Retrognose*, Frankfurt a. M. 1979
- Miles, Ian: „The Development of Forecasting: Towards a History of the Future“, in: Whiston (1979)
- Ministerium für Wissenschaft und Forschung (MWF) des Landes Nordrhein-Westfalen: *Technikfolgen-Forschung. Dokumentation 1995*, Düsseldorf 1995
- Minx, E. P. W.: *Techniken und Anwendungsbeispiele der Zukunftsanalyse*, internes Papier, Daimler-Benz Berlin 1987
- Missler-Behr, Magdalena: *Methoden der Szenarioanalyse*, Wiesbaden 1993
- Moll, Peter: *Zukunftsforschung in den Niederlanden*, Werkstattbericht Nr. 12 des SFZ, Gelsenkirchen 1995
- Moravec, Hans: „Auf lange Sicht sind wir natürlich völlig obsolet“, in: *c't* Nr. 6/1996, S. 106-111
- Mulder, Karel/van de Weijer, Carlo/Marchau, Vincent: „Prospects for external sources of vehicle propulsion“, in: *Futures* vol. 28, no 10, pp. 919-945, 1996
- Müri, Peter: *Chaos Management. Die kreative Führungsphilosophie*, Zürich 1985
- Niethammer, Lutz: *Posthistoire: Ist die Geschichte zu Ende?*, Reinbek 1989
- Oeser, Erhard: *Wissenschaftstheorie als Rekonstruktion der Wissenschaftsgeschichte. Fallstudien zu einer Theorie der Wissenschaftsentwicklung. Band 2: Experiment, Erklärung, Prognose*, Wien München 1979
- Ono, Ryota/Wedemeyer, Dan J.: „Assessing the Validity of the Delphi Technique“, in: *futures* April 1994

- Orwell 2000, Katalog der internationalen Buchausstellung anlässlich des Schwerpunktthemas „Orwell 2000“ der 36. Frankfurter Buchmesse, Frankfurt 1984
- Peiffer, Stephan: *Technologiefrühaufklärung - Identifikation und Bewertung zukünftiger Technologien in der strategischen Unternehmensplanung*, Hamburg 1992
- Pfeiffer, St./Schmitz, W.: *Internationale Technologieprognosen. Vergleich japanischer und amerikanischer Einschätzungen zur technologischen Entwicklung der Zukunft*, VDI-TZ Düsseldorf 1993
- Pestel, Eduard et al.: *Das Deutschlandmodell. Herausforderungen auf dem Weg ins 21. Jahrhundert*, Frankfurt/M. 1980
- Pforte, Dietger/Schwencke, Olaf (Hrsg.): *Ansichten einer künftigen Futurologie*, München 1973
- Picht, Georg: *Mut zur Utopie. Die großen Zukunftsaufgaben*, München 1970
- Picht, Georg: *Prognose, Planung, Utopie: Die Situation des Menschen in der Zukunft der technischen Welt*, Stuttgart 1971, neuerlich enthalten in ders.: *Zukunft und Utopie*, Stuttgart 1992
- Posner, Roland (Hrsg.) *Warnungen an die ferne Zukunft. Atommüll als Kommunikationsproblem*. München 1990
- Pöter, Wolfgang: *Wahrheitstheorien und die Stellung des Wahrheitsbegriffs in den Sozialwissenschaften*, Münster 1990
- Prior, A. N.: *Past, Present and Future*, Oxford 1967
- Prior, A. N.: *Time and Modality*, Oxford 1957
- Rammert, Werner: „Modelle der Technikgenese. Von der Macht und der Gemachtheit technischer Sachen in unserer Gesellschaft“, in Fricke (1994)
- Rammert, Werner: *Technik aus soziologischer Perspektive. Forschungsstand - Theorieansätze - Fallbeispiele. Ein Überblick*, Oplanden 1993
- Ray, Russ: „Idea Futures: Gambling on Science“, in: *Futurist*, Jan.-Feb. 1997, S. 25-28
- Reinicke, Helmut: „Zeppelin, Karl May und die deutschen Auffahrten nach Dschinnistan“, in: Ute Hoffmann (Hg.): *Wunschträume - Technikträume*, WZB-papers FS II 93 - 101, Wissenschaftszentrum Berlin 1993
- Reynolds, Mark: „Axiomatisation and Decidability of *F* and *P* in Cyclical Time“, in: *J. Phil. Logic* 23, 1994
- Ropohl, Günter: *Eine Systemtheorie der Technik. Zur Grundlegung der allgemeinen Technologie*, München Wien 1979
- Russell, Bertrand: „On the Experience of Time“, 1915, nachgedruckt in *Collected Papers* vol. 7, 1984
- Sackman, H.: *Delphi Assessment: Expert Opinion, Forecasting and Group Process*, Santa Monica/Cal.: RAND Corp. 1974 (RAND-Paper R-1283-PR)
- Saage, Richard (Hrsg.): *Hat die politische Utopie eine Zukunft?* Darmstadt 1992
- Saren, Michael A. / Brownlie, Douglas T.: *A Review of Technology Forecasting Techniques and Their Application*, Bradford 1983
- Schade, D./Weimer-Jehle, W.: *Energieversorgung und Verringerung der CO₂-Emissionen*, Springer: Heidelberg 1996
- Scheibe, M./Skutsch, M./Schofer, J.: „Experiments in Delphi Methodology“, in: Linstone/Turoff (1975), S. 262-287
- Schievelbusch, Wolfgang: *Geschichte der Eisenbahnreise. Zur Industrialisierung von Raum und Zeit im 19. Jahrhundert*, Frankfurt am Main etc. 1979
- Schlange, Lutz: „Linking Futures Research Methodologies. An Application of System Thinking and Metagame Analysis to Nuclear Energy Policy Issues“, in: *futures*, vol. 27, no. 8, pp. 823-838, 1995
- Scholz, Christian: *Strategisches Management, ein integrativer Ansatz*, Berlin 1987
- Schwartz, Peter: „La planification stratégique par scénarios“, in: *futuribles*, Mai 1993, S. 31-50
- Schwartz, Peter: *The Art of the Long View*, New York etc. 1991
- Segner, M.: *Szenario-Technik. Methodische Darstellung und kritische Analyse*, Berlin 1976
- Seiffert, H./Radnitzky, G. (Hrsg.): *Handlexikon zur Wissenschaftstheorie*, München 1992
- Skirbekk, G. (Hrsg.): *Wahrheitstheorien. Eine Auswahl aus den Diskussionen über Wahrheit im 20. Jahrhundert*, Frankfurt/M. 1980
- Slaughter, Richard A.: *The Foresight Principle. Cultural Recovery in the 21st Century*, Westport/Conn. 1995
- Steenbergen, Bart van: „Kritische und Establishment-Futurologie“, in: *Futurum*, Bd. 3, Heft 2, 1970, S. 159-181

- Stegelmann, Hans Ulrich/Peters, Hans Peter/Stein, Gotthard/Münch, Erwin: *Die Früherkennung technologischer Chancen. Realisierung und Perspektiven*, Jül-Spez-433, KFA Jülich März 1988
- Stegmüller, Wolfgang: *Erklärung, Begründung, Kausalität*, Berlin Heidelberg New York 1969, 21983
- Steinmüller, Karlheinz: „Die Rekonstruktion des Paradieses. Technische Utopien der Neuzeit“, in: Calließ, J. (Hrsg.): *Die Wahrheit des Nirgendwo. Zur Geschichte und Zukunft des utopischen Denkens*, Loccumer Protokolle 12/1993
- Steinmüller, Karlheinz: „Looking Back: Die Welt in hundert Jahren“, in: *ZUKÜNFT* Nr. 8, 1994
- Steinmüller, Karlheinz: *Gestaltbare Zukünfte. Zukunftsforschung und Science Fiction. Abschlußbericht des Projekts*, SFZ-Werkstattbericht 13, Gelsenkirchen 1995a
- Steinmüller, Karlheinz: *Drei Beiträge zu Grundfragen der Zukunftsforschung*, SFZ-Arbeitsbericht 2/1995, Gelsenkirchen 1995b
- Steinmüller, Karlheinz: *Zukunftsforschung in Europa. Einblicke in die europäische Prospektivlandschaft*, SFZ-Arbeitsbericht 1/1996, Gelsenkirchen 1996a
- Steinmüller, Karlheinz: „Der nächste große Krieg. Militärische Zukunftsvisionen seit 1763“, in: *ZUKÜNFT* 15, Februar 1996b
- Steinmüller, Karlheinz: „Technologien des 21. Jahrhunderts - Was können wir wissen?“, in: *Scientific Reports. Journal of the Mittweida University for Technology and Economy (FH)*, Vol. III (1997)
- Steinmüller, Karlheinz: „Zukünfte die nicht Geschichte wurden. Zum Gedankenexperiment in Zukunftsforschung und Geschichtswissenschaft“, in: Salewski, Michael (Hrsg.): *Alternativgeschichte* (im Druck/1998)
- Talanga, Josip: *Zukunftsurteile und Fatum*, Bonn 1986
- Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB): *Tätigkeitsbericht für die Zeit vom 01.09.1995 bis 31.08.1996*, TAB-Arbeitsbericht Nr. 48, Bonn Februar 1997
- Textor, Robert B.: „The ethnographic futures research method: an application to Thailand“, in: *futures*, vol. 27, no. 4, May 1995, S. 461-472
- Tschiedel, Robert: „Neun Thesen zu einem neuen Leitbild: Innovationsorientierte Technikfolgenabschätzung und Technikgestaltung“, in: *VITA-Newsletter* 1/97, S. 9-11
- Ulrich, E./Lahner, M.: *Methoden und Informationserfordernisse der technologischen Vorausschau*, Göttingen 1974
- van der Meulen, Bart: „Foresight in den Niederlanden: Methoden, Resultate und Erfahrungen Zukunftsstudien für umweltgerechte Wissenschafts- und Technologiepolitik“, in: Kreibich/Steinmüller/Zöpel (1997)
- van Wee, G. P./Geurs, K. T./van den Brink, R. M. M./van de Waard, J.: *Transport Scenarios for the Netherlands for 2030. A Description of the Scenarios for the OECD Project „Environmental Sustainable Transport“*, RIVM-Rapport 773002009, Bilthoven 1997
- VDI Verein Deutscher Ingenieure: *Technikbewertung – Begriffe und Grundlagen*, VDI-Richtlinie 3780, Düsseldorf 1991
- VDI-Technologiezentrum Physikalische Technologien (Hrsg.): *Technikfolgenabschätzung Zukunftsaufgaben. Früherkennung. Statusseminar Bonn 26. Januar 1989*, Düsseldorf 1989
- von Reibnitz, Ute: *Szenario-Technik. Instrumente für die unternehmerische und persönliche Erfolgsplanung*, Wiesbaden 21992
- von Wright, Georg Henrik: „Determinismus, Wahrheit und Zeitlichkeit. Ein Beitrag zum Problem der zukünftigen kontingenten Wahrheiten“, in: *Studia Leibnitiana*, Band VI, Heft 2 (1974), zitiert nach Kienzle (1994)
- Wack, Pierre: „Scenarios: The Gentle Art of Re-Perceiving. One Thing or Two Learned While Developing Planning Scenarios for Royal Dutch/Shell“, Working paper der Harvard Business School, Boston 1984, reprint in GBN (1996)
- Walter, Dave (Hrsg.): *Today Then. America's Best Minds Look 100 Years into the Future on the Occasion of the 1893 World's Columbian Exposition*, 1992
- Waterkamp, R.: *Futurologie und Zukunftsplanung. Forschungsergebnisse und Ansätze öffentlicher Planung*, Stuttgart etc. 1970
- Weber, Karl: *Wirtschaftsprognostik*, München: Verlag Franz Vahlen 1990
- Weimer-Jehle, Wolfgang: „Die Analyse von 53 Bürgerszenarien zur CO₂-Reduktion“, in: *TA-Informationen*, 3/4 '97, S.24-28
- Wells, H. G.: *Ausblicke auf die Folgen des technischen und wissenschaftlichen Fortschritts für Leben und Denken des Menschen*, Minden 1905 [*Anticipations of the Reaction of Mechanical and Scientific Progress Upon Human Life and Thought*, London 1901]

- Whiston, Tom (Hrsg.): *The Uses and Abuses of Forecasting*, London and Basingstoke 1979
- Wiedemann, Peter M.: „Ungewißheit besser verstehen - Szenariotechnik und Sozialverträglichkeit“, in: *Technische Rundschau* 27/1991
- Wieland, Christoph Martin: *Vermischte Schriften*, 33. Band, Leipzig 1857
- Wieland, Wolfgang: „Aristoteles und die Seeschlacht. Zur Struktur prognostischer Aussagen“, in: *Be-richte zur Wissenschaftsgeschichte* 2 (1979), S. 25-33
- Wilkes, Malte W.: „Die Janssen Delphi-Studie. Eine Interpretation“, in: Janssen-Cilag 1995
- Wilson, Ian H.: „Scenarios“, in: Fowles 1979
- Wise, George: „Accuracy of Technological Forecasts, 1890-1940“, in: *Futures* Oktober 1976
- Wissmann, Gerhard: *Geschichte der Luftfahrt. von Ikarus bis zur Gegenwart. Eine Darstellung der Entwicklung des Fluggedankens und der Luftfahrttechnik*, Berlin 1960
- Woudenberg, Fred: „An Evaluation of Delphi“, in: *Technological Forecasting and Social Change*, 40, 131-150 (1991)
- Zimmermann, Volker: *Methodenprobleme des Technology Assessment. Eine methodologische Analyse*, Karlsruhe 1993 (Kfk-Publikation 5226)
- Zöpel, Christoph: „Einleitung: Zukunftsforschung und Politik“, in: Kreibich/Canzler/Burmeister 1991
Zukunft der Wissenschaft. Forschungsrichtungen und Prognosen, Leipzig etc. 1969
- Zweck, Axel: „Technologiefrüherkennung als Teil integrierten Technologiemanagements“, in: Kreibich/Steinmüller/Zöpel 1997