

Forschungszentrum Karlsruhe

Technik und Umwelt

Wissenschaftliche Berichte

FZKA 6697

Technikbilder und Technikkonzepte
im Wandel – eine technikphilosophische und
allgemeintechnische Analyse

Herausgegeben von

Gerhard Banse

Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse

Bernd Meier

Universität Potsdam

Institut für Arbeitslehre/Technik

Horst Wolffgramm

Frankfurt/Oder

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

2002

Impressum der Print-Ausgabe:

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

**Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Postfach 3640, 76021 Karlsruhe**

**Mitglied der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft
Deutscher Forschungszentren (HGF)**

ISSN 0947-8620

Technikbilder und Technikkonzepte im Wandel – eine technikphilosophische und allgemeintechnische Analyse

Zusammenfassung

Dieser Band enthält Beiträge, die aus dem Fachgespräch „Technikbilder und Technikkonzepte im Wandel – eine technikphilosophische und allgemeintechnische Analyse“ hervorgingen. Dieses Fachgespräch fand am 06. Oktober 2000 im Pädagogischen Landesinstitut Brandenburg in Ludwigsfelde-Struveshof statt und wurde in Zusammenarbeit von Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse, Universität Potsdam, Institut für Arbeitslehre/Technik, und Professor Horst Wolffgramm, Frankfurt (Oder), konzipiert und organisiert. Anliegen des Fachgesprächs war es, Positionen der Technikphilosophie, der Allgemeinen Technikwissenschaft, der Technikgeschichte und der Technikdidaktik zur „Konzeptualisierung“ des Technischen als Grundlage für das generelle Verständnis von Technik bzw. eines wissenschaftlich fundierten „Technikbildes“ zusammenzutragen, zu vergleichen, aufeinander zu beziehen und für die curriculare Arbeit im Rahmen der Konzeptionierung einer allgemeinen technischen Bildung in allen Schulstufen nutzbar zu machen.

Die Beiträge sind entsprechend den zwei Schwerpunkten der Tagung gruppiert: *Einerseits* geht es um Bestimmungen bezüglich eines zeitgemäßen Technikbegriffs („Technikbild“). Hier gilt es auch historisch-genetisch den Technikwandel zu charakterisieren und so die Technik als Menschenwerk, als wesentliches Element unserer Kultur zu erschließen. Dabei muss es zugleich auch gelingen, zukünftige Entwicklungen zu prognostizieren bzw. mögliche Entwicklungspfade sichtbar zu machen, um den Wandel durch Basisinnovationen zu erfassen. Auf dieser Basis werden dann *zweitens*, gestützt auf die Bildungstheorie, Konsequenzen für eine zukunftsorientierte technische Allgemeinbildung für alle Schülerinnen und Schüler abgeleitet. Dazu wird vor allem auf den Zusammenhang von Zielen, Inhalten und fachspezifischen Methoden fokussiert. Einen Schwerpunkt, um die Kompetenzen im Bereich von Technik und Technologie eines jeden allgemeingebildeten Individuums bestimmen zu können, nehmen die typischen Denk- und Arbeitsweisen der Technik und der Technikwissenschaften ein.

Technology Images and Concepts of Technology in Transition – an analysis in the philosophy of technology and general technology

Abstract

This volume contains contributions resulting from an expert discussion on “Technology Images and Concepts of Technology in Transition – an analysis in the philosophy of technology and general technology”. This expert discussion took place on 6 October 2000 at the State Pedagogical Institute Brandenburg in Ludwigsfelde-Struveshof and was conceived and organized co-operatively by the Forschungszentrum Karlsruhe, Institute for Technology Assessment and Systems Analysis, the University of Potsdam, Institute for the Theory of Work/Technology and Professor Horst Wolffgramm, Frankfurt (Oder). It was the aim of the expert discussion to compile, compare and relate the various positions in the philosophy of technology, general technology science, the history of technology and the didactics of technology on the “conceptualisation” of technology as a basis for generally understanding technology or for a scientifically based “image of technology” to each other, and then to make them accessible for curricula within a framework of conceiving general technical education at all school levels.

The contributions are grouped according to the two main foci of the event: On the one hand they are concerned with determining a contemporary concept of technology (“Image of technology”). One of the aims is to characterize technological change from the historical-genetic perspective and in this way to access technology as a work of mankind, as an important element of our culture. At the same time it is necessary to forecast future developments or to make future paths of development visible to enable the indication of change by basic innovations. Second, on this basis and supported by educational theory, conclusions are drawn for future-oriented technical general education for all students. The main focus in this is on the linkage between goals, content and subject-specific methods. In order to enable the determination of competence of any individual possessing general education in the area of technology, much attention is devoted to the typical ways of thinking and working in technology and the technical sciences.

Inhalt

1	Zur Konzeption eines allgemeinen Technikbildes	7
	<i>HORST WOLFFGRAMM</i>	
1.1	Zur Charakteristik der Fortschritte auf dem Gebiet der Technikwissenschaften.....	7
1.2	Zur Theorie des Weltbildes	11
1.3	Inhaltskomponenten eines wissenschaftlich fundierten Technikbildes	12
2	Einführung in den Schwerpunkt I: Fachwissenschaftlich- philosophische Gesichtspunkte	15
	<i>GERHARD BANSE</i>	
3	Technikphilosophische und allgemeintechnische Herausforderungen	19
	<i>GERHARD BANSE</i>	
3.1	Einleitung.....	19
3.2	Gesamtsicht der Technik (Technik„bild“; Technik„konzept“)	21
3.3	Technikgenese	26
3.4	Kognitive und methodologische Grundlagen der Technikwissenschaften.....	30
3.5	Allgemeintechnische Ansätze als adäquate wissenschaftliche Darstellung	34

4	Das Technische und das Nicht-Technische. Eine grundlegende Unterscheidung und ihre kulturelle Bedeutung	37
	<i>ARMIN GRUNWALD</i>	
4.1	Technikbilder und Technikbegriff.....	37
4.2	Technik als Reflexionsbegriff	38
4.3	Das Technische in der Kultur	44
4.4	Jenseits technischer Rationalität.....	46
5	Zur Bestimmung des Verhältnisses von Technik und Naturwissenschaft in der Allgemeinbildung	49
	<i>ULRICH SCHMIDT</i>	
5.1	Problemstellung.....	49
5.2	Lösungsansatz.....	51
5.3	Demonstrationsbeispiel	54
5.4	Zusammenfassung	57
6	Technik-Leitbilder – Technikbilder – Technikgeschichte	59
	<i>TORSTEN MEYER</i>	
6.1	Einleitung.....	59
6.2	Leitbilder der Technik und Technikbilder.....	59
6.2.1	Akteursebene der technischen Intelligenz.....	61
6.2.2	Akteursebene der Techniknutzer.....	62
6.3	Technikgeschichte und Technikbild.....	63
7	Die historische Dimension des technischen Wandels	65
	<i>THOMAS HÄNSEROTH, KLAUS MAUERSBERGER</i>	

8	Neue Bilder?	69
	<i>KLAUS KORNWACHS</i>	
9	Reflexionen über Technik – Perspektiven aus technikphilosophischer Sicht	75
	<i>KÄTHE FRIEDRICH</i>	
10	Technikbilder und Technikbeurteilung in der Bevölkerung	81
	<i>FRITZ GLOEDE</i>	
10.1	Gliederung	81
10.2	Zusammenfassung	81
11	Zu den Gesetzmäßigkeiten der Technikentwicklung	83
	<i>RUDOLF REICHEL</i>	
11.1	Analogien zwischen technischer und biotischer Evolution.....	83
11.2	Selektionskriterien für technische Lösungen.....	84
11.3	Charakteristische Stufen der technischen und biotischen Evolution.....	85
11.4	Bifurkationspunkte der technischen Evolution.....	87
11.5	Verzweigungs- und Kombinationsprozesse	88
11.6	Die Herausbildung von „Nahrungsketten“	90
11.7	Weitere Beispiele der Evolution in der Informationstechnik	91
12	Zur Herausbildung einer Allgemeinen Prozesstechnik der Stoffwandlung im Rahmen der Allgemeinen Technologie	95
	<i>ERNST OTTO REHER, GERHARD BANSE</i>	
12.1	Einführung	95
12.2	Kennzeichnung der Ausgangssituation zur Herausbildung der Allgemeinen Prozesstechnik in der Stoffwandlungstechnik	99

12.3	Disziplinübergreifendes Konzept zur Entwicklung der Allgemeinen Prozesstechnik.....	102
12.4	Zu erwartender Nutzen aus der Allgemeinen Prozesstechnik.....	105
13	Einführung in den Schwerpunkt II: Fachdidaktische Gesichtspunkte	107
	<i>BERND MEIER</i>	
14	Technikbilder im Kopf	111
	<i>HANS-JOACHIM LAABS</i>	
14.1	Zum Gegenstand Technik.....	113
14.2	Technik wahrnehmen, erkennen und speichern.....	114
14.3	Technik erleben	120
14.4	Edukativ nutzbare Erlebensgrundlagen	123
15	Zwölf Thesen zur Soziotechnik	131
	<i>GOTTFRIED SCHNEIDER</i>	
16	Didaktische Prinzipien innerhalb der allgemeinen technischen Bildung.....	135
	<i>HANS SCHULTE</i>	
16.1	Prinzip der mehrperspektivischen Erschließung von technischen Inhalten	135
16.2	Prinzip der Theorie-Praxis-Verschränkung.....	137
16.3	Prinzip der kreativen Problemlösung	138
16.4	Prinzip des Freilegens der Invarianten innerhalb der Technik	139
17	Techniktheorie und Technikdidaktik. Überlegungen zu einem spannungsreichen Verhältnis.....	141
	<i>WILFRIED SCHLAGENHAUF</i>	

18 Zusammenhänge zwischen Technikentwicklung und weiterer Ausgestaltung der Technikdidaktik	149
<i>ANDREAS HÜTTNER</i>	
18.1 Technik – Bezugswissenschaft der Technikdidaktik.....	149
18.2 Technische Trends – Bildungskonsequenzen.....	152
18.3 Fachdidaktische Konzepte zur vorberuflichen Technikbildung.....	153
18.4 Das technikdidaktische Interaktionsmodell.....	156
19 Curriculumentwicklung für eine arbeitsorientierte Allgemeinbildung in der Sekundarstufe I	159
<i>BERND MEIER, HERMANN ZÖLLNER</i>	
19.1 Einführung	159
19.2 Verständnis von Technik, Arbeit und Wirtschaft – Ansprüche aus Sicht der Curriculumentwicklung	160
19.3 Skizze zum didaktischen Modell zur Erschließung der Arbeits- und Wirtschaftswelt.....	163
19.4 Beispiel Warenwirtschaftssystem.....	168
19.5 Zusammenfassung	172
20 Technik und allgemeintechnische Erziehung	175
<i>JANINA PIERAŃSKA, WŁADYSŁAW PIERAŃSKI</i>	
21 Technik in allgemeinbildenden Schulen: Sekundarstufe II – Ansätze und Perspektiven	177
<i>ROLF OBERLIESEN</i>	
21.1 Technische Bildung als Allgemeinbildung – Traditionen und curriculare Entwicklungen.....	177
21.2 Technische Bildung in der Reformperspektive der gymnasialen Oberstufe	180

21.3	Curriculare Ansätze und Erfahrungen in den Bundesländern Nordrhein-Westfalen, Brandenburg und Sachsen-Anhalt	184
21.4	Zukunft technischer Bildung in der gymnasialen Oberstufe – Zusammenfassende Schlussfolgerungen	189
22	Positionen zur Technikdidaktik – Gymnasiale Oberstufe	195
	<i>OLAF CZECH</i>	
22.1	Technik – Bereich der Allgemeinbildung	195
22.2	Technik im Fächerkanon der Sekundarstufe II.....	198
22.3	Das allgemeinbildende Fach Technik in der Sekundarstufe II im Land Brandenburg.....	199
	22.3.1 Ziele.....	199
	22.3.2 Inhalte.....	200
22.4	Probleme und Perspektiven	202
	22.4.1 Kein Konsens in der Gesellschaft beim Unterrichtsfach Technik.....	202
	22.4.2 Technik und Naturwissenschaften.....	203
	22.4.3 Gegenstandsbereiche des Technikunterrichts	204
23	Zu den Begriffen Technik und Technologie sowie zur technischen Allgemeinbildung in Vietnam	209
	<i>NGUYEN VAN CUONG</i>	
23.1	Zu den Begriffen Technik und Technologie.....	209
23.2	Zur Entwicklung und zum Stand der technischen Allgemeinbildung	210
	23.2.1 Überblick über die historisch-gesellschaftlichen Bedingungen ...	210
	23.2.2 Die Einführung der Arbeitserziehung in der Schule im Zeitraum von 1945 bis 1954	211
	23.2.3 Die Technische Bildung in Nordvietnam im Zeitraum von 1954 bis 1975	212
	23.2.4 Die Technische Bildung in Südvietnam im Zeitraum von 1954 bis 1975	213

23.2.5	Die Technische Bildung im einheitlichen Land im Zeitraum von 1975 bis 2000.....	215
23.2.6	Das Konzept des Technologieunterrichts für die Zeit nach 2000	216
23.2.7	Zusammenfassung	218
23.3	Standpunkt zu den Begriffen Technik und Technologie für die Weiterentwicklung der technischen Allgemeinbildung in Vietnam.....	218
Literatur		221
Autoren		235

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Medienkompetenz als technisches Handeln als Verstehen, Wissen, Nutzung.....	78
Tabelle 2: Stufen der Technikevolution	86
Tabelle 3: Aspekte und Elemente von Arbeitssystemen	166
Tabelle 4: Schüler zwischen Naturwissenschaft und Technik – Unterschiede in den Tätigkeitsstrukturen	204
Tabelle 5: Technologieunterricht in der Grundschule ab 2000	217
Tabelle 6: Technologieunterricht in der Sekundarstufe I nach 2000.....	217

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die drei Bereiche der Wirklichkeit	8
Abbildung 2: Gliederung der Technikwissenschaften	10
Abbildung 3: Allgemeines Organstrukturmodell technischer Systeme	13
Abbildung 4: Modell der Phylogenese technischer Systeme (Entstehung zunehmend komplexer Arbeitsmittel durch Übertragung menschlicher Arbeitsfunktionen auf die Technik)	14
Abbildung 5: Technikgenese als mehrstufiger Selektionsprozess	28
Abbildung 6: Aktuelle allgemeintechnische Konzeptionen.....	35
Abbildung 7: Nutzung des Hebelprinzips zur Erzeugung einer hohen Druckkraft	56
Abbildung 8: Diskrete Entwicklungsstufen der Speichergröße	85
Abbildung 9: Bifurkationspunkte der technologischen Entwicklung	87
Abbildung 10: Ausbreitungsverlauf konkurrierender Innovationen	88
Abbildung 11: Beispiel eines konvergenten Evolutionsprozesses (Digitale Bildaufzeichnung).....	89
Abbildung 12: Prognose der „Nahrungskette“ IT für 2000	90
Abbildung 13: Evolution der Matrix-Flachdisplays	92
Abbildung 14: Entwicklungswege der Mikrolithografie	93
Abbildung 15: Die technologische Expansion der Mikroelektronik.....	94

Abbildung 16: Beiträge der Wissenschaften zur Aufklärungs- und Metatheoriefunktion der Allgemeinen Technologie (qualitativ)	96
Abbildung 17: Hierarchie zu Beiträgen der Allgemeinen Technologie.....	97
Abbildung 18: Schnittmenge zur Allgemeinen Technologie (generell)	98
Abbildung 19: Schnittmenge der Allgemeinen Prozesstechnik als i. Aufgabenstellung in Abbildung 18	99
Abbildung 20: Schritte der Herausbildung einer methodisch einheitlichen Darstellung der Stoffwandlungstechnik	100
Abbildung 21: Herausbildung technologischer Wissenschaftsdisziplinen der Stoffwandlungstechnik	101
Abbildung 22: Paradigmen in der historischen Kette der Stofftechnik	102
Abbildung 23: Gliederung der Hauptprozesse der Stofftechnik.....	104
Abbildung 24: Sehen eines nichtvorhandenen Vierecks.....	116
Abbildung 25: Arbeiter an einer Ständerbohrmaschine.....	116
Abbildung 26: Erleben von Technikanforderungen und ihren Bewältigungen	127
Abbildung 27: Traditionelles und mehrperspektivisches Technikverständnis	136
Abbildung 28: Handeln im Zielkonflikt.....	137
Abbildung 29: Wechselbeziehungen.....	138
Abbildung 30: Funktionsstruktur einer NC-Drehmaschine (vereinfacht)	140
Abbildung 31: Schematische Zusammenfassung der Bestimmungsstücke des Interaktionsmodells für den Technikunterricht.....	157
Abbildung 32: Zusammenhänge zur Bestimmung der Inhalte der Arbeitslehre.....	163
Abbildung 33: Strukturmerkmale der Arbeits- und Wirtschaftswelt.....	165

Abbildung 34: Technik in der allgemeinbildenden Sekundarstufe II Curriculare Entwicklungen in Deutschland – Übersicht	191
Abbildung 35: Konzeptansatz zur Auswahl und Bearbeitung von Lerngegenständen	206

Einleitung

Am 06. Oktober 2000 fand im Pädagogischen Landesinstitut Brandenburg in Ludwigsfelde-Struveshof das Fachgespräch „Technikbilder und Technikkonzepte im Wandel – eine technikphilosophische und allgemeintechnische Analyse“ statt. Es wurde in Zusammenarbeit von Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse, Universität Potsdam, Institut für Arbeitslehre/Technik, und Professor Horst Wolffgramm, Frankfurt (Oder), konzipiert und organisiert.

Anliegen des Fachgesprächs war es, Positionen der Technikphilosophie, der Allgemeinen Technikwissenschaft, der Technikgeschichte und der Technikdidaktik zur „Konzeptualisierung“ des Technischen als Grundlage für das generelle Verständnis von Technik bzw. eines wissenschaftlich fundierten „Technikbildes“ zusammenzutragen, zu vergleichen, aufeinander zu beziehen und für die curriculare Arbeit im Rahmen der Konzeptionierung einer allgemeinen technischen Bildung in allen Schulstufen nutzbar zu machen.

Aus dieser Zielstellung wird deutlich – und der Gegenstandsbereich legt es natürlich auch nahe –, dass Forschung über gesellschaftliche Technikbilder und Technikkonzepte nicht in einer einzigen Fachdisziplin angesiedelt werden kann. Deshalb wurden zu diesem Fachgespräch Philosophen, Technikspezialisten und Didaktiker eingeladen, der 22 Vertreter der genannten Disziplinen gefolgt waren (siehe dazu den Anhang zur „Einleitung“). Ihnen lag rechtzeitig ein Thesenmaterial vor, das aus 15 vorab eingereichten Statements bestand. Damit wurde erreicht, dass nicht eine Vielzahl von Referaten gleichsam nacheinander „abgearbeitet“ wurden, sondern ein Gedankenaustausch über das Vorgelegte erfolgte. „Ausnahmen“ bildeten

- die *Eröffnung* durch Herrn Professor Dr. *Reinhold Kliegl*, Prodekan der Humanwissenschaftlichen Fakultät der Universität Potsdam;
- die *Einführung in das Fachgespräch* durch Herrn Professor Dr. *Horst Wolffgramm*, Frankfurt (Oder);
- die *Einführung in den Schwerpunkt I „Fachwissenschaftlich-philosophische Gesichtspunkte“* durch Herrn Professor Dr. *Gerhard Banse*, Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse, sowie
- die *Einführung in den Schwerpunkt II „Fachdidaktische Gesichtspunkte“* durch Herrn Professor Dr. *Bernd Meier*, Universität Potsdam, Institut für Arbeitslehre/Technik.

Die Tagung fixierte somit zwei Schwerpunkte:

- Einerseits ging es um Bestimmungen bezüglich eines zeitgemäßen Technikbegriffs („Technikbilder“). Hier galt es auch historisch-genetisch den Technikwandel zu charakterisieren und so die Technik als Menschenwerk, als wesentliches Element unserer Kultur zu erschließen. Hier sind zukünftig nach wie vor in erster Linie Technikphilosophen, Ingenieurwissenschaftler und Allgemeine Technologen gefordert. Dabei muss es zugleich auch gelingen, zukünftige Entwicklungen zu prognostizieren bzw. mögliche Entwicklungspfade sichtbar zu machen, um den Wandel durch Basisinnovationen, durch Zukunftstechnologien zu erfassen.
- Auf dieser Basis wurden dann, gestützt auf die Bildungstheorie, Konsequenzen für eine zukunftsorientierte technische Allgemeinbildung für alle Schülerinnen und Schüler abgeleitet. Das wird – so zeigte das Gespräch – immer besser gelingen, wenn auf den Zusammenhang von Zielen, Inhalten und fachspezifischen Methoden fokussiert wird. Einen Schwerpunkt werden hierbei die typischen Denk- und Arbeitsweisen der Technik und der Technikwissenschaften einnehmen müssen, um die Kompetenzen im Bereich von Technik und Technologie eines jeden allgemeingebildeten Individuums bestimmen zu können.

Der Verlauf des Fachgesprächs führte auch zu dem Wunsch, seine Erträge zu fixieren. Sinnvoll erschien, das jedoch nicht in Form eines „Gesprächsprotokolls“ zu realisieren, sondern als Zusammenstellung einerseits von umfangreicheren Texten auf der Grundlage eingereicherter Statements, andererseits durch Beiträge von „Externen“, um das Dargestellte zu komplettieren. Ergebnis ist das hiermit vorgelegte Material, das der Fachöffentlichkeit zur Diskussion und Anregung übergeben wird. Denn zumindest in einem waren sich alle Teilnehmer des Fachgesprächs einig: Es sollte eine Fortführung auf der Grundlage des in der bisherigen Diskussion Begonnenen bzw. Erreichten finden.

In diesem Sinne erhoffen sich die Initiatoren des Fachgesprächs eine anregende Rezeption dieses FZK-Berichts, dessen gestalterisch-technische Vorbereitung in dankenswerter Weise durch Frau Waltraud Laier (FZK/ITAS) erfolgte.

Gerhard Banse
Bernd Meier
Horst Wolffgramm

Karlsruhe, Potsdam, Frankfurt (Oder), Juni 2001

Teilnehmer des Fachgesprächs

Banse, Gerhard; Professor Dr. sc. phil.; Forschungszentrum Karlsruhe GmbH Technik und Umwelt, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse

Cuong, Nguyen van; Dr.; Universität Hanoi und Universität Potsdam, Institut für Arbeitslehre/Technik

Czech, Olaf; Dr. paed.; Universität Potsdam, Institut für Arbeitslehre/Technik

Friedrich, Käthe; Dr. phil.; Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Lehrstuhl Technikphilosophie

Hartmann, Elke; Professor Dr. paed. habil.; Martin-Luther-Universität Halle, FB Ingenieurwissenschaften, Institut für Umwelttechnik, Abt. Technikdidaktik und Umwelterziehung

Hein, Christian; Professor Dr. paed. habil.; Westfälische Wilhelms-Universität, Institut für Technik und ihre Didaktik

Laabs, Hans-Joachim; PD Dr. paed. habil.; Universität Potsdam, Institut für Arbeitslehre/Technik

Meier, Bernd; Professor Dr. paed. habil.; Universität Potsdam, Institut für Arbeitslehre/Technik

Muszynski, Bernhard; Professor Dr.; Universität Potsdam, WiB

Oberliesen, Rolf; Professor Dr.; Universität Bremen, FB 12, Institut für arbeitsorientierte Allgemeinbildung

Petsche, Hans-Joachim; Professor Dr. phil. habil.; Universität Potsdam, Institut für Philosophie

Pierańska, Janina; Dr. paed.; Uniwersytet Opole, Instytut techniki

Pierański, Władysław; Dr. paed.; Uniwersytet Opole, Instytut techniki

Reher, Ernst-Otto; Professor Dr.-Ing. Dr. sc. techn.; Halle/Saale

Reichel, Rudolf; Professor Dr. oec. habil.; Berlin

Sachs, Burghard; Professor; Pädagogische Hochschule Freiburg

Schlagenhauf, Wilfried; Dr.; Pädagogische Hochschule Freiburg

Schneider, Gottfried; Professor Dr.-Ing. habil.; Pädagogische Hochschule Erfurt, Institut für Technische Wissenschaften und Betriebliche Entwicklung

Schulte, Hans; Professor Dr.; Universität Flensburg, Institut für Technik und ihre Didaktik

Tri, Nguyen Duc; Professor Dr.; Nationales Institut für die Entwicklung der Bildung; Hanoi, Vietnam

Wolffgramm, Horst; Professor Dr. sc. nat.; Frankfurt (Oder)

Zöllner, Herrmann; Schulrat; Pädagogisches Landesinstitut Potsdam

Geleitwort¹

Sehr geehrte Damen und Herren,

es ist mir eine besondere Freude, Sie im Namen der Humanwissenschaftlichen Fakultät der Universität Potsdam begrüßen zu dürfen. Die Fakultät gibt es schon länger, den Namen der Fakultät erst seit einigen Monaten. Die Umbenennung von „Philosophische Fakultät II“ in „Humanwissenschaftliche Fakultät“ repräsentiert für viele von uns deutlich mehr als eine oberflächliche Kosmetik; sie reflektiert eine programmatische Ausrichtung.

Das hiesige Institut für Arbeitslehre/Technik und das Karlsruher Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse, und insbesondere die Kollegen Bernd Meier und Gerhard Banse sowie Horst Wolffgramm, zeigen mit der Einladung zu diesem Fachgespräch über „Technikbilder und Technikkonzepte im Wandel“ nahezu paradigmatisch, welche innovativen Inhalte wir bearbeiten wollen. Der Fakultät kommt es in diesem Zusammenhang vor allem auch immer darauf an, ihre internationale Visibilität zu erhöhen und insbesondere auch interdisziplinäre Aspekte stärker zu gewichten.

Lassen Sie mich mit dem internationalen Aspekt beginnen, weil der mir die Gelegenheit gibt, die Teilnehmer aus Polen und Vietnam besonders herzlich zu begrüßen. Humanwissenschaften können wir nur global denken. Wir wünschen uns sehr, dass Ihrem Besuch weitere folgen – sowohl von Ihrer Seite als auch von unserer Seite – und dass Sie auch daran denken, möglichst früh Ihre Studenten in diesen internationalen Austausch mit einzubeziehen.

Was sind innovative Inhalte in der arbeitsorientierten technisch-ökonomischen Bildung? Wenn ich meinem Eindruck trauen darf, dann vollzieht sich zur Zeit eine Wende von einer eher technikfeindlichen hin zu einer technikfreundlichen Grundeinstellung – aber vielleicht ist hier auch der Wunsch Vater des Gedanken.

Aus wissenschaftlicher und insbesondere humanwissenschaftlicher Perspektive ist der hohe Stellenwert der Technik für die Gesellschaft keine Frage. Ich wünsche, dass es Ihnen mit diesem leichten Rückenwind gelingt, die im Programm dieser Tagung erkennbaren differenzierten Konzeptualisierungen einer breiten Öffentlichkeit nahe zu bringen und insbesondere auch in angemessener Weise in den Curricula von Schule und Hochschule zu verankern.

Aus dem Programm wird deutlich, und der Gegenstandsbereich legt es natürlich auch nahe, dass Forschung über gesellschaftliche Technikbilder und Technikkonzepte nicht in

1 Eröffnungsrede zum Fachgespräch.

einer Fachdisziplin angesiedelt werden kann. Ich freue mich, dass diese Tagung von Philosophen, Technikspezialisten und Didaktikern besucht wird. Gewünscht hätte ich mir auch Beiträge aus meiner eigenen Disziplin, der Psychologie. Vielleicht ist das ein Desiderat für die Zukunft. In der Fakultät jedenfalls klappt die Zusammenarbeit bereits hervorragend. Wir alle sind letztlich aufgefordert, hier neue Wege zu suchen. Eine Grundheuristik einer humanwissenschaftlichen Fakultät sollte sein, dass innovative Inhalte sehr häufig aus interdisziplinären Arbeiten resultieren.

Die Tagung fixiert zwei Schwerpunkte, die zugleich auch das Programm strukturieren:

- Einerseits geht es um Bestimmungen bezüglich eines zeitgemäßen Technikbegriffs, Sie sprechen von „Technikbildern“. Hier gilt es auch historisch-genetisch den Technikwandel zu charakterisieren und so die Technik als Menschenwerk, als wesentliches Element unserer Kultur zu erschließen. Hier sind in erster Linie Technikphilosophen, Ingenieurwissenschaftler und Allgemeine Technologen gefordert. Dabei muss es Ihnen zugleich gelingen, auch zukünftige Entwicklungen zu prognostizieren, um den Wandel durch Basisinnovationen, durch Zukunftstechnologien zu erfassen.
- Auf dieser Basis gilt es dann, gestützt auf die Bildungstheorie Konsequenzen für eine zukunftsorientierte technische Allgemeinbildung für alle Schülerinnen und Schüler abzuleiten. Das wird Ihnen um so besser gelingen, als Sie hier den Zusammenhang von Zielen, Inhalten und fachspezifischen Methoden fokussieren. Einen Schwerpunkt werden hierbei die typischen Denk- und Arbeitsweisen der Technik und der Technikwissenschaften einnehmen müssen, um die Kompetenzen im Bereich von Technik und Technologie eines jeden allgemeingebildeten Individuums zu bestimmen.

Neben dem Erfolg, den ich Ihrer Tagung wünsche, hoffe ich, dass Sie auch jenseits der Fachgespräche Zeit finden, sich mit Ihren Kollegen auszutauschen und Sie sich hier wohlfühlen.

Ich danke dem Pädagogischen Landesinstitut Brandenburg für die hervorragende Unterstützung in der Tagungsorganisation und für die Schaffung der guten äußeren Bedingungen als Basis für eine gelungene Tagung. Dem Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse des Forschungszentrums Karlsruhe gilt der Dank für die konstruktive Zusammenarbeit zur Entwicklung des Tagungsprogramms und für die Unterstützung bei der Veröffentlichung der Tagungsergebnisse.

Professor Dr. Reinhold Kliegl

Universität Potsdam

Prodekan der Humanwissenschaftlichen Fakultät

1 Zur Konzeption eines allgemeinen Technikbildes

Horst Wolffgramm

Die sich gegenwärtig vollziehenden gesellschaftlichen Umwälzungs- und Umstrukturierungsprozesse werden ganz wesentlich geprägt von den revolutionären Veränderungen in der technologischen Produktionsweise unserer Epoche und den qualitativen Fortschritten in den Wissenschaften. Die umfassende Technisierung aller Bereiche des gesellschaftlichen Lebens und die offensichtliche Rolle der Technik als treibendes Agens dieser Entwicklungsprozesse haben naturgemäß auch zu einer verstärkten theoretischen Beschäftigung mit dem Gegenstand Technik geführt. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass die Technik und die Technikentwicklung wie nie zuvor zum Gegenstand auch weltanschaulicher Diskussionen geworden sind.

Die Frage nach dem Platz, der Rolle und der Funktion der Technik im Leben der menschlichen Gesellschaft umfasst eine komplexe Problematik. Sie ist deshalb eine interdisziplinäre Aufgabe, deren Lösung nur als Gemeinschaftsleistung von Philosophen, Technikwissenschaftlern, Technikhistorikern, Ökonomen, Soziologen, Psychologen, Pädagogen, Technikdidaktikern, Ethikern u. a. denkbar ist. Bei dem gegenwärtig erreichten Erkenntnis- und Diskussionsstand zur Technikproblematik erscheint es durchaus möglich und notwendig, die breit gestreuten (und oft noch isoliert voneinander betriebenen) Aktivitäten zusammenzuführen. Wesentlicher Gegenstand und das Ziel dieser Bemühungen sollte (auf der Basis der Analyse des bisher erreichten Ausarbeitungsstandes der Problematik) der Entwurf einer Gesamtkonzeption einer allgemeinen Techniklehre und die Bestimmung der Gestaltungskomponenten eines wissenschaftlich fundierten Technikbildes unserer Zeit sein. Auf diese Weise ließe sich ein den Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis widerspiegelndes Bild von der Technik, ihrer gesellschaftlichen Funktion, ihrer Rolle für den gesellschaftlichen Fortschritt und ihrem Platz in einem universellen Weltbild entwerfen.

1.1 Zur Charakteristik der Fortschritte auf dem Gebiet der Technikwissenschaften

In den letzten Jahrzehnten wurden unübersehbare qualitative Fortschritte im Bereich der Technikwissenschaften erreicht, die ein neues Stadium ihrer Entwicklung charakterisieren. Sie zeigen sich vor allem in der (philosophisch orientierten) Ausarbeitung eines allgemei-

nen Technikbegriffs als eine der grundlegenden Kategorien, die im Bedeutungsfeld auf einer Ebene mit den Kategorien Natur und Gesellschaft anzusiedeln ist.

Die Technik bildet danach neben der Natur und der Gesellschaft einen dritten (relativ selbständigen) Bereich der Wirklichkeit (vgl. Wolffgramm 1997, S. 16). Der Platz der Technik in diesem Kategoriensystem „Natur – Technik – Gesellschaft“ lässt sich als Brücke zwischen Natur und Gesellschaft modellieren (vgl. Abbildung 1). Den ersten Bereich der Wirklichkeit bildet die Natur. Aus ihr entwicklungsgeschichtlich hervorgegangen, aber nach wie vor durch unlösbarer Beziehungen mit ihr verbunden, ist die menschliche Gesellschaft als sozialer Organismus der Gesamtheit der sozialen Beziehungen der Menschen und durch spezifische Gesetzmäßigkeiten charakterisierter Bereich der Wirklichkeit.

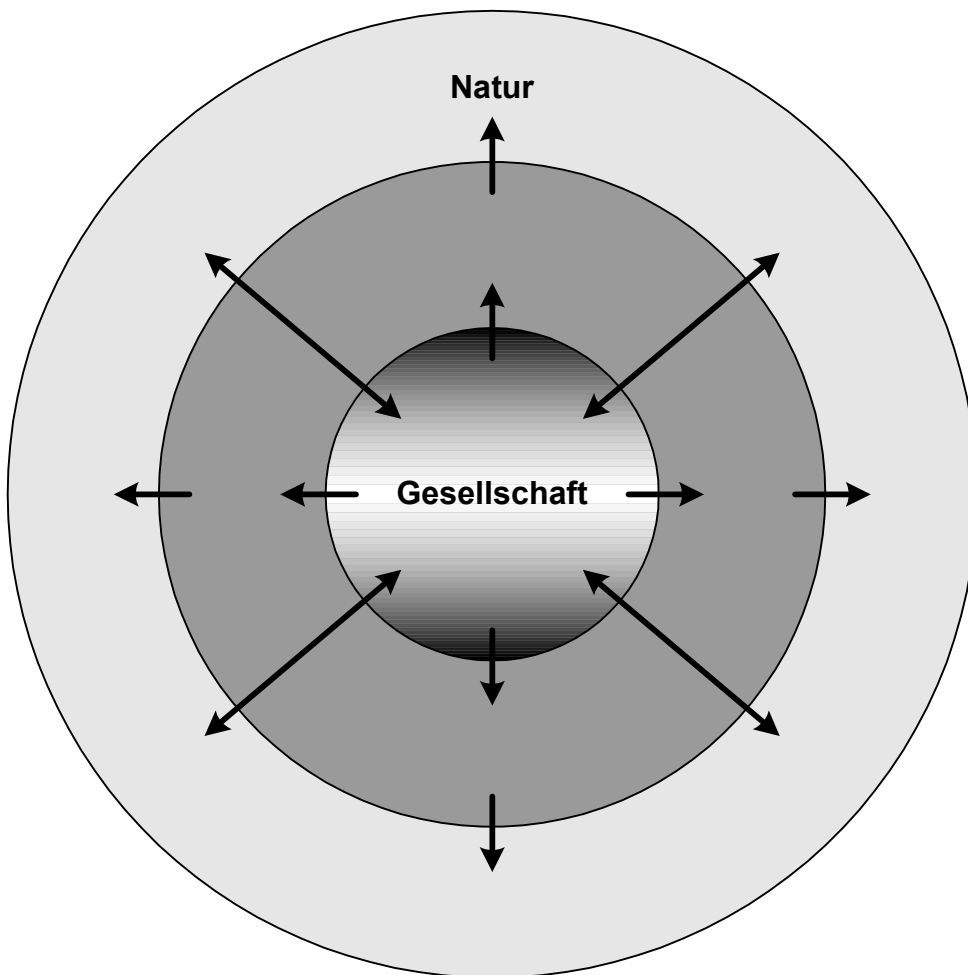


Abbildung 1: Die drei Bereiche der Wirklichkeit

Zur Sicherung seiner Existenz (insbesondere zur Befriedigung seiner materiellen Bedürfnisse) hat sich der Mensch Mittel geschaffen zur Auseinandersetzung mit und Aneignung der Natur und diese ständig weiterentwickelt. Alle diese vom Menschen aus Natursubstra-

ten geschaffenen materiellen Mittel und Verfahren zur Existenzsicherung und Bedürfnisbefriedigung bilden in ihrer Gesamtheit die Technik.

Sie haben sich zu einer spezifisch strukturierten technischen Umwelt des Menschen entwickelt, die neben der menschlichen Welt und der natürlichen Umwelt als eine „dritte Welt“ relativ selbständigen Charakters existiert. Ihre relative Selbständigkeit ist darin begründet, dass sie nur in Wechselwirkung mit den beiden anderen existiert, und sich erst in der spezifischen Verwendung als Mittel menschlicher Auseinandersetzung mit der Natur der Sinn technischer Systeme erfüllt.

Die detaillierte Ausarbeitung eines allgemeinen Technikbegriffs ist vor allem mit der Bestimmung der spezifischen Merkmale der Technik verbunden, die letztlich der Erkenntnis ihres Wesens zugrunde liegen (vgl. Wolffgramm 1997, S. 21ff.). Zu diesen Spezifika gehören die Finaldeterminiertheit, die realisierte integrative Einheit natürlicher und gesellschaftlicher Momente, der komplexe Charakter, die Multipotenz der Lösungen technischer Aufgaben u. a.

Der gesellschaftliche Charakter der Technik impliziert eine Reihe von Dimensionen, die ihre Komplexität ausmachen (vgl. Ropohl 1999a, S. 29; Wolffgramm 1997, S. 19). Zuallererst ist die Technik als Mittel zur Aneignung, Sicherung und ständigen Verbesserung der materiellen Lebensbedingungen *Produktivkraft*. Sie ist darüber hinaus aber auch *Sozialkraft*, weil sie als Mittel humaner gesellschaftlicher Beziehungen und zur Entfaltung demokratischer und sozialer Strukturen durch ihren Einsatz bei der Gestaltung und Realisierung von Kommunikations-, Leitungs-, Organisations- und Planungsprozessen dient. Schließlich fungiert die Technik als *Humankraft*, wenn wir ihre Funktion als Mittel menschlicher Selbstverwirklichung und Schöpferkraft sowohl als wesentlichen Faktor des Menschwerdungsprozesses wie fortdauernd als Determinante des weiteren Fortschritts der Menschheitsentwicklung sehen. Das schließt auch ihre Bedeutung für die Wissenschaftsentwicklung und ihre Funktion bei der Humanisierung und Vertiefung der Bildungsmöglichkeiten und der medizinischen Versorgung ein. Endlich ist die Technik auch *Kulturkraft*, wenn wir ihre Nutzung zur Befriedigung geistiger und kultureller Bedürfnisse und für eine sinnvolle kreative Freizeitgestaltung sehen. Bei der Darstellung der Dimensionen der Technik darf ihre potentielle Komponente als *Destruktivkraft* nicht unberücksichtigt bleiben (Umweltbelastung, militärische Massenvernichtungsmittel, Ressourcenerschöpfung u. a.).

Diese Fortschritte in der Ausarbeitung des Technikbegriffs als grundlegender Kategorie haben zugleich die Basis dafür geschaffen, dass sich die Technikwissenschaften als eigenständiger Bereich innerhalb des Wissenschaftssystems konstituieren (vgl. Buchheim, Sonnemann 1990, S. 417ff.; Wolffgramm 1997, S. 40) und die ersten Umrisse eines metatheoretischen Gesamtkonzepts der Technikwissenschaften formuliert werden konnten (siehe dazu auch Autorenkollektiv 1980; Iwanow, Tscheschew 1982 – vgl. Abbildung 2).

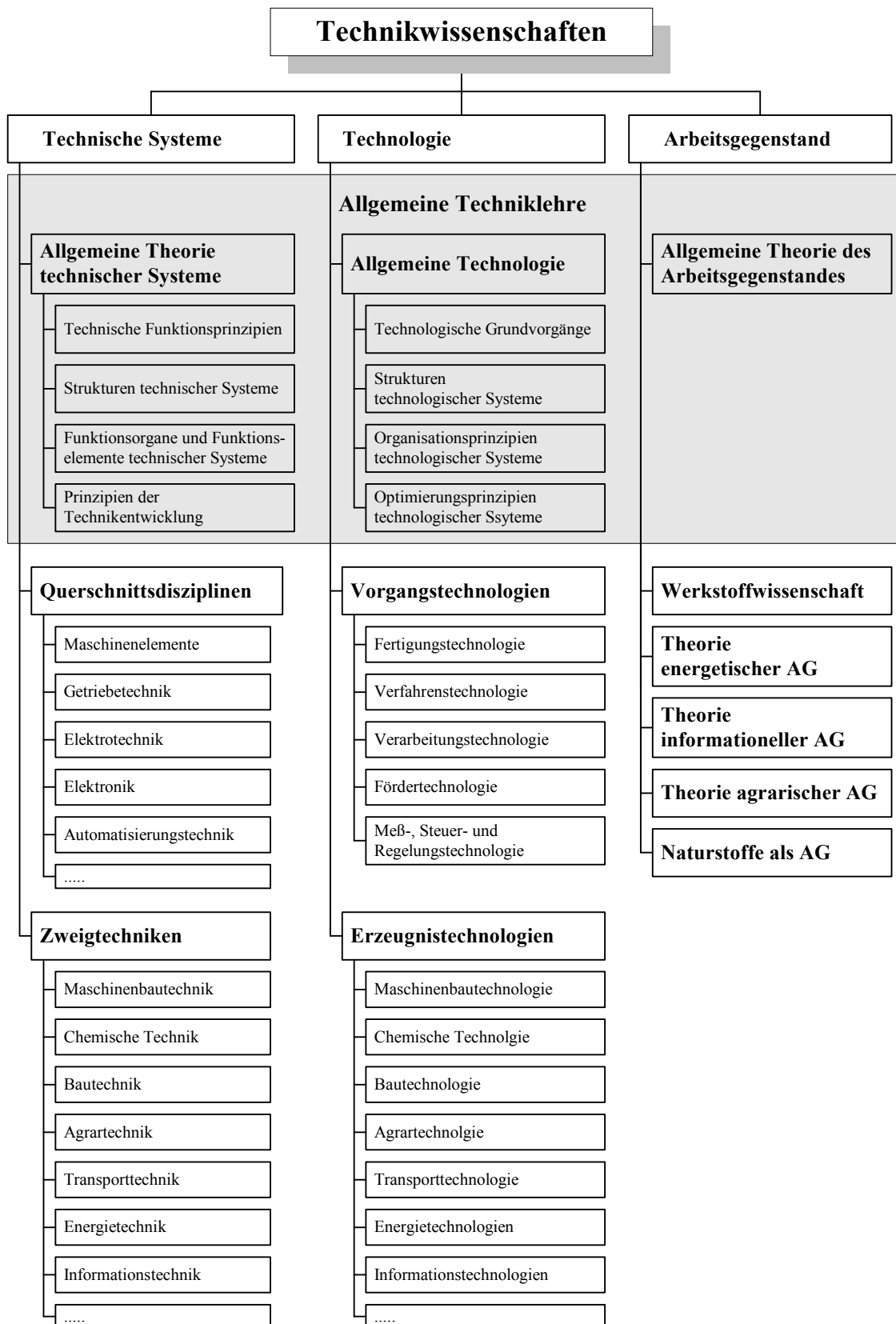


Abbildung 2: Gliederung der Technikwissenschaften

Dazu gehören u. a. die Bestimmung des Objektbereiches der Technik, die Ausarbeitung des grundlegenden Begriffssystems und wesentlicher Theorien, die systematische Ordnung und Darstellung der technischen Systeme, die Formulierung allgemeiner Technikgesetze und Prinzipien, der Entwurf allgemeiner Modelle sowie eine klassifikatorische Gliederung des Gesamtgebäudes der Technikwissenschaften.

1.2 Zur Theorie des Weltbildes

Unter *Weltbild* verstehen wir eine anschauliche (modellhafte) Darstellung der Welt als konkretes, strukturiertes, räumliches und zeitliches Ganzes. Es fasst den in einer Zeit jeweils vorhandenen Erkenntnisstand der Wissenschaft über die objektive Realität zusammen und ist gewissermaßen der Versuch, die Welt anschaulich zu begreifen. Jedes Weltbild hat historischen Charakter. Entsprechend dem Wissenschaftsfortschritt unterliegt es ständiger Entwicklung und Fortschreibung.

Die einzelnen Wissenschaftsdisziplinen entwerfen über den von ihnen untersuchten Wirklichkeitsbereich spezielle Weltbilder. In diesem Zusammenhang sprechen wir z. B. vom astronomischen Weltbild, vom physikalischen Weltbild, vom Geschichtsbild oder vom Menschenbild. Bei aller Berechtigung solcher „Teil“-Darstellungen müssen sie jedoch immer als Ausschnitte eines einheitlichen Weltbildes begriffen werden, in dem die Erkenntnisse der einzelnen Wissenschaften zu einem einheitlichen Ganzen zusammengefügt werden, entsprechend der objektiven Einheit der Welt.

Über die anschauliche Darstellung der wissenschaftlichen Erkenntnisse hinaus enthält das Weltbild auch immer weltanschauliche Komponenten in Form philosophischer Verallgemeinerungen und weltanschaulichen Grundpositionen und Betrachtungsweisen.

Jedes Weltbild umfasst im wesentlichen vier charakteristische Aussagenbereiche, zu denen die einzelnen Wissenschaften ihren spezifischen Beitrag liefern:

- Aussagen zum Wesen des betreffenden Wirklichkeitsbereichs,
- Aussagen zu seinen konstituierenden Elementen und Systemen, zu deren Struktur und hierarchischen Ordnung sowie zu den grundlegenden Prozessen und Gesetzmäßigkeiten,
- Aussagen zum Ursprung, zur Entstehung und Entwicklung des Wirklichkeitsbereiches sowie zu den dabei wirkenden Triebkräften und Gesetzmäßigkeiten,
- Aussagen zu den Beziehungen zwischen Menschen, Gesellschaft und dem betreffenden Wirklichkeitsbereich, zur Bedeutung, den Werten und dem Sinn des betreffenden Wirklichkeitsbereiches für das menschliche und gesellschaftliche Leben.

1.3 Inhaltskomponenten eines wissenschaftlich fundierten Technikbildes

Für den Wirklichkeitsbereich „Technik“ ergeben sich daraus folgende gravierende Inhaltsfelder für den Platz und die Funktion der Technik im Weltbild unserer Epoche:

- *Bestimmung des Wesens der Technik* und der wesentlichen Grundlagen eines universellen Technikverständnisses. Dazu sollten im einzelnen gehören:
 - Platz der Technik in der Triade Natur – Gesellschaft – Technik,
 - Technik als wesentlicher Faktor und Existenzbedingung der menschlichen Gesellschaft und ihrer Höherentwicklung,
 - Dimensionen des Technikbegriffs (philosophisch, technisch/technologisch, kulturell, soziologisch, ökonomisch, politisch, ethisch, ökologisch usw.),
 - Spezifika (Besonderheiten und Gemeinsamkeiten) des Technischen gegenüber den anderen Bereichen der Wirklichkeit,
 - Grundlegende Technikgesetze (Klassen, Hierarchien, Wirkungsbereiche),
 - Stellung der Technikwissenschaften im Wissenschaftsgebäude, das System der Technikwissenschaften.
- *Aussagen zu grundlegenden technischen Systemen* der einzelnen Hierarchieebenen sowie zu den technologischen Prozessen und ihren Gesetzmäßigkeiten:
 - Objektbereiche der Technik: technische Systeme, technologische Vorgänge, Arbeitsgegenstände (Werkstoffe, Rohstoffe, Energieträger, Signale u. a.),
 - Klassen technischer Systeme, ihre Systematik und hierarchische Ordnung,
 - Funktionen und Strukturen technischer Systeme sowie allgemeine Struktur- und Funktionsmodelle (Abbildung 3 gibt ein Beispiel für ein allgemeines Strukturmodell technischer Systeme),
 - Allgemeine Prinzipien der rationellen Prozessgestaltung, Material- und Energienutzung, Prinzipien der Ökologisierung technischer Systeme.
- *Aussagen zur Entstehung und Entwicklung der Technik* im Prozess der Menschwerdung und der menschlichen Gesellschaft, zu Triebkräften und Gesetzmäßigkeiten ihrer Entwicklung, zu Platz und Rolle technischer Revolutionen in der Geschichte der menschlichen Gesellschaft:
 - Spezifika, Triebkräfte, Strategien und Verlaufsformen der Technikevolution,
 - Selektionsprozesse und Selektionskriterien,
 - Stufen der Technikentwicklung (Abbildung 4 zeigt ein Modell der phylogenetischen Evolution technischer Funktionssysteme),
 - Evolutionstrends, Evolutionsschritte, Evolutionsetappen,
 - Evolutionsgesetze, Evolutionsprinzipien,
 - Technikrevolutionen in der Menschheitsgeschichte; Charakteristika und Funktionen in der Gesellschaftsgenese.

- *Aussagen zur Mensch-Technik-Relation*, zum technischen Schöpfertum des Menschen sowie zur humanen Verantwortung bei der Technikentwicklung und Techniknutzung:
 - Technik als gesellschaftliche (sozio-kulturelle) Erscheinung,
 - Die Mensch-Technik-Relation, Subjektfunktion des Menschen gegenüber der Technik,
 - Technik als Produktiv-, Sozial-, Human- und Kulturkraft,
 - Techniknutzung und soziale Verantwortung,
 - Technik als universelles Feld menschlichen Schöpfertums,
 - Technikbewertung.

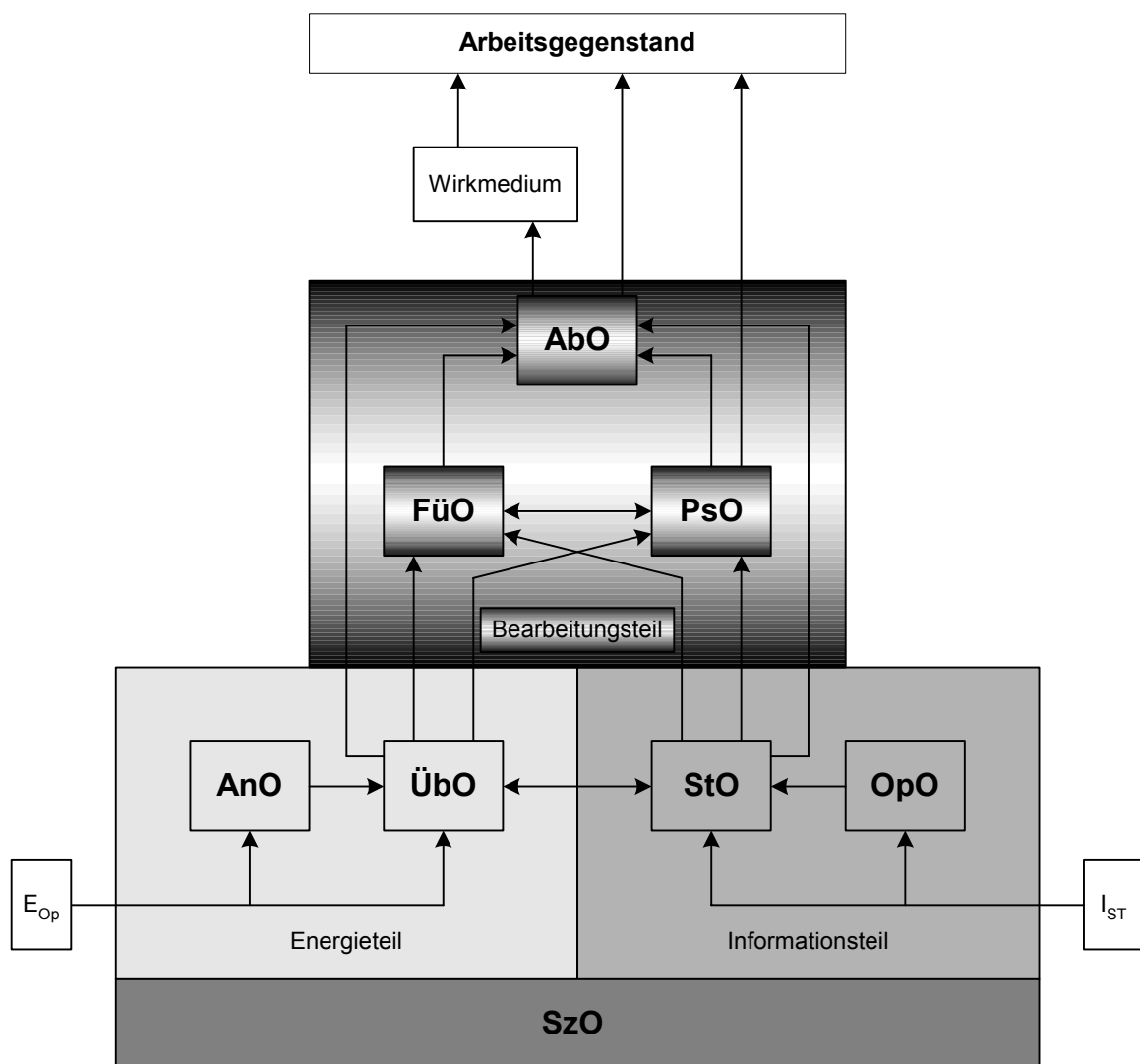


Abbildung 3: Allgemeines Organstrukturmodell technischer Systeme

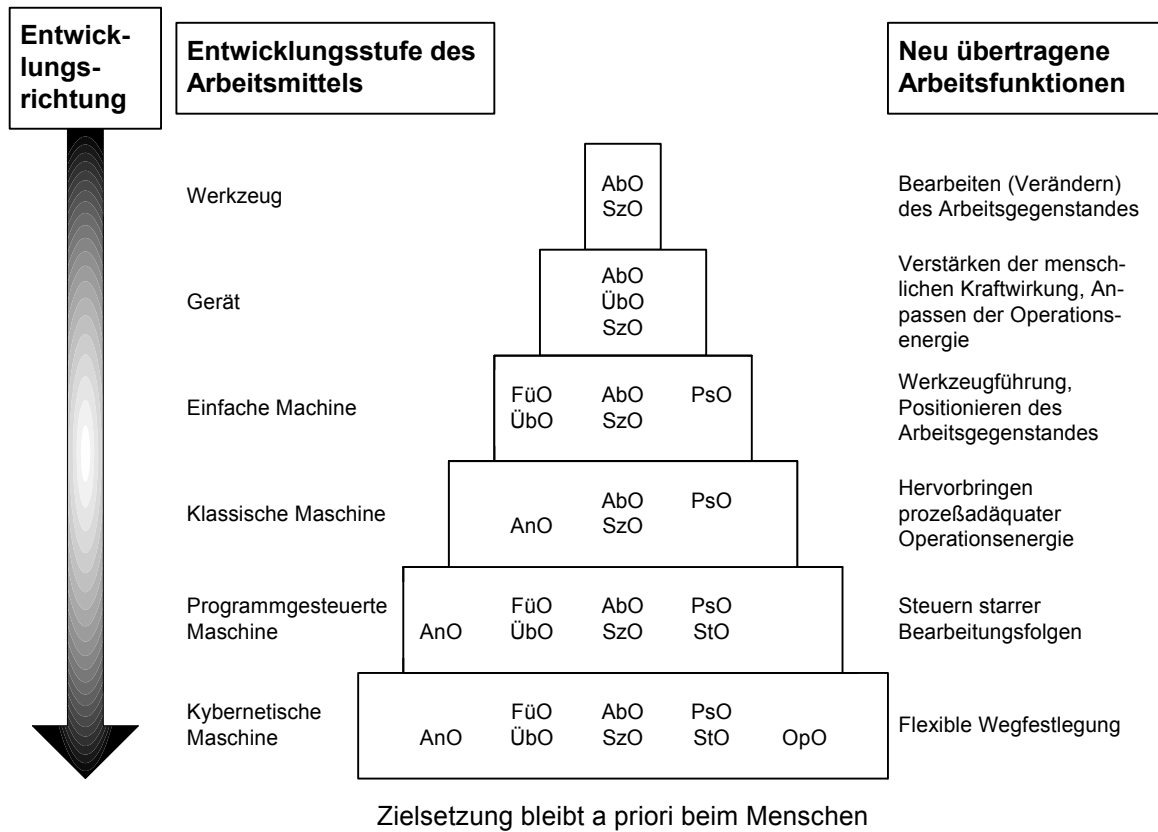


Abbildung 4: Modell der Phylogenese technischer Systeme (Entstehung zunehmend komplexer Arbeitsmittel durch Übertragung menschlicher Arbeitsfunktionen auf die Technik)

2 Einführung in den Schwerpunkt I: Fachwissenschaftlich-philosophische Gesichtspunkte

Gerhard Banse

Im ersten Schwerpunkt werden theoretisch-konzeptionelle Überlegungen in den Mittelpunkt gerückt, die das Verständnis von Technik betreffen. In dieser Hinsicht wurden von zahlreichen Wissenschaften vielfältige Ergebnisse vorgelegt. Verwiesen sei vor allem auf Einsichten philosophischer, soziologischer, historischer und allgemeintechnischer Art.² Diese werden in den nachfolgenden Beiträgen in unterschiedlicher Weise aufgegriffen, weitergeführt, kritisch gewertet oder auch in andere Zusammenhänge eingeordnet. Ziel ist es, zu einem besseren Verständnis des Technischen als Gewordenes und Seiendes beizutragen, ein begründetes, durch die jeweilige wissenschaftliche Disziplin mit fundiertes Bild von Technik zu formen, das (auch) als Grundlage für eine technische Allgemeinbildung dienen kann.

Gerhard Banse geht in seinen einführenden Überlegungen vorrangig auf drei Schwerpunkte ein, die aus seiner Sicht für das Bild von Technik und technischem Wandel bedeutsam sind: das Gesamt„bild“ von Technik, die Vorstellungen zur Technikgenese sowie die kognitiven und methodologischen Grundlagen der Technikwissenschaften. Dabei geht es ihm vor allem darum, die Komplexität, die Gesellschaftlichkeit und die Kulturbezogenheit des Technischen herauszustellen. Dabei wird auch deutlich – obwohl nicht Gegenstand der Darlegungen –, dass Technik zugleich Teil der materiellen Kultur ist. Abschließend wird kurz auf Anliegen und Anspruch allgemeintechnischer Ansätze verwiesen.

Die drei sich daran anschließenden Beiträge von Armin Grunwald, Ulrich Schmidt und Torsten Meyer tragen in je unterschiedlicher Weise mit je unterschiedlicher inhaltlicher Akzentuierung zum Verständnis des hier interessierenden Bereichs bei: Technik und Technikbilder.

2 Die Vielfalt des Vorhandenen kann hier nicht einmal ansatzweise vorgestellt werden. Die folgend genannten Publikationen sollen lediglich die Breite der Überlegungen andeuten: Banse, Friedrich 1996b, 2000; EuS 1996; Grunwald 2000; König 1995; Rammert 1993, 2000; Ropohl 1998, 1999a; Spur 1998; Wolffgramm 1994ff. Einen guten Einblick in die Vielfalt der technikphilosophischen Diskussion gibt Hubig, Huning, Ropohl 2000.

Armin Grunwald geht von der These aus, dass Technikbilder bereits einen Technikbegriff voraussetzen, und dass sich Technikbilder auch infolge des unterstellten Technikverständnisses unterscheiden können, weil es unterschiedliche Verständnisse des Technischen gebe. Deshalb sei es erforderlich, den Technikbegriff zu explizieren, d. h. den Kern dessen zu bestimmen, der gemeint ist, wenn etwas als „Technik“ oder „technisch“ klassifiziert wird. Hintergrund ist die Tatsache, dass der Technikbegriff sowohl eine substantielle Seite (die Artefakte betreffend) als auch eine prozedurale Seite (die technischen Verfahren betreffend) hat. Hinsichtlich des semantischen Kerns des Technikbegriffs wird die These vertreten und begründet, dass dieser nicht auf der Artefakt-, sondern auf der Handlungsseite, genauer im handlungstheoretisch eingeführten Begriff der technischen Regel liegt. Die kulturelle Funktion des Technischen liegt dann darin, im Wechsel der historischen Situationen und Kontexte Wiedererkennbarkeit und Kontinuität zu ermöglichen, also im Wechsel der singulären geschichtlichen Zustände etwas dadurch festzuhalten, dass man es wiederholen bzw. reproduzieren kann. „Technisch“ ist somit ein Attribut, das bestimmten Handlungen oder ihren Resultaten zugeschrieben wird.

Im Zentrum der Überlegungen von *Ulrich Schmidt* steht das Verhältnis von Naturwissenschaft und Technik, jedoch nicht vorrangig „im Allgemeinen“, sondern bezogen auf das Verhältnis von naturwissenschaftlicher und technischer Allgemeinbildung. Wird Technik lediglich als bloße Anwendung von naturwissenschaftlichem Wissen aufgefasst, so hat das andere Konsequenzen für Bildungskonzepte als eine Auffassung, die von spezifischen Charakteristika des Technischen ausgeht. Für Schmidt ist Technik nicht auf angewandte Naturwissenschaft reduzierbar und technische Allgemeinbildung nicht auf die Einbeziehung technischer Sachverhalte in den naturwissenschaftlichen Unterricht. Um diese Irreduzibilität zu verdeutlichen, greift er erstens auf die Differenz von explanativem und prädiktivem Wissen zurück. Während für ersteres Aussagen über Kausalbeziehungen typisch sind („Was?“, „Warum?“), sind für letzteres Aussagen über Zweck-Mittel-Beziehungen kennzeichnend („Wie?“, „Womit?“, „Wozu?“). Als weiteres unterscheidendes Merkmal von Technik und Naturwissenschaft hebt Schmidt die Komplexität der Technik hervor, genauer die komplexen ökonomischen, ökologischen und sozialen Bedingungen bei der Lösung technischer Aufgaben, womit u. a. technische Widersprüche verbunden sind.

Die genauere Bestimmung des Begriffs „Technikbild“ ist das Anliegen des Beitrages von *Torsten Meyer*. Seiner Meinung nach besteht die Gefahr, diesen Begriff inhaltlich zu überfrachten und ihm so eine Unschärfe zu verleihen, die seine Verwendung in konzeptioneller Hinsicht als wenig sinnvoll erscheinen lässt. Einer möglichen Überfrachtung könnte unter Rückgriff auf Hellige mit der Differenzierung von Leitbildern in technische, gesellschaftliche und sozio-technische Leitbilder begegnet werden. Da deren strikte Trennung sich in realen Forschungsprozessen als schwierig erweist, plädiert Meyer zur Verbesserung der Praktikabilität dafür, dass Technikbilder stärker sowohl die „Akteursebene der technischen Intelligenz“ als auch die „Akteursebene der Techniknutzer“ umfassen sollten. Das ermögliche, aus historischer Perspektive einen Beitrag zur Mentalitätsgeschichte dieser beiden Gruppen zu geben, indem analytisch eindeutig unterschiedliche „Vorstellungen“ über Technik herausgearbeitet werden können.

Thomas Hänseroth und *Klaus Mauersberger* plädieren für eine stärkere Berücksichtigung des Historischen bei der „Konstruktion“ von Technikbildern, da Geschichte einerseits einen Rahmen an historischer Reflexion biete und andererseits zugleich streitbarer Umgang mit der Vergangenheit darstelle – stets eingebunden in den Selbstverständigungsprozess der Ingenieure. Gewarnt wird auf diese Weise vor einem unreflektierten „Lernen aus der Vergangenheit“, da dabei oftmals das Geflecht historischer Bedingungen und Zusammenhänge auf monokausale Abfolgen reduziert wird. Das birgt die Gefahr von Fehlinterpretationen wie des Vergleichs von Unvergleichbarem.

Die beiden folgenden Beiträge von Klaus Kornwachs und Käthe Friedrich analysieren Technikbilder in der gegenwärtigen Technikphilosophie.

Klaus Kornwachs sieht die Gefahr der Herausbildung eines Technikbildes, das von der Vorstellung einer autochthonen, nicht mehr beherrschbaren und nicht mehr kontrollierbaren Entwicklung der Technik geprägt ist. Die Gründe dafür sind vielfältiger Art. Sie liegen etwa in dem Unvermögen von Wissenschaft, technische Entwicklungen verlässlich vorauszusagen oder gestaltend in den technischen Wandel eingreifen zu können. Sie liegen aber auch in einer zumeist nur monodisziplinären Grundlage für Technikbilder. Dem zu begegnen schließt einerseits disziplinübergreifende, interdisziplinäre Herangehensweisen an das Bild von Technik ein. Andererseits gilt es, Technik als Bestandteil der Kultur zu deuten bzw. zu konzeptualisieren. Das läuft auf ein Technikbild hinaus, das nicht mehr zentriert anthropologisch, sondern eher systemisch, global und vielleicht biozentristisch sei: Das Bild von Technik bestimme sich dann nicht nach der Annahme, welche anthropologischen Konstanten beim Menschen in philosophischer Sichtweise angenommen werden dürfen oder sollen, sondern welche ökologischen und ökonomischen Konstanten „gehandelt“ werden.

Im Beitrag von *Käthe Friedrich* stehen aktuelle philosophische Überlegungen zur Grundlegung von Technikbildern im Mittelpunkt. Hintergrund ist die Einsicht, dass neben der differenzierten philosophischen Analyse einzelner Technikbereiche (etwa Informations- und Kommunikationstechnologien oder Gentechnik) Bemühungen präsent sind, eine Theorie der Technik und eine zeitgemäße Technikphilosophie zu begründen und inhaltlich auszugestalten. Letztere muss einerseits die geschichtliche Bedingtheit der Technik deutlicher machen, andererseits die enge Verknüpfung des technischen Wandels über ökonomische Faktoren hinaus mit kulturellen Veränderungen, sozialen Bedingungen, politischen Strukturen, ökologischen Gegebenheiten und bildungspolitischen Anforderungen aufhellen. Für Technikbilder sind damit sowohl mehrseitige Perspektiven gefordert, in denen Detailsichten auf unterschiedliche „Verwendungszusammenhänge“ ihre Berechtigung haben, als auch ein Gesamtbild, das der Offenheit und Komplexität von Entwicklungen entspricht. In diesem Zusammenhang sind die Geisteswissenschaften gefordert, sich der Frage nach den Bedingungen der Möglichkeit gelingenden technischen Entwickelns, Gestaltens und Verwendens sowie deren Wirkungen und Folgen zu stellen und zeitgemäße Antworten zu geben. Dafür zeichnen sich in der gegenwärtigen Technikphilosophie drei Zugänge ab, die abschließend von Friedrich charakterisiert werden: analytische, systemtheoretische und metaphysische Konzepte.

Das Anliegen von *Fritz Gloede* ist der Zusammenhang von Technikbildern und Technischeinstellungen aus sozialwissenschaftlicher Sicht. Zentral für dieses Anliegen ist das „Phänomen“ der Technikakzeptanz, deren Determinanten noch immer nicht in ausreichendem Maße bekannt sind. Sie verweist jedoch auch auf generalisierte Wahrnehmungsperspektiven, die man als Technikbilder bezeichnen kann und die Bestandteil übergreifender Deutungsmuster gesellschaftlicher Prozesse sein dürften.

Rudolf Reichel beschreibt Technikgenese aus einer evolutionstheoretischen Sicht, indem er zunächst Analogien zwischen technischer Entwicklung und biologischer Evolution aufweist. Verdeutlicht werden auf diese Weise Selektionskriterien für technische Lösungen, charakteristische Stufen und Bifurkationspunkte der technischen Evolution, Verzweigungs- und Kombinationsprozesse sowie sog. „Nahrungsketten“. Dieses methodische Konzept wird nicht abstrakt behandelt, sondern am Beispiel von Neuerungsprozessen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnik vorgeführt.

Der den Schwerpunkt I abschließende Beitrag von *Ernst Otto Reher* und *Gerhard Banse* ist der Perspektive der Allgemeinen Technologie im Sinne Johann Beckmanns gewidmet. Zunächst wird hinsichtlich einer Allgemeinen Technologie zwischen „technischer Aufklärungs-Funktion“ und „technikwissenschaftlicher Metatheorie-Funktion“ unterschieden und der Beitrag einzelner Wissenschaftsbereiche für deren Weiterentwicklung verdeutlicht. Sodann werden exemplarisch Verallgemeinerungsprozesse in Richtung einer Allgemeinen Prozesstechnik aufgezeigt, mit der folgende Ziele verfolgt werden: Wissenstransfer zwischen der Fertigungstechnik, der Verfahrenstechnik und der Verarbeitungstechnik; Aufbau eines technologischen Grundlagen-Lehrgebietes; Schaffung von theoretischen Berechnungsgrundlagen zum Entwurf, zur Konstruktion und zum Betreiben technologischer Ausrüstungen; Anregung interdisziplinärer Forschungsarbeiten zwischen den Naturwissenschaften, der Mathematik, der Informatik und den Ingenieurwissenschaften.

3 Technikphilosophische und allgemeintechnische Herausforderungen³

Gerhard Banse

Eine kurze Grundlage für die Diskussion des Schwerpunktes I zu geben, kann keine Rekapitulation des bislang Erreichten sein (womit ein Einzelner wohl auch überfordert wäre), sondern muss sich auf einige Stichworte bzw. Akzentsetzungen beschränken, in der Hoffnung, Anregungen zum Mit- bzw. Weiterdenken zu geben. Diese notwendige Beschränkung ist zudem noch eine subjektive. Das Kriterium der Auswahl ist, Forschungsfelder sichtbar zu machen, die das Bild „des Technischen“ (sowohl in der wissenschaftlichen Konzeptualisierung als auch im sog. Alltagsverständnis) beeinflussen sowie zum Verständnis und seinem möglichen Wandel beitragen.

3.1 Einleitung

Unsere Kultur gründet sich weitgehend auf der (wissenschaftsbasierten) Entwicklung und umfassenden (teilweise exzessiven) Nutzung technischer Mittel (technischer Sachsysteme). Dieser „Vormarsch“ des „Gemachten“ in die Welt des „Gegebenen“ – um eine Charakterisierung von Günter Ropohl zu verwenden (vgl. Ropohl 1991, S. 20) – hat zahlreiche lebensweltlich aufweisbare Effekte vor allem sozialer, ökonomischer, politischer, kultureller und ökologischer Art; für jeden Menschen offensichtlich ist der Einfluss auf die gesamte Arbeits- und Lebensweise (vgl. Banse 1996b, S. 252ff.). Folgerichtig wird dieser Prozess zunehmend von Diskussionen über seinen „Sinn“ oder „Unsinn“, sein Tempo und sein Ausmaß, seine Richtung(en) und seine Beeinflussbarkeit usw. begleitet.

Technikdebatten entzünden sich in der Regel vorrangig jedoch nicht an der (inneren) Funktion technischer Mittel, sondern zumeist (a) an deren Ziel- bzw. Zwecksetzung und/oder (b) an deren (möglichen und wirklichen) Folgen, Wirkungen, Effekten usw. in ökonomischer, sozialer, ökologischer, kultureller u. a. Hinsicht. Infolgedessen sind Technikdebatten nicht in erster Linie technische Debatten (wohl auch keine ökonomischer oder machtpolitischer Art), sondern vor allem Geltungskonflikte von Weltbildern (vgl. dazu Huber 1990, S. 9f.).

3 Horst Wolffgramm zum 75. Geburtstag.

Weltbilder sind umfassende, mehr oder weniger „stimmige“ (in sich konsistente) Sinn- und Bedeutungsmuster, die sich (a) durch bestimmte Wissens-, Wert- und Glaubensgefüge beschreiben lassen, und die (b) eine sinnstiftende, zielgebende, orientierende und „steuernde“ Funktion aufweisen. Weltbilder gehen mit bestimmten Menschen-, Technik-, Natur-, Gesellschafts- Wissenschafts- u. a. -bildern einher und fügen diese zu „Mustern“ zusammen.

Für das Verständnis von Technik ist das insofern von Bedeutung, da Technikentwicklung ein fortdauernder Auswahl- und Entscheidungsprozess ist, der auf dem Wirken unterschiedlicher „Akteure“ in verschiedenen „Arenen“ beruht, wobei in diesen Auswahl- und Entscheidungsvorgängen sowie den sie begründenden Bewertungen Weltbilder im o.g. Sinne handlungsleitend („pfadselektierend“, „feldgenerierend“) wirken. Technikbilder beeinflussen – über die entsprechenden Akteure – so entscheidend Technikentwicklung und -gestaltung.⁴

Technikphilosophie und Allgemeine Technikwissenschaft (Allgemeine Technologie) sind (heraus-)gefordert, dem veränderten und sich veränderndem technischen „Kontext“ Rechnung zu tragen. Vielfach entsteht der Eindruck, dass sie noch zu sehr der „traditionellen“, klassischen Maschinenteknik, dem „Gegenständlichen“, „Artefaktischen“ und den damit verbundenen Gegebenheiten (wie z. B. „Eindeutigkeit“, „Abgeschlossenheit“, „Berechenbarkeit“, „Reproduzierbarkeit“, „Überschaubarkeit“, „Dinglichkeit“) verhaftet ist, die neuartigen Fragestellungen bzw. technischen Herausforderungen (z. B. „Globalität“, „Komplexität“, „Uneindeutigkeit“, „Virtualität“) bislang aber kaum ausreichend registriert wurden (vgl. als Gegensatz dazu etwa *Ars Electronica* 1989). Die sogenannten „großen technischen Systeme“ (vgl. z. B. Braun, Joerges 1994) sind in diesem Zusammenhang ebenso zu nennen wie informationstechnische Infrastrukturen, „virtuelle Realitäten“ ebenso wie „Software-Design“ (vgl. z. B. Floyd, Züllighoven, Budde, Keil-Slawik 1992) – um nur einige Hinweise auf eine „technische Evolution“ zu geben, die sich realiter (auch „hinter unserem Rücken“) vollzieht und denen sich Technikphilosophie und Allgemeine Technikwissenschaft (ebenso wie technische Bildung!) zuwenden sollte. Selbst solche scheinbar ferner liegenden Problembereiche wie die „Zweck-Mittel-Dialektik“, der Zusammenhang von Technik und Kultur (vgl. z. B. König, Landsch 1993), die Überlegungen zu Sachzwängen, Gestaltungsräumen und Autopoiesis oder die Konkretisierung von Menschenrechten erhalten hierdurch mindestens neue Akzente.

Auf einige Facetten, die mit einem dem gegenwärtigen technischen Wandel adäquaten Technikbild im Zusammenhang stehen, sei im Folgenden kurz eingegangen.

4 Dazu schreibt Josef Huber: „Die Technik- und Weltbilder erfüllen eine geradezu universelle gesellschaftliche Steuerungsfunktion. Richtiger gesagt, sie setzen Ziele und geben Orientierung. Sie schaffen Sinn. Von ihnen hängt ab, wie man etwas sieht oder übersieht (wie Tatsachen wahrgenommen, interpretiert und bewertet werden) und wie man sein Tun und Lassen ausrichtet (welche handlungsleitenden Konsequenzen gezogen werden)“ (Huber 1990, S. 10).

3.2 Gesamtsicht der Technik (Technik„bild“; Technik„konzept“)

Es existieren bereits unterschiedlichste „Definitionen“ oder „Bestimmungen“, die aus differierenden Perspektiven „das Wesen“ des Technischen zu erfassen trachten. Letztendlich haben sie jedoch alle ihren „blinden Fleck“. Dem kann man nicht abhelfen, indem man weitere, „ausgeklügeltere“ hinzugefügt. Man kann jedoch – unter Beachtung des „blinden Flecks“ – „Reichweite“ und „Leistungsfähigkeit“ der jeweiligen Konzeptualisierungen – und damit auch deren „Grenzen“ – sichtbar machen.

Im Folgenden werden vier Konzeptualisierungen mit je unterschiedlich weitem Erklärungsanspruch herausgehoben.

Technik als Realtechnik (Artefakt)

Geläufige „Definitionen“ von Technik lauten etwa so: Als „Technik bezeichnen wir künstliche Gegenstände und Verfahren, die praktischen Zwecken dienen“ (Sachsse 1992, S. 359).

Derartige Formulierungen – sie seien „enges Technikverständnis“ genannt – rücken das Gegenständliche, das „Arte-Faktische“ von Technik in den Mittelpunkt (Realtechnik, Sachtechnik). Mit diesem „Technikbild“ geraten vor allem folgende Zusammenhänge in den Blickpunkt:

- Technik ist etwas vom Menschen „Gemachtes“, „Hervorgebrachtes“, „Erzeugtes“ (im Unterschied zum in der Natur „Gegebenen“); sie ist nicht – im ursprünglichen Sinne des Wortes – „naturwüchsig“ und „fällt auch nicht vom Himmel“, sondern sie muss „geschaffen“ werden, womit einsichtig wird, dass Technik nicht „natürlich“, sondern „künstlich“ ist.
- Technik ist in Zweck-Mittel-Beziehung eingebunden⁵ (das schließt ein, nicht nur über die Mittel, sondern auch über die Zwecke zu reflektieren⁶ – gelegentlich hat es manchmal den Anschein, dass zunächst das Mittel vorhanden ist, für das dann ein Zweck zu „erfinden“ ist: Hier ist die Lösung – wo ist das Problem?).

5 Dieses Aufeinanderbezogenheit von Zweck und Mittel, von Zwecksetzung und Mittel„entwurf“, von „Potentialität“ entworfenen Mittel und „Konkretisierung“ („Anpassung“) entsprechend ihrer Eignung für den Zweck, von Zweckerfüllung und Mitteleinsatz erzwingt, die Wechselbeziehungen von Technischem und „Nichttechnischem“ bei der Gestaltung wie der Nutzung technischer Sachsysteme nachzuspüren.

6 Max Horkheimer prägte 1947 den Begriff „instrumentelle Vernunft“ (vgl. Horkheimer 1947). Mit dieser Bezeichnung wird heute das gegenwärtig vorherrschende Vorgehen kritisiert, allein (oder vorrangig) bei der Erzeugung und Anwendung von (technischen) Mitteln „zweckmäßig“ und „zielorientiert“, mithin „vernünftig“ vorzugehen, die Ziele und Zwecke selbst jedoch aus der rationalen Begründung auszublenden. Technische Instrumentalität ist jedoch stets an Zwecke (und Werte) rückgebunden - und somit sind auch (oder vor allem?) diese Zwecke (und Werte) zu thematisieren, zu begründen und zu rechtfertigen.

- Technik ist das Produkt eines zielgerichteten (planenden) Handelns (sowohl bei der Erzeugung als auch bei der Verwendung).
- Berücksichtigung finden vor allem naturale und ökologische, aber auch ökonomische und politische Aspekte. Der Rahmen des Technischen ist vor allem das Naturgesetzlich-Mögliche, ergänzt durch das Technisch-technologisch-Realisierbare und das Ökonomisch-Machbare)
- Den Hintergrund bildet Technikrecht z. B. hinsichtlich Sicherheit und Gewährleistung der Funktionsfähigkeit.

Damit bleiben jedoch Fragen nach der Entstehung von Technik (Bedingungen, Mechanismen, Phasen, Muster usw.) ebenso ausgeklammert wie die nach den Bedingungen, Voraussetzungen und Effekten der Verwendung.

Als Grundlage für die Nutzbarkeit eines technischen Sachsystems zur Realisierung eines vorgegebenen Zwecks ist die „innere Funktionalität“ und damit die Struktur des Systems bedeutsam. Auf den Zusammenhang von Zweck, Verhalten, Funktion und Struktur technischer Lösungen kann hier nicht weiter eingegangen werden (vgl. dazu Banse 2000b). Das Verständnis der inneren Funktionalität, die weitgehend auf naturwissenschaftlichen Einsichten beruht, hat jedoch einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf das Technikbild bzw. -verständnis. Deshalb seien Stichworte eines „traditionellen“ (= „mechanistischen“) und eines „modernen“ (= „komplexen“) Technikbildes genannt:⁷

<i>mechanistisches</i>	⇔	„komplexes“ Technikverständnis
– „Eindeutigkeit“	⇔	„Mehrdeutigkeit“
– deterministisches System	⇔	stochastisches System
– statisches System	⇔	dynamisches System
– exakte Beschreibung	⇔	„unscharfe“ Beschreibung
– Kontinuum	⇔	Diskontinuum
– Einzelheit	⇔	Vielheit/Komplexität
– technikzentriert/-orientiert	⇔	anthropo-/humanorientiert
– disziplinär	⇔	multi-/transdisziplinär

Technik als Mensch-Maschine-System (MMS)

Mit dem Konzept des Mensch-Maschine-Systems wird das enge, sich auf das Gegenständliche beschränkende Technikbild erweitert, indem Verwendungs- bzw. Nutzungszusammenhänge auf der Ebene des Individuums einbezogen werden. Auf dieser Grundlage können Vorschläge zur Technikgestaltung (vor allem aus der Sicht der sog. Arbeitswissen-

⁷ Mit dem Technikbild korrespondiert dann auch ein entsprechendes Menschenbild, das zwischen den beiden idealtypischen Polen „Bild des Akteurs als ‚Störfaktor‘, dessen ‚Unzulänglichkeiten‘ technisch oder organisatorisch möglichst ‚auszuschalten‘ sind“ und „Bild des Akteurs, dessen Stärken und Schwächen, seine ‚Lernfähigkeit‘ und ‚Listigkeit‘ in technische Verwendungszusammenhänge einbezogen bzw. eingebunden wird“ eingeordnet werden kann.

schaften wie Ergonomie, Arbeits- und Ingenieurpsychologie) sowie zur „Qualifikation“ der Techniknutzer (vor allem aus der Sicht der Pädagogik i.w.S.) erarbeitet werden. Technik ist stets in menschliche Handlungsvollzüge eingebunden, für die generell gilt: „Eine Technologie, die nicht eingebettet ist in einen Handlungskontext von Menschen, die ihre Möglichkeiten und Risiken verstehen und besonnen mit ihr umzugehen wissen, hat nicht die geringste Chance, von der Gesellschaft, die diese Menschen insgesamt bilden, auf Dauer akzeptiert zu werden“ (Stetter 1999, S. 160).⁸ Den Hintergrund bildet Technikrecht z. B. hinsichtlich Kriterien der Arbeitsplatz- und der Produktgestaltung.

Technik als sozio-technisches System

Werden darüber hinaus soziale (vor allem sozio-ökonomische) Zusammenhänge sowohl der Entstehung wie der Verwendung bzw. Nutzung technischer Sachsysteme einbezogen, wird ein in wesentlichen Aspekten verbreitetes Technikbild unterstellt – Technik wird als „sozio-technisches“ System gefasst, Technik mithin als soziales „Phänomen“ betrachtet (vgl. auch Banse, Striebing 1991; Ropohl 1993): „Ein soziotechnisches System ist ... ein Handlungs- oder Arbeitssystem, in dem menschliche und sachtechnische Subsysteme eine integrale Einheit bilden“ (Ropohl 1999a, S. 142).

So gefasst bezeichnet Technik nicht nur die von Menschen gemachten Gegenstände (technische Sachsysteme, „Artefakte“) selbst, sondern schließt auch deren Entstehungs- und Verwendungszusammenhänge („Kontexte“) ein (also das „Gemacht-Sein“ und das „Verwendet-Werden“). Damit wird Technik nicht als etwas Statisches angesehen, sondern zu einem Bereich mit Genese, Dynamik und Wandel.⁹

Wenn nun berücksichtigt wird, dass in den genannten Kontexten unterschiedliche Bedingungen (vor allem individueller, wissenschaftlich-technischer, ökonomischer, rechtlicher, politischer, ökologischer und ethischer Art) von einflussnehmender Bedeutung sind, dann ist einsichtig, dass mittels dieses weite(re)n Verständnisses Technik nicht als isolierter, autonomer Bereich lebensweltlicher Wirklichkeit, sondern in seinem Werden, Bestehen und Vergehen als auf das engste mit Individuum und Gesellschaft, mit Politik und

8 Damit wird der enge Zusammenhang zwischen Diffusion (Verbreitung) einer technischen Lösung – was einer breiten Nutzung entspricht – und der Kompetenz der Nutzer im Umgang mit dieser technischen Lösung thematisiert, der hier nicht weiter verfolgt werden kann.

9 Allerdings sei eine kritische Bemerkung gestattet: Technik ist nicht anders denn als Sozio-technisches, d. h. als Ergebnis zielorientierter menschlicher Aktivitäten (vor allem Erkennen, Zwecksetzen, Bewerten, Entscheiden und praktisch-gegenständlich Handeln) in einem konkreten sozialen Umfeld, das „Inhalt“ wie „Form“ konkreter technischer Sachsysteme in hohem Maße beeinflusst („strukturiert“), lebensweltliche Wirklichkeit. Im Zuge von selektiven Wahrnehmungsprozessen ist es allerdings möglich, Technik gedanklich so weit aus dieser „gesellschaftlichen Verklammerung“ herauszulösen, dass als Resultat unter „Technik“ allein die mit der unmittelbaren Funktionserfüllung verbundenen Beziehungen und Zusammenhänge erfasst sind. Wird dann ein solchermaßen reduziertes Verständnis als Ausgangspunkt für umfassendere Fragestellungen genommen – was im Bereich der Technikentwickler nicht unüblich ist –, dann muss zum „Technischen“ notwendigerweise das „Nichttechnische“ hinzugefügt werden, um das „Sozio-technische“ nachträglich rekonstruieren zu können (vgl. auch Banse 1997b).

Wirtschaft sowie – wie noch gezeigt wird – mit Kultur untrennbar verflochten aufgefasst wird.

Auf diese Weise wird es dann möglich, sowohl Richtungen und Verlaufsmuster der Technisierung zu erkunden bzw. zu beschreiben als auch Eingriffsmöglichkeiten aufzudecken. Der Rahmen des Technischen wird in diesem Technikverständnis erweitert um das Gesellschaftlich-Wünschenswertes bzw. -Durchsetzbare („Akzeptable“), das Ökologisch-Sinnvolle sowie das Human-Vertretbare. Konstituierende Elemente dieses Technikbildes sind zusätzlich soziale und ethische Aspekte. Bedeutsam sind noch folgende drei Sachverhalte:

- Bei sozio-technischen Systemen sind unterschiedliche technische „Aggregationsstufen“ zu berücksichtigen.
- Den Hintergrund bildet Technikrecht z. B. in Form von Planungsverfahren, Umweltverträglichkeitsprüfungen u.ä.
- Dieser „Technikbegriff mittlerer Reichweite“ (Ropohl) gibt bereits Hinweise auf Phasen bzw. Etappen eines „Lebenszyklus“ im Bereich des Technischen: Herstellungszusammenhang („-kontext“) \Rightarrow *Technisches Sachsystem* \Rightarrow Verwendungszusammenhang („-kontext“) \Rightarrow „Auflösungs“zusammenhang („-kontext“).

Obwohl mit dem sozio-technischen Verständnis sowohl der Entstehungs- als auch der Verwendungszusammenhang prinzipiell umfassend einbezogen sind, zeigt sich, dass vielfach vorrangig einerseits der Entstehungszusammenhang thematisiert wird, andererseits die sozialen Bedingungen und „Kontexte“ auf sozio-ökonomische reduziert werden.

Technik als Kulturprodukt

Diese Einschränkungen lassen sich überwinden, wenn einerseits die „alltägliche Technik“ („Technik des Alltags“ – vgl. dazu z. B. Joerges 1988), d. h. nicht nur die Produktionstechnik, andererseits kulturelle Zusammenhänge sowohl hinsichtlich der Hervorbringung wie der Verwendung technischer Sachsysteme berücksichtigt werden.

Es gilt zu begreifen, dass Technik „ihren Einsatz und ihren alltäglichen Gebrauch ... in einem sozio-kulturellen Kontext, im Kontext kollektiver Interpretationen und Deutungen“ (Hörning 1985, S. 199) findet. Ausgangspunkt ist die Einsicht, dass technische Objekte keinesfalls notwendigerweise so und nicht anders, wie sie uns allgegenwärtig sind, d. h. aus autonomen technischen Bedingungen, in den Alltag gelangen. Technische Sachsysteme sind in ihrer Entstehung wie in ihrer Verwendung Ausdruck sowohl eigener wie fremder („eingebauter“) Absichten und Zwecke. Trotz aller genau eingebauter und eingeschriebener Handlungsanweisungen, deren Befolgung gerade für den Laien die optimale Funktionsnutzung verspricht, bietet auch und gerade die Alltagstechnik oft erhebliche Spielräume der Nutzung: Aufgegriffen von dem einen, schlecht eingesetzt von dem anderen, ignoriert vom dritten – stets jedoch vor dem Hintergrund bestimmter Nutzungserwartungen, beeinflusst durch Wertung und Werbung sowie eingebettet in bestimmte gesellschaftliche und technische „Infrastrukturen“. Die „Nützlichkeit von Technik ist immer auch etwas kulturell

Interpretiertes“ (Hörning 1985, S. 200). Damit wird auch deutlich, dass Kultur über die sie „tragenden“ Menschen die Implementierung und Diffusion technischer Lösungen erheblich beeinflusst, indem diese z. B. für die Realisierung von Zwecken genutzt oder nicht genutzt (abgelehnt), Modifizierungen, Nachbesserungen und Anpassungen erzwungen sowie Verhaltens„vorschriften“ für Mensch-Technik-Interaktionen hervorgebracht werden.

Zu fragen ist deshalb erstens nach der Alltagsresistenz, den kulturellen Freiheitsgraden in der Aufnahme von und im Umgang mit Technik im Alltag; zweitens danach, wie unterschiedliche Gruppen, Schichten, Generationen, Kulturen mit (identischen!?) Technikangeboten umgehen; und drittens nach der Wechselwirkung zwischen Anpassung und Eigensinn. Schließlich sind auch Spannungen zwischen den funktionalen und den symbolischen („rituellen“) Qualitäten von Technik zu berücksichtigen.

Bestimmungsstücke des hier unterstellten Kulturverständnisses sind vor allem: Kultur umfasst *erstens* sowohl ideelle wie materielle (vergegenständlichte, „verdinglichte“) Bereiche; *zweitens* tradierte, auf Dauer angelegte Hervorbringungen; *drittens* sowohl räumlich („Gemeinschaft“) wie zeitlich begrenzte bzw. eingegrenzte (auch: abgegrenzte) materielle und ideelle „Muster“ („patterns“);¹⁰ *viertens* schließlich die Aspekte, sowohl Produkt von Handlungen als auch konditionierendes Element weiterer Handlungen zu sein.

In diesem weiten Kulturverständnis ist enthalten, dass Technik vor allem durch die „abendländische“ Kultur wissenschaftlich und technisch „ermöglicht“ wurde. Im Sinne „Kultur als konditionierendes Element“ kann davon ausgegangen werden, dass Technik (vor allem in Form technischer Sachsysteme) nun nicht einfach von diesem „kulturellen Umfeld“ nur quasi „eingeschlossen“ ist (vor allem in Form von Wirkungen und Einflüssen des Umfeldes auf Konzipierung, Gestaltung, Bewertung, Auswahl und Nutzung von technischen Lösungen¹¹), sondern die Technik zeitigt – vor allem durch den zweckbezogenen Einsatz – in unterschiedlichster Weise Wirkungen in diese „Umgebung“ hinein, „korrodiert“, beeinflusst und verändert sie direkt und indirekt, in vorhersehbarer wie nicht-vorhersehbarer Weise (man denke nur an „Wandlungen“ der Nutzergewohnheiten, Erschließung neuer Einsatzbereiche, „Anpassung“ des Rechtsrahmens oder Initiierung technischer Neuerungen). In diesem Sinne kann neue oder veränderte Technik „angestammte“ Kultur, d. h. in längeren Zeiträumen aufgebaute, bewährte, „eingeübte“, vertraute Praxen und Verständnisse beeinflussen bzw. Anstöße zu gravierenden und qualitativen Veränderungen in den Wahrnehmungs- und Handlungsmustern geben.

10 Damit wird klar, dass das unter zweitens genannte Merkmal „auf Dauer angelegt“ auch eine zeitliche Befristung besitzt, aber keine Kurzfristigkeit.

11 Mit dem Hinweis auf Gestaltung, Bewertung und Auswahl ist angedeutet, dass es einerseits einen Bereich wissenschaftlicher wie technischer „Zwangsläufigkeiten“ bzw. „innerer Logiken“ gibt (wenn der „Schritt A“ gegangen wird, dann ergibt sich folgerichtig der „Zustand B“), andererseits einen Bereich, der Variationen zulässt bzw. Möglichkeiten eröffnet, die Bewertungs-, Auswahl- und Gestaltungsnotwendigkeiten implizieren.

3.3 Technikgenese

Technikgenese umfasst den Gesamtprozess der Entstehung und Durchsetzung technischer (Sach-)Systeme, ihre (soziale) Entwicklungsdynamik. Technikgeneseforschung will zum einen zu einem vertieften Verständnis dieses sozialen Prozesses beitragen, indem seine Ursachen, Bedingungen, Mechanismen, Muster und typischen Verläufe sichtbar gemacht und erklärt werden. Zum anderen wird auf dieser Grundlage eine Erweiterung der Gestaltungsräume im Umgang mit Technik angezielt. Technikgeneseforschung ist somit der wissenschaftliche Ansatz, Prozesse der Technikentwicklung als Resultante individueller, wissenschaftlich-institutioneller, sozialer, ökonomischer, politischer und kultureller Einflussfaktoren zu analysieren bzw. zu beschreiben. Gezeigt werden soll (und muss!), wie Technik aufgrund menschlicher Entscheidungen, gesellschaftlicher Bedingungen und kultureller Traditionen geworden ist.

Technikgenese als multifaktorieller Prozess

Es existiert eine Vielfalt problem-, innovations-, kommunikations-, reproduktions-, evolutionstheoretisch ausgerichteter Erklärungen, die sich vor allem dadurch unterscheiden, ob stärker technikexternen oder stärker technikinternen Faktoren eine ausschlaggebende Bedeutung für die Technikgenese zugesprochen wird. Mit diesen Sichten wird versucht, das komplexe Phänomen „technischer Wandel“ gleichsam aus verschiedenen Winkeln bzw. von verschiedenen Standorten aus zu be- bzw. zu durchleuchten. Jede dieser unterschiedlichen, teilweise gegensätzlichen Sichtweisen liefert andere (jedoch nur partielle) Einsichten, die in gewisser Weise komplementär sind, also einander ergänzen. Damit wird zugleich das Spannungsfeld von Detailkenntnis und Gesamtschau auch für die Technikgeneseforschung relevant. Daraus kann als Schlussfolgerung für weitere Überlegungen abgeleitet werden, dass sowohl differenzierte bzw. differenzierende Sichten angezeigt sind, als auch, dass vorschnelle Verallgemeinerungen im Sinne einer „Ein-Faktoren-Theorie“ der Technikgenese ausgeschlossen bleiben sollten. Festgehalten werden kann wohl somit dreierlei: *erstens* ist Technikgenese kein monofaktorieller Prozess; *zweitens* folgt der technische Wandel keiner eindimensionalen „Logik“, und *drittens* basiert dieser Wandel nicht auf dem Wirken nur einer einzelnen Akteurs-Gruppe (seien damit nun z. B. Erfinder, Ingenieure, Manager oder Politiker gemeint).

Das komplexe Determinationsgefüge der Technikgenese (manches ihrer Ergebnisse übrigens auch) kann leicht den Eindruck erwecken, dass es sich dabei um einen autonomen, unbeeinflussbaren, einer eigenen „inneren“ Entwicklungsdynamik folgenden Prozess handle, einen Eindruck, der mit den Worten „technologischer Determinismus“, „technischer Sachzwang“ oder „Technizismus“ beschrieben wird.¹² Demgegenüber ist darauf zu ver-

12 Fast „klassisch“ ist in diesem Zusammenhang folgende Aussage von Helmut Schelsky: „Wir müssen den Gedanken fallen lassen, als folge diese wissenschaftlich-technische Selbstschöpfung des Menschen und seiner neuen Welt einem universalen Arbeitsplan, den zu manipulieren oder auch nur zu überdenken in

weisen, dass technischer Wandel das Ergebnis menschlicher, individueller wie institutioneller Wahl- und Entscheidungshandlungen ist. Dieses Handeln vollzieht sich *erstens* jedoch nicht in einem „luftleeren Raum“ oder in einer „abstrakt-idealen Situation“, sondern immer in einem vorgeprägten Umfeld, unter gegebenen und möglicherweise kaum beeinflussbaren Bedingungen. *Zweitens* ergibt sich, da häufig mehrere Akteure mit meistens unterschiedlichen Interessen und oftmals gegeneinander wirksam sind, technischer Wandel als Resultante aus diesem Wirken (womit verbunden sein kann, dass sich ein Ergebnis einstellt, das keiner der Akteure *so* gewollt hat). Vor diesem Hintergrund ist erklärbar, warum sich der Zielsetzungs-, Entscheidungs- und Handlungsrahmen oftmals als sehr begrenzt, starr und von extremer Härte, in anderen Situationen oder unter anderen Konstellationen dagegen als weit, flexibel und gestaltbar erweist.

Technischer Wandel vollzieht sich zwischen Sachzwang (bzw. unterschiedlichen – nicht nur technischen – Sachzwängen) und mehr oder weniger vielfältigen Beeinflussungsmöglichkeiten. In dem sich auf diese Weise darstellenden Spannungsfeld zwischen Autonomie und Wahlhandlung sind beide Pole nicht nur zu berücksichtigen, sondern in ihrer konkreten Verfasstheit sichtbar zu machen, will man bezogen auf technischen Wandel nicht in Auffassungen fatalistischer (Beeinflussungsmöglichkeit praktisch Null) oder voluntaristischer (Beeinflussungsmöglichkeit nahezu unbegrenzt) Art verfallen.

Forschung wie lebensweltliche Erfahrungen zeigen, dass Richtung und Geschwindigkeit des technischen Wandels niemals total, wohl aber in einem gewissen Rahmen beeinflussbar sind. Das geht nur über längere Zeiträume hinweg. Wird die in einem „Zeitfenster“ sich bietende Chance vertan, wird technischer Wandel nicht bewusst und zielgerichtet gestaltet, dann kann Technikgenese tatsächlich als „autonomer“, allein einer „inneren Dynamik“ folgender Prozess erscheinen. Er erzwingt dann Veränderungen und „Anpassungen“ über Friktionen, Konflikte, soziale Polarisierungen, Effektivitätseinbußen u.ä.

Technikgenese als sozialer Prozess

Technischer Wandel gründet sich auf vielfältige Interdependenzen von (vorhandener wie angestrebter) Technik, Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft. Er folgt aus dem Wirken individueller, kollektiver und institutioneller Akteure mit unterschiedlichen, teilweise gegensätzlichen Interessen, Vorstellungen und Konzepten. Schließlich ist zu berücksichtigen, dass Technikgenese sowohl den Prozess der „Organisierung“ und „Konstituierung“ des technisch-technologischen Wissens und dessen Vergegenständlichung in neuen technischen Artefakten und technologischen Verfahren als auch deren gesellschaftliche Verwertung (oder auch Ablehnung) umfasst (wobei jeder dieser Bereiche seinerseits sowohl komplexer Natur ist als auch Auswirkungen auf die anderen Bereiche zeitigt).

unserer Macht stünde. Weil es sich um eine Rekonstruktion des Menschen selbst handelt, gibt es kein menschliches Denken, das diesen Prozeß als Plan und Erkenntnis seines Ablaufes vorausliefere“, und „es gibt keine Form menschlichen Wissens, das die Welt und den Menschen, die so entstehen, im voraus deduzieren könnte“ (Schelsky 1965, S. 450).

Vor diesem Hintergrund lässt sich ein Modell entwickeln, das Technikgenese als mehrstufigen Selektions-(Auswahl- und Entscheidungs-)Prozess innerhalb eines Möglichkeitsfeldes versteht¹³ (siehe Abbildung 5).

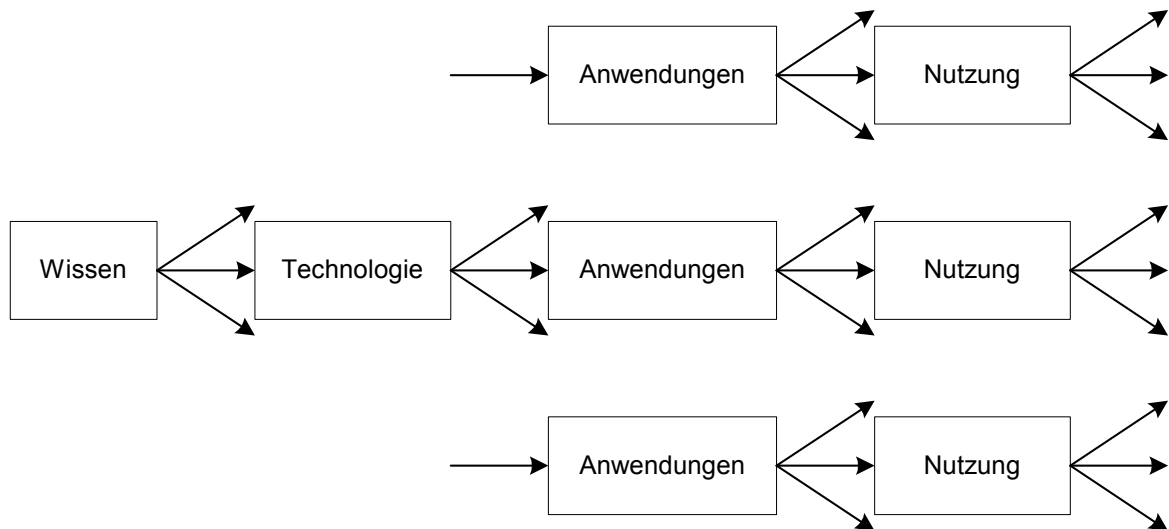


Abbildung 5: Technikgenese als mehrstufiger Selektionsprozess (nach Mayntz 1991, S. 46)

In diesem Verständnis von Technikgenese ist unterstellt, dass technischer Wandel das Ergebnis menschlicher, individuell, kollektiv und institutionell wirkender „Akteure“, ihrer Wahrnehmungs- und Bewertungsleistungen, ihrer Wahl- und Entscheidungshandlungen sowie ihres auf Realisierung gerichteten Handelns ist.

Aus dem Modell in Abbildung 5 lassen sich zwei wichtige Einsichten ableiten.¹⁴ *Zum einen* kann man zwischen „Verzweigungspunkten“ und mehr oder weniger „linearen“ Bereichen bzw. zwischen „stabilen“ und „sensiblen“ Phasen in der Technikgenese unterscheiden. In der sozialwissenschaftlichen Technikgeneseforschung wird auch das Begriffspaar „Flexibilität“ und „Schließung“ verwendet, wobei „Flexibilität“ für noch verschiedene mögliche Alternativen, Entwicklungsrichtungen usw. steht, während „Schließung“ verdeutlichen soll, dass nunmehr der weitere Ablauf des technischen Wandels festgelegt ist, zumindest so lange, bis es erneut zu Flexibilitäten und damit zu unterschiedlichen Realisie-

13 Auf die „Mechanismen“, die dieses Möglichkeitsfeld präformieren und strukturieren, kann hier nicht näher eingegangen werden; vgl. dazu näher Banse 1985, 1996.

14 Dabei darf nicht übersehen werden, dass diese Modellierung der Technikgenese auch zwei für den hier verfolgten Zweck gravierende Defizite enthält. *Zum einen* wird eine Linearität des Ablaufs unterstellt. Dem gegenüber sind jedoch in vielfältiger Weise Interdependenzen, Rückkopplungen, Schleifen usw. bedeutsam – Reflexivität darf somit nicht ausgeschlossen werden. *Zum anderen* besitzt in diesem Modell der Selektionsprozess quasi keine Umwelt – oder nur eine unstrukturierte. Damit gelangt deren Wirkmächtigkeit nicht in der Weise in den Blickpunkt der Aufmerksamkeit, wie es erforderlich ist.

rungsmöglichkeiten kommt. *Zum zweiten* kann (und muss!) die Frage gestellt werden, was an den Verzweigungspunkten bzw. in den sensiblen Phasen „passiert“. Damit wird das Erkenntnisinteresse auf die „Kräfte“, die dieses Möglichkeitsfeld strukturieren, und die „Mechanismen“, die in Verzweigungssituationen greifen, gelenkt. Die Akteure der Technikgenese, wie Erfinder, Wissenschaftler, Unternehmer, Wirtschaftsvereinigungen, staatliche Institutionen und private Initiativen, sind ebenso zu kennzeichnen wie die konkreten Situationen (z. B. natürliche Bedingungen, individuelle Zielsetzungen, unternehmerisches Selbstverständnis, Infrastruktur, politisches Klima, rechtliche Bedingungen, ökologische Verhältnisse, „Zeitgeist“) und die „Arenen“ (z. B. Parlamente, öffentliche Verwaltungen, Verbände, Parteien und Gewerkschaften, Bürgerinitiativen), unter bzw. in denen die Akteure wirksam werden.

Unter Zugrundlegung des bisher Ausgeführten wird technischer Wandel als fortschreitende Realisierung bewerteter und ausgewählter Möglichkeiten eines umfassenderen Möglichkeitsfeldes unter vorgefundenen und geschaffenen Bedingungen verstanden, wobei mit der Realisierung der ausgewählten Variante weitere Möglichkeiten sowohl erschlossen (bzw. prädeterniert) als auch ausgeschlossen werden.

Der Zielsetzungs-, Entscheidungs- und Handlungsraum für den technischen Wandel erweist sich einerseits als durch („gegebene“, d. h. „vorgefundene“ oder bereits „hergestellte“) natürliche sowie durch (tradierte und gefestigte) gesellschaftlich-kulturelle Bedingungen (auf die zurückgekommen wird) und individuelle Dispositionen – zu denen vor allem allgemeine Bedürfnisse, Sinnperspektiven, Lebenserfahrungen und -erwartungen zählen – gleichsam „eingerahmt“. Andererseits ist dieser „Rahmen“ durch die Veränderung der allgemeinen Bildung, der Kompetenzen, des natur- und technikwissenschaftlichen Erkenntnisstandes, des technisch-technologischen Wissens und Könnens, der materiellen und finanziellen Ressourcen, der Aufnahmefähigkeit und „-bereitschaft“ des Marktes sowie der politischen und rechtlichen Bedingungen und Dispositionen erweiter- und vor allem gestaltbar (vgl. auch VDI 1991, S. 67ff.).

Somit wird von der Prämisse ausgegangen, dass die Technikgenese kein autonomer Prozess ist und es demzufolge keinen „one best way“ gibt. Auf diese Weise rücken die Bedingungen der Möglichkeit gestaltender Einflussnahme auf den technischen Wandel in den Vordergrund, vor allem in Form folgender drei Problembereiche:

- technischer Wandel und seine „richtungsgebenden“ Kräfte (Akteure, Arenen, Mechanismen, Wertungen);
- Ziele und Wege der Gestaltung des technischen Wandels (Zielvorstellungen, Kontexte, „abhängige“ und „unabhängige“ Variable, Visionen);
- multidisziplinäre Sichten und Vorgehensweisen in der Technikgenese (Wissensintegration, „Umsetzung“ nichttechnischer Bestandteile in technisches Gestaltungswissen, Sinn- und Orientierungswissen).

Deutlich wurde, dass technischer Wandel weitgehend auf gesellschaftlichen Aushandlungsprozessen basiert. Einen Hinweis auf die Notwendigkeit derartiger Verfahren findet sich bereits bei Jean-Jacques Rousseau: „Welche Gefahren, welche Irrwege gibt es nicht bei der wissenschaftlichen Forschung! Durch wieviel Irrtümer, tausendmal gefährlicher als

die Wahrheit nützlich, muß man nicht gehen, um zu ihr zu gelangen? Der Nachteil ist offensichtlich; denn das Falsche läßt unendlich viele Kombinationen zu; aber die Wahrheit hat nur eine Seinsform. ... Selbst beim besten Willen; an welchen Zeichen kann man sie mit Sicherheit erkennen?“ (Rousseau 1965, S. 45). Derartige Prozeduren müssen

- wissenschaftlich kompetent, d. h. den Anforderungen an eine Diagnose von Problemen, Ursachen, Maßnahmen und deren jeweiligen Folgen kognitiv und methodisch gewachsen sein;
- legitimationsfähig, d. h. mit geltenden Grundnormen kompatibel und in der Lage sein, die aus der Entscheidungskonstellation sich ergebende Pluralität betroffener gesellschaftlicher Werte und Interessen zu berücksichtigen;
- praktikabel, d. h. in der Lage sein, die mit der Entscheidungskonstellation einhergehenden Durchsetzungsbedingungen möglicher Entscheidungen zu berücksichtigen

Zu diesen Prozeduren gehören vor allem *Diskursverfahren*, deren Stärke in themenzentrierter Kommunikation und Argumentation liegt, *partizipative Verfahren*, deren Stärke in der Berücksichtigung gesellschaftlicher Werte liegt, sowie *Mediations(Vermittlungs-)verfahren*, deren Stärke im Machtberücksichtigungspotential und der situativen Konfliktregulierung liegt (vgl. Bechmann, Coenen, Gloede 1994, S. 108ff.).

3.4 Kognitive und methodologische Grundlagen der Technikwissenschaften

Hier sollen nur einige Stichworte bzw. kurze Bemerkungen erfolgen, um „Merkposten“ für spätere Überlegungen zu benennen. Zu den kognitiven Grundlagen wird hier die gesamte Wissenskomponente gezählt, die erforderlich ist, Technik zu entwerfen, zu konzipieren, zu gestalten und herzustellen. Als methodologische Grundlagen werden jene Verfahren angesehen, die eingesetzt werden, um systematisch Wissen der genannten Art zu generieren.

Wissen

Als Wissen kann man die Gesamtheit aller Gedankengebilde bezeichnen, die sich auf Gegenstände, Vorgänge oder Sachverhalte beziehen, diese mehr oder weniger richtig („adäquat“) erfassen („abbilden“, „widerspiegeln“) und somit ein erfolgreiches Handeln und Verhalten ermöglichen. Hauptbestandteile eines mehr oder weniger geordneten Wissenssystems sind (wahre) Aussagen/Behauptungen, Bewertungen (Werturteile), Handlungsanweisungen (z. B. Aufforderungen) und Normen (z. B. Verfahrensregeln). Hauptformen des Wissens sind

- theoretisches oder gesetzesartiges Wissen („Wenn A, so – notwendig, mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit, unter gewissen Bedingungen, möglicherweise usw. – B.“);

- operationales, Projekt- oder Regelwissen („Wenn A hergestellt wird, dann tritt B ein.“).

Näher zu charakterisieren sind m.E. die Formen und Darstellungsweisen von technikrelevantem Wissen. Zu verweisen ist neben den „klassischen“ Arten (wie Gesetzesartige Aussagen, Regeln, Tabellen) auf Nomogramme, Zeichnungen und Skizzen sowie Modelle.

Technik basiert auf der „Vergegenständlichung“ erstens von „explizitem“ wissenschaftlichem Wissen – vor allem naturwissenschaftliches und technisches Wissen vorrangig in mathematisierter Art. Hinzu kommt zweitens Erfahrungswissen, gewonnen im Umgang mit (funktionierender wie nichtfunktionierender) Technik. Drittens „enthält“ Technik auch sogenannte „außertechnische“ Wissens Elemente, womit in erster Linie sozial-, rechts- und wirtschaftswissenschaftliche Kenntnisse gemeint sind. Viertens schließlich ist auch zu berücksichtigen, dass in die Entwicklung von Technik auch „implizites“ Wissen („tacit knowledge“) in unterschiedlicher Weise eingeht. In diesem Zusammenhang wäre dann auch noch weiter aufzuhellen, in wie weit sich das ursprüngliche Verständnis von *τεχνη* und *ars* als „sich auf etwas verstehen“ bzw. als „Kunst“ (man denke dabei auch an „Artefakt“) im Technischen wiederfindet.

Methoden

Allein die Vielgestaltigkeit der in den Technikwissenschaften zu realisierenden Zwecke und Aufgaben legt nahe, von einer methodischen Vielfalt in den Technikwissenschaften auszugehen. Exemplarisch sei dazu lediglich auf inhaltliche Funktionen und methodische Schwerpunkte verwiesen.

Inhaltliche Funktionen:

- Beherrschung technologischer Prozesse,
- Variation von Parametern,
- Optimierung bekannter Strukturen, Prinzipien u.ä.,
- Unterstützung von Entscheidungsprozeduren,
- Erklärung beobachteter Erscheinungen (z. B. Schadensanalyse),
- Objektivierung von Wegen, Bedingungen und Zielen technischen Handelns,
- Überführung theoretischer Erkenntnisse in die technische Praxis,
- Überprüfung von Hypothesen, Theorien, Strategien („Pläne“, „technologische Regeln“, „Handlungsvorschriften“),
- Bildung und Interpretation von Gesetzesaussagen und Theorien (vgl. Banse 1986, S. 139).

Methodische Schwerpunkte:

- Suchen sinnvoller Aufgabenstellungen,
- Auswahl erfolversprechender Aufgabenstellungen,
- wohlverstandene Präzisierung von Aufgabenstellungen,
- Planen der strategischen Vorgehensweise,

- Auswahl spezifischer Methoden für neue Situationen sowie für schwierige und wichtige Wegstrecken,
- Suchen und Einordnen von (Teil-)Lösungen,
- Bewerten,
- Bestimmen des Informationsbedarfs,
- Abrufen, Auswählen und Aufbereiten vorliegender Informationen,
- Auswerten, Fixieren und Überführen sachlicher Ergebnisse,
- Auswerten und Speichern der methodischen Erfahrungen (vgl. Müller 1986a, S. 87).

Berücksichtigen man diese Vielfalt, dann besteht eine erste Annäherung an eine Systematik technikwissenschaftlicher Methoden darin, einerseits zwischen Untersuchungsmethoden (bezogen auf bestehende bzw. vorhandene technische Lösungen) und andererseits Entwurfsmethoden (für verbesserte, optimierte oder neue technische Lösungen) zu unterscheiden. Die in den Bereich der Untersuchungsmethoden gehörenden methodischen Vorgehensweisen dienen in erster Linie der Gewinnung qualitativer und quantitativer Aussagen. Sie ähneln in vielfacher Hinsicht denen in den sogenannten experimentellen Naturwissenschaften: Beobachtung, Messung, Experiment und Simulation sowie die Auswertung von „Betriebserfahrungen“ haben von Anfang an einen festen – wenn auch nicht immer unumstrittenen – Platz auch in den Technikwissenschaften; in der methodischen Abfolge zeigen sich vielfach Analogien zwischen der Vorgehensweise in den Naturwissenschaften und in den Technikwissenschaften (obwohl auch Unterschiede bzw. Weiterungen benannt werden können – für die experimentelle Methode in den Technikwissenschaften hat das z. B. Johannes Müller herausgearbeitet – vgl. Müller 1986b).

Anders hingegen sieht es bei den Entwurfsmethoden aus. Die Schaffung sowohl verbesserter als auch neuer technischer Lösungen unterscheidet sich methodisch nicht nur von der Untersuchung vorhandener Technik, sie unterscheidet auch wesentliche Teile der Technikwissenschaften von den „klassischen“ Naturwissenschaften (vor allem von der Physik). Methodengestützt ist in dieser Hinsicht vor allem zweierlei zu leisten: Erstens ist das für den Entwurfs- bzw. Konstruktionsprozess erforderliche Wissen aus vorhandenen Beständen zu „organisieren“ bzw. fehlendes Wissen zu generieren. Dabei handelt sich sowohl bei dem „Organisierungs-“ als auch bei dem Generierungsprozess um „nichttriviale“ Verfahren der Zusammenführung, Kombination und Integration („Verknüpfung“, nicht „Addition“) unterschiedlicher technischer und nichttechnischer Wissensanteile. (Nichttrivial bedeutet hier, dass es sich dabei in den seltensten Fällen um schematisch vollziehbare oder routinemäßig abarbeitbare, sondern in hohem Maße um kreative, auch auf Intuition, Phantasie, Erfahrung und Kompetenz gegründete Vorgehensweisen handelt, die somit auch stark individuell geprägt sind.) Zweitens ist der „Übergang“ von deskriptivem, beschreibendem (vor allem Gesetzes-)Wissen zu präskriptivem, „handlungsleitendem“ oder „-vorschreibendem“ prozeduralem Wissen (z. B. in Form von Aufforderungen, Handlungsanweisungen, Prinzip-Vorschriften, Plänen oder Anleitungen) bzw. zum Handeln selbst („Machen“, „Herstellen“) zu vollziehen. Generell wird für das Entwurfshandeln davon ausgegangen, dass es sich dabei um die (eine) gedankliche Vorwegnahme von (technisch) Neuem, so (noch) nicht Vorhandenem handelt (Antizipation).

Entwurfshandeln wird als eine konkretisierende Vorgehensweise gefasst: vom abstrakten Prinzip (z. B. als Idee einer funktionserfüllenden Struktur) ausgehend wird (häufig über Zwischenstufen, z. B. als Wirkpaarung) gestaltend, dimensionierend, bemessend und optimierend zum funktionsfähigen technischen (Sach-)System bei Berücksichtigung vielfältiger „Randbedingungen“ vorangeschritten. Beim „Entwerfen“ handelt es sich um ein bewusstes, zur Zielerreichung notwendiges „Überschreiten“ des Vorhandenen (sowohl des „Arte-Faktischen“ wie des „Wissensmäßigen“) in Form eines (planmäßigen, intuitiven, methodenbasierten, heuristischen, ...) „Suchprozesses“. Dieser Prozess erfolgt in der Regel unter Informationsmangel bzw. bei unvollständiger bzw. „unscharfer“ Information, d. h. zu Beginn des (als Planungsvorgang verstandenen!) Entwurfs- bzw. Konstruktionsprozesses sind z. B. nicht alle relevanten Informationen verfügbar, es ist auf sich verändernde einschließlich neuer Zielvorgaben oder „Rand“bedingungen vor allem wissenschaftlicher, technischer, politischer, ökonomischer oder juristischer Art zu reagieren („Dynamisierung der Begleitumstände“). Dabei muss die Vielzahl der zu Beginn des Entwurfs-Prozesses verfügbaren Informationen selbst (fast stets) reduziert werden, um sie „operationalisierbar“ zu machen bzw. zu halten.

Eine andere Einteilung unterscheidet „exakte“ (algorithmische) von „unscharfen“ (heuristischen) Methoden. Ausgangspunkt für diese Unterscheidung von Methoden gedanklicher Bearbeitungsprozesse in den Technikwissenschaften ist, mit welcher Glaubwürdigkeit zum Zeitpunkt t_0 vorausgesagt werden kann, ob das angestrebte Ergebnis (das angestrebte Ziel, der angestrebte Zweck) eintreten wird. Auf diese Weise kann man sinnvoll zwischen Algorithmus (algorithmische Methode) und Heurismus (heuristische Methode) differenzieren.

Als Algorithmus bezeichnet man ein eindeutiges gedankliches Verfahren zur Transformation einer gegebenen Größe in eine gesuchte bzw. angestrebte Größe. Mit anderen Worten: mittels der algorithmischen Methode wird ein angestrebtes und gewolltes Ergebnis von gegebenen Anfangsbedingungen her in „normierter“ Weise – und vorhersagbar – in einer endlichen Anzahl von Schritten erreicht. Ein Heurismus unterscheidet sich vom Algorithmus dadurch, dass ihm die Garantie für das Lösen bzw. Finden der Lösung einer gegebenen Aufgabenstellung fehlt. Er ist eine endliche, geordnete Menge von Vorschriften, die, adäquat angewendet, das anzustrebende Ergebnis zwar nicht sicher erreichen lässt, aber doch bewirkt, dass der Bearbeitungsprozess zielstrebig, sicherer bzw. effektiver verläuft.

Das heuristische Vorgehen stellt somit den Versuch dar, Probleme in der technischen Entwicklungsarbeit methodenbewusst auch dort zu lösen, wo ein strikt algorithmisches Vorgehen nicht mehr (oder noch nicht?) möglich ist. Da Heuristiken dort zur Anwendung gelangen, wo das problembearbeitende bzw. -lösende Vorgehen nicht „zwingend“, „deterministisch“ oder „vorgegeben“, wo es nicht bereits im Voraus festgelegt ist (bzw. festgelegt werden kann), fällt es dem „Bearbeiter“ zu, die möglichen und notwendigen Heurismen selbst zu wählen – mithin ist dieser Auswahl- und Entscheidungsprozess individuell beeinflusst. Er wird stark geprägt von der (durch Ausbildung, praktische Erfahrung usw.) je individuell „geformten“ heuristischen Kompetenz. Darunter wird die Fähigkeit verstanden, „das Handeln den Bedingungen jeweils anzupassen. Erkennen von Wichtigkeit, Er-

folgswahrscheinlichkeit und Dringlichkeit sowie Prozesskontrolle und Kontrolle des Anspruchsniveaus sind dabei wichtige Komponenten“ (Pahl 1994a, S. 15).

Bei aller methodischen Vielfalt in den Technikwissenschaften gilt es, stets folgenden drei methodologische Erfordernisse zu entsprechen:

1. Berücksichtigung der Komplexität technischer Aufgabenstellungen: Diese Forderung rückt die Beachtung der Vielfalt von Einflussfaktoren, Abhängigkeiten, Zusammenhängen, Lösungsvarianten usw. in das Zentrum der Aufmerksamkeit des Problembearbeiters.
2. Gewährleistung einer (weitest möglichen) Ganzheitsbetrachtung angestrebter oder realisierter technischer Lösungen: Diese Forderung zwingt dazu, bei der Problembearbeitung und -lösung die gegenseitigen Verflechtungen der einzelnen Struktur- und Prozesseinheiten von der übergreifenden Zielstellung bzw. „Einbindung“ her zu analysieren und zu synthetisieren.
3. Zugrundelegung einer tätigkeitsbezogenen Herangehensweise an die technische Problemlösung: Dieses Prinzip bedeutet die Bereitstellung solch eines Wissens, das für die auszuführenden Tätigkeiten relevant ist – es ist somit der Prozess der Generierung, Konstruktion, Nutzung und „Entsorgung“ technischer Lösungen in der Wechselwirkung von Objekt und Subjekt des technischen Handelns zu erfassen.

3.5 Allgemeintechnische Ansätze als adäquate wissenschaftliche Darstellung

Als abschließende Überlegung soll kurz etwas zur adäquaten Darstellung der Grundlagen eines der Gegenwart angemessenen Technikbildes dargelegt werden. Ob sich dafür der von Horst Wolffgramm eingeführte Begriff „Allgemeine Techniklehre“ durchsetzen wird, kann heute noch nicht entschieden werden. Unter Rückgriff auf den Ansatz von Johann Beckmann gibt es zur Zeit mehrere konzeptionelle Ansätze mit unterschiedlichen Bezeichnungen (vgl. Abbildung 6).

Es ist ein Desiderat der weiteren wissenschaftlichen Arbeit, diese unterschiedlichen Konzepte vergleichend zu analysieren, z. B. hinsichtlich des erhobenen Anspruchs, der tatsächlichen Realisierung dieses Anspruchs, der theoretischen Grundlegung usw. Zugleich müssen mindestens folgende zwei Fragen beantwortet werden:

- Welcher lebensweltliche Ausschnitt kann bzw. muss in einem allgemeintechnischen Ansatz erfasst werden?
- Welche Wissenschaftsdisziplinen sollten bzw. müssen für die Entfaltung allgemeintechnischer Ansätze berücksichtigt werden?

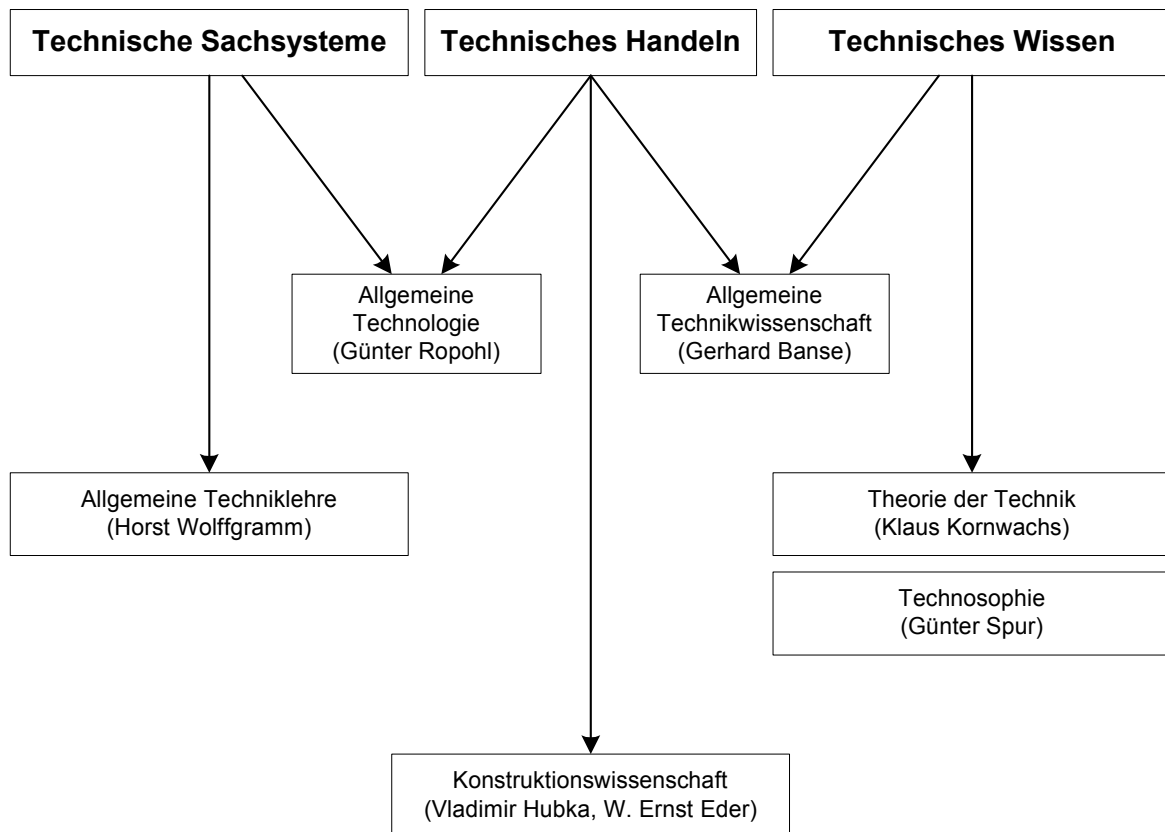


Abbildung 6: Aktuelle allgemeintechnische Konzeptionen¹⁵

Hinsichtlich der Weiterentwicklung der Allgemeinen Technologie ist zu unterscheiden ist, ob sie

- entweder mehr beschreibende Systematisierungen und Verallgemeinerungen darstellt, die – allein oder vor allem – methodischen Zwecken dienen sollen (die ihrerseits von der technischen Ausbildung bis zur „technologischen Aufklärung“ reichen),
- oder Aussagensysteme im Sinne einer technikwissenschaftlichen Metatheorie bzw. einer Grundlagentheorie bzw. -lehre der Technikwissenschaften umfasst, die gesetzmäßige Zusammenhänge technologischer Prozesse theoretisch erklärt und begründet sowie dieses Wissen in einer generalisierenden Perspektive (als Allgemeine Technikwissenschaft) zusammenführt – im Gegensatz zu den zahlreichen ad-hoc-Theorien der (einzelnen) Technikwissenschaften.

Als Beispiel für die erste Position kann folgende Aussage von Günter Ropohl dienen: „Wenn technologische Aufklärung im Speziellen das Allgemeine hervortreten lassen, wenn sie die innere Einheit technischer Problemstellungen und Lösungen verständlich ma-

15 Zu den einzelnen Ansätzen vgl. vor allem Banse 1998; Hubka, Eder 1992, 1996; Kornwachs 1995, 1996; Ropohl 1979a, 1999a; Spur 1998; Wolffgramm 1978, 1994ff.

chen soll, so muß sie sich auf eine »systematisch geordnete Menge von Aussagen« über den Bereich des Technischen schlechthin stützen können: Technologische Aufklärung bedarf einer systematisierenden und generalisierenden, allgemeinen Techniktheorie als fachdidaktische Basis“ (Ropohl 1973, S. 227f.). Für die zweite Position sind die Überlegungen von Günter Spur exemplarisch: Allgemeine Technologie „ist als Grundwissenschaft der Technik zu verstehen. Sie beinhaltet das Streben nach Erkenntnis des Zusammenhangs von Technik und Kultur, aber auch den Wirkungen des technischen Fortschritts auf die Entwicklung der Gesellschaft“. Sie „will ein neues Selbstverständnis der Technikwissenschaft entwickeln und damit aus der Hülle der sachorientierten Funktionswelt Technik heraustreten“ (Spur 1998, S. 68ff.).

Es ist einsichtig, dass beide Positionen gleich bedeutsam sind. Es ist auch einsichtig, dass beide Positionen nicht absolut zu trennen sind, sondern aufeinander Bezug nehmen. Deshalb sind sie m.E. auch nur im Zusammenhang weiter ausgestaltbar. Allerdings sind differierende Ansprüche unübersehbar: Allgemeine Technologie als Grundlage für technische (Allgemein-)Bildung orientiert sich vor allem an den Akteuren der Verwendungs- bzw. Nutzungszusammenhänge, während Allgemeine Technologie als technische „Grundlagendisziplin“ vor allem auf die Akteure der Herstellungszusammenhänge zielt.

Für die Weiterentwicklung der Allgemeinen Technologie gibt es idealhaft zwei Vorgehensweisen, die als deduktiv-konkretisierend und als induktiv-generalisierend bezeichnet seien. Deduktiv-konkretisierend bedeutet hier, von einem umfassenden theoretisch-philosophischen Entwurf („Gesamtschau“) auszugehen und in Richtung konkreter technischer Einzelheiten zu untersetzen bzw. zu präzisieren. Induktiv-generalisierend soll dagegen eine Vorgehensweise bezeichnen, die von den einzelnen technischen Gegebenheiten ausgeht und aus diesen (z. B. vergleichend und klassifizierend) Gemeinsamkeiten („Allgemeines“) ableitet. Jede konkrete „allgemeintechnologische Hervorbringung“ basiert m.E. auf einer Kombination dieser beiden Vorgehensweisen, braucht Abbild des Konkreten und Entwurf des Übergreifenden. Unterschiedlich ist gewiss das „Maßverhältnis“ zwischen beiden, so dass dem einen ein Ansatz zu spekulativ erscheint, der einem anderen noch zu sehr dem Konkreten verhaftet ist. Es gibt aber kein zeitloses Maß, sondern immer nur zweckbezogene Kombinationen beider Vorgehensweisen – deshalb sind vorhandene Ansätze an ihrem jeweiligen Zweck („Anspruch“) zu messen.

4 Das Technische und das Nicht-Technische. Eine grundlegende Unterscheidung und ihre kulturelle Bedeutung

Armin Grunwald

4.1 Technikbilder und Technikbegriff

Auf den ersten Blick mag ein Beitrag über die Unterscheidung von Technischem und Nichttechnischem, also über den Technikbegriff, in einem Band über Technikbilder und ihre Implikationen für die Technikdidaktik als verzichtbar erscheinen. Denn die Verwendung von kulturell geprägten Technikbildern scheint schon vorauszusetzen, dass ein Einvernehmen darüber besteht, was unter Technik verstanden werden soll: Bilder von der Technik bedürfen eines vorgängigen Verständnisses davon, was unter „Technik“ subsumiert werden soll. Kurz gesagt: Technikbilder setzen einen Technikbegriff schon voraus.

Nun gibt es sehr verschiedene Technikbilder, und hier sei die Vermutung gewagt, dass diese sich nicht nur in Bezug auf ihre „Bildfunktion“ gegenüber einem (vermeintlich) für sich selbst stehenden Bereich „Technik“ unterscheiden, sondern dass hierbei auch die unterstellten Technikbegriffe verschieden sein können. Wenn aber der zugrundegelegte Technikbegriff nicht einvernehmlich klar ist, dann hat eine grundsätzliche Auseinandersetzung mit dem Technikbegriff auch einen Platz in einem Band über Technikbilder. Eine solche Auseinandersetzung sollte den Blick dafür schärfen, welche Aspekte in unterschiedlichen Technikbildern der „Bildfunktion“ und welche dem verwendeten Technikbegriff geschuldet werden. Auf diese Weise kann die Diskussion des Technikbegriffs Auswirkungen haben auf die Diskussion über Technikbilder. Daher soll hier eine Stufe früher angesetzt werden als in der Diskussion um Technikbilder: Was ist der semantische Kern dessen, was wir, wenn wir Technikbilder verwenden, als Technik bezeichnen? *Wovon* unterscheiden wir etwas, wenn wir es als „technisch“ klassifizieren? Die Grundfrage dabei ist, ob – wie meist angenommen – der Technikbegriff sich primär auf technische Artefakte erstreckt, oder ob sich noch etwas Anderes hinter der sprachlichen Unterscheidung von technisch und nichttechnisch aufdecken lässt.

In dieser Untersuchung wird vor allem auf die technikphilosophische Diskussion um den Technikbegriff Bezug genommen. Weder kulturpessimistische noch fortschrittsoptimistische Deutungen dienen der Erhellung dessen, was Technik, technisches Handeln oder das „Technische“ auszeichnet bzw., negativ gewendet, was *nicht*-technisches Handeln,

nicht Technik oder das Nicht-Technische sein soll. Implizit oder explizit steht der größte Teil der technikphilosophischen Literatur unter der Prämisse, dass ihr Zentrum die technischen Artefakte seien, wenn nämlich technisches Handeln als ein Handeln unter Verwendung von Technik bestimmt wird. Diese – sozusagen ontologische – Prämisse der Technikphilosophie ist jedoch einerseits zu restriktiv und andererseits zu wenig trennscharf. Jedes Handeln unter Verwendung von Technik als technisches Handeln zu betrachten, geht daran vorbei, dass auch andere als technische Praxen von technischen Artefakten Gebrauch machen, so z. B. viele Bereiche künstlerischer Arbeit. Andererseits sind Sprachgebräuche eingeübt und nachvollziehbar, die das Attribut „technisch“ verwenden, ohne dass es dabei um Artefakte geht, so z. B. im Bereich von Mediations- oder Meditationstechniken. Das Ziel ist es, die genannte Prämisse zu überwinden und zwischen den Unterscheidungen „technisch – nichttechnisch“ und „technische Artefakte – ‚Nicht-Gemachtes‘“ zu differenzieren.

Ausgangspunkt ist die Beobachtung, dass der Technikbegriff eine substantielle (die Artefakte betreffend) und eine prozedurale Seite (die technischen Verfahren betreffend) hat. Die Frage stellt sich dann, wieso es in der Alltagssprache überhaupt ein gemeinsames begriffliches Dach „Technik“ für so Heterogenes wie Klavierspielen, Hüftoperationen und Flugzeuge gibt. Wo liegt der gemeinsame semantische Kern dieser verschiedenen Begriffszuordnungen und welches ist der verbindende Technikbegriff?

Es wird im Folgenden die Frage nach dem semantischen Kern des Technikbegriffs verfolgt, um daraus Einsichten in die kulturelle Bedeutung des „Technischen“ und des Nicht-Technischen, aber auch und vielleicht vor allem, in die Implikationen dieser Unterscheidung zu gewinnen. Es wird dabei die These vertreten und begründet, dass der semantische Kern des Technikbegriffs nicht auf der Artefakt-, sondern auf der Handlungsseite und näher hin im handlungstheoretisch eingeführten Begriff der *technischen Regel* liegt. Die kulturelle Funktion des „Technischen“ liegt darin, im Wechsel der historischen Situationen und Kontexte (im „Handlungsstrom“, vgl. Schwemmer 1987) Wiederholbarkeit, Wiedererkennbarkeit und Kontinuität zu ermöglichen, also im Wechsel der singulären historischen Situationen etwas dadurch festzuhalten, dass man es wiederholen bzw. reproduzieren kann. „Technisch“ ist ein Attribut, das bestimmten Handlungen oder ihren Resultaten zugeschrieben wird. Die Unterscheidung „technisch – nichttechnisch“ wird gesellschaftlich konstituiert. „Technik“ bezieht sich nicht primär auf Artefakte, sondern ist als Reflexionsbegriff über die Regelmäßigkeit des Handelns zu verstehen.

4.2 Technik als Reflexionsbegriff

Wohl alle Versuche, einen umfassenden Technikbegriff zu entwickeln, stehen in der Dichotomie zwischen einem *substantiellen* Technikbegriff (Technik als Ding oder Artefakt) einerseits und einem *prozeduralen* Technikbegriff (Technik als Verfahren) andererseits. Oft ist Technikphilosophie ausschließlich und direkt auf Technik als „Hardware“ ausgerichtet (vgl. Gehlen 1986; Kapp 1877) und zielt auf die „genauere Analyse des Ortes von

„Sachen“ in Handlungsketten“ (Wagner-Döbler 1989, S. 25; vgl. auch Ropohl 1979a, 1999a). Die anthropologisch relevanten Fragen sind in diesem Zusammenhang, (a) wie der Mensch zu den Artefakten kommt, (b) wie er sich zu ihnen verhält und (c) – wenn diese überhaupt gestellt wird – wie er sie wieder los wird. Auf dieser Grundüberlegung fußt die gegenüber Ropohl (1979a) erweiterte Definition von Technik über die mit ihr zusammenhängenden gesellschaftlichen Praxen (Grunwald 1998): Technik als Oberbegriff für¹⁶

- Praxen der Technikentwicklung und -herstellung,
- Praxen, in denen Technik genutzt bzw. verwendet wird, und für
- Praxen, in denen Technik aus dem Verwendungszusammenhang entfernt wird (z. B. Entsorgung, Rezyklierung, Deponierung).

Diese Definition hat gegenüber vielen anderen – prototypisch sei auf die platonisch motivierte Definition von Dessauer (vgl. Dessauer 1956) verwiesen, Technik als „reales Sein aus Ideen“ zu verstehen – den Vorteil der Nähe zu faktischen Handlungszusammenhängen. Sie setzt an bei faktischen gesellschaftlichen Praxen statt bei praxisfernen metaphysischen Vorstellungen, und sie hat den Vorteil scheinbarer Evidenz in der aktuellen Diskussion um Technikfolgen und ihre Bewältigung. Denn in dieser Diskussion versteht man unter Technikfolgen nicht die Folgen des Einsatzes von Meditationstechniken oder von Klavierspielen, sondern die Folgen von Kraftwerksbau, Straßenbau, Computerisierung der Arbeits- und Lebenswelten oder der massenhaften Verwendung des Automobils.

Trotz dieser Vorteile einer pragmatischen Ausrichtung ist obige Definition eigentlich gar keine Definition des Technischen, weil sie den Begriff des Technischen als bereits vorgegeben voraussetzt: der Technikbegriff wird *investiert statt definiert*. Wie in der Technikfolgendiskussion wird implizit das Verständnis von Technik als Menge dinghafter Artefakte vorausgesetzt. Artefakte bilden das Zentrum, um das die Handlungszusammenhänge des Herstellens, des Verwendens und des Entsorgens gruppiert werden. Trotz der pragmatischen Ausrichtung dieser Definition bleibt eine ontologische Orientierung an den Artefakten erhalten; diese bilden das „harte“ Substrat der Technikphilosophie. Eine „Pragmatisierung“ des Technikbegriffs ist durch obige Definition zwar eingeleitet, aber nicht konsequent durchgeführt. Die Weiterführung soll im vorliegenden Beitrag geleistet werden.

Wenn der Technikbegriff sprachlich nicht nur in Bezug auf technische Artefakte, sondern auch losgelöst davon Verwendung findet, wenn man das „Technische“ auch außerhalb der Rede über und dem Umgang mit technischen Artefakten antrifft, wäre eine Begriffsbestimmung zu eng, die explizit oder implizit das Technische auf die technischen Artefakte einschränkt. Und in der Tat ist genau dies der Fall, wie einige Beispiele zeigen:

- Mathematische Beweistechniken z. B. bedürfen lediglich wohldefinierter Begriffe und eingeführter und akzeptierter Regeln und eines entsprechenden Wissens, aber keiner Geräte oder Apparaturen.

16 Die folgende Aufzählung ist nicht disjunkt: Auch in der Herstellung und Entsorgung können technische Geräte selbst Verwendung finden.

- In den Literaturwissenschaften spricht man von Interpretationstechniken – dort steht ein bestimmtes Vorgehen im Vordergrund, das in spezifischen Fragen an den Text und in bestimmten Schrittfolgen zur Beantwortung dieser Fragen besteht, welches ohne technische Artefakte auskommt.
- Interviewtechnik besteht keineswegs aus einem Set von Mikrofonen und Aufzeichnungsgeräten, sondern aus einem (technischen?) Wissen darüber, wie bestimmte Interviewziele durch faktische Befragungen realisiert werden können.
- Schauspieltechniken sind ebenfalls keine Mechanismen oder Apparate der Bühnentechnik, sondern bestehen in einem Können und in Kenntnissen von Schauspielern, die damit in ihren jeweiligen Rollen bestimmte Effekte erreichen wollen.

Auch in umgekehrter Richtung funktioniert die Identifikation technischer Handlungen mit Handlungen, die sich auf Artefakte erstrecken, nicht. So bedienen sich z. B. viele Künstler technischer Geräte (Pinsel, Aufnahmegeräte, Kameras, Multimedia-Anlagen). Eine Charakterisierung dieses künstlerischen Handelns als ein technisches Handeln wäre zwar im Einzelfall möglich, würde aber zumindest viele Aspekte unberücksichtigt lassen (wahrscheinlich gerade die wesentlichen). Auch das bei einer Brückeneinweihung übliche Zerschneiden eines Bandes mit einer Schere als technische Handlung zu verbuchen, scheint pragmatisch und semantisch am Kern dieser Sache vorbeizugehen.

Der semantische Kern von Technik kann daher – bezieht man sich auf die gängige Verwendung des Technikbegriffs in alltagssprachlichen Kontexten – nicht allein im Hardware-Aspekt von technischen Artefakten bestehen, sondern muss auch die prozedurale Seite beinhalten. In einigen Ansätzen werden zwar substantielle und prozedurale Aspekte von Technik gleichermaßen berücksichtigt. Es wird aber nicht die Frage gestellt geschweige denn beantwortet, worin denn die Gemeinsamkeit bestünde, die eine übergreifende Begriffsdefinition rechtfertigt. Wenn unter Technik sowohl die Beherrschung von Handlungsschemata, wie z. B. die Technik des Violinspiels oder chirurgische Techniken, als auch Maschinen, Werkzeuge und Geräte verstanden werden (vgl. Grunwald 1998), dann stellt sich doch die Frage entweder nach dem Gemeinsamen von Prozedur und Substanz oder nach einem Subsumtionsverhältnis in der einen oder anderen Richtung.

Die sprachliche Unterscheidung „technisch – nichttechnisch“ ist, so der erste Schluss, nicht identisch zur Unterscheidung technischer Artefakte vom Nicht-Dinghaften. Die faktische Verwendung des Technikbegriffes in Sprache und Gesellschaft scheint auf etwas Anderes und Allgemeineres hinzudeuten: auf den *semantischen Zusammenhang von Technik und Regelmäßigkeit*. In den obigen Beispielen ist jeweils konstitutiv, dass die betreffende Technik „immer wieder“ eingesetzt werden kann: kontextinvariant oder kontextuell modifiziert. Ist dieses „Immer-wieder“ für die meisten technischen Artefakte in ihrer Herstellung oder Nutzung evident (ein Hammer oder ein Auto kann *immer wieder* verwendet werden, ein Gerät kann nach entsprechender Anleitung *immer wieder* hergestellt werden), so gibt es diese „Immer-wieder-Nutzung“ auch in Kontexten außerhalb technischer Artefakte: ein einmal erlerntes geregeltes Wissen über Schauspieltechnik oder Interviewtechnik kann eben auch *immer wieder* eingesetzt werden. Die zentrale These ist daher:

In der Möglichkeit des „Immer-wieder“ steckt der semantische Kern des Technikbegriffs. In der Verwendung des Technikbegriffs wird darauf reflektiert, inwiefern dieses „immer-wieder“ sich durchhalten lässt und inwiefern die nahegelegte Regelhaftigkeit umgesetzt werden kann. Kurz gesagt: In der Rede über Technisches reflektieren wir die *Möglichkeiten und Grenzen der Konstruktion von Situationsinvarianzen*.

Diese Sicht auf den Technikbegriff stellt die prozedurale Seite von Technik in den Vordergrund, kann dann jedoch (z. B. nach Maßgabe der obigen dreiteiligen Definition) die substantielle Seite über die mit den Artefakten verbundenen Handlungsweisen integrieren. Auf diese Weise werden substantielles und prozedurales Technikverständnis nicht einfach additiv und unverbunden nebeneinander gestellt, sondern beide Aspekte werden über eine allgemeine (prozedurale) Definition des „Technischen“ inhaltlich integriert. Die Ausrichtung des Technikbegriffs auf Situationsinvarianz und Regelhaftigkeit bedeutet also, zusammenfassend gesagt:

1. Nicht Dinge (technische Artefakte) bilden das Material für technikphilosophische Reflexion, sondern (technische) Handlungen.
2. Damit sind jedoch nicht per se Handlungen gemeint, die sich auf technische Artefakte erstrecken, sondern Handlungen unter Regeln, die unter bestimmten Situationsinvarianzbedingungen stehen.

Durch diesen sprachpragmatischen Bezug wird auch deutlich, dass technisches Handeln nicht ontologisch von einem Bereich des nicht-technischen Handelns abzugrenzen ist. Die Attribution „technisch“ erfolgt vielmehr durch eine *Zuschreibungshandlung* auf der Basis einer deutenden Rekonstruktion. Weder „gibt“ es das Technische noch das Nichttechnische, sondern *wir konstituieren das Technische und das Nichttechnische durch Zuschreibungen*. Eine Handlung kann sowohl unter dem Aspekt des Technisch-Regelhaften als auch unter dem Aspekt des von der Regel abweichenden Singulären thematisiert werden: die Kategorie des Technischen ist ein gesellschaftliches Konstrukt. Die Unterscheidung „technisch – nichttechnisch“ ist nicht ontologisch, sondern stellt eine pragmatische Unterscheidung von gesellschaftstheoretischem Interesse dar.

Die Zuschreibung „technisch“ oder „nichttechnisch“ ist Resultat einer Reflexion über Invarianzen in Handlungsvollzügen. Die Reflexion bezieht sich darauf, wie und in welcher Hinsicht diese Handlungen invariant sind. Der Technikbegriff stellt sich also als *Reflexionsbegriff* für den Grad an Situationsvarianz oder -invarianz von Handlungszusammenhängen heraus. Wir können ein Interview unter dem Aspekt des regelgeleiteten Handelns sehen (und als Technik verbuchen) oder als einmaligen Vorgang thematisieren (als eine Art Performance). Diese Zuschreibungen sind natürlich nicht in beliebiger Weise vornehmbar: (1) sehr stark reguliertes Handeln ist nur mühsam unter Aspekten seiner Einmaligkeit thematisierbar (möglich aber ist es in der Regel, weil auch jedes regelgeleitete Handeln Aspekte singulärer Konstellationen trägt); (2) dagegen wird man in vielen sozialen Bezügen Schwierigkeiten haben, überhaupt Regelmäßigkeiten nachvollziehbar aufzudecken (was u. a. zu den bekannten Kontroversen führt, ob man aus der Geschichte lernen könne). Der Technikbegriff ist also ein Reflexionsbegriff für den Grad an Situationsinva-

rianz von Zweck-Mittel-Relationen. Er bezieht sich auf die Unterscheidung von streng regelgeleitetem Handlungsschema und historisch-singulärem (damit einmaligem) Handlungsvollzug. Durch die Reflexion auf das Technische in diesen Kontexten werden die Abweichungen des letzteren vom ersteren erst thematisierbar. Die Unterscheidung des Technischen vom Nicht-Technischen ist die Leitunterscheidung, die den Spannungsbogen vom historisch-singulären Einmaligen bis zum beliebig oft Wiederholbaren ermöglicht (zur kulturellen Bedeutung dieser Spannung siehe Abschnitt 4.3).¹⁷ Durch Verwendung des Attributes „technisch“ wird die Situationsinvarianz von Zweck-Mittel-Relationen betont und die Möglichkeit des Lehrens und Erlernens des entsprechenden Schemas hervorgehoben: Techniken sind aufgrund ihrer Regelmäßigkeit lehr- und lernbar (siehe Abschnitt 4.3; vgl. auch einige Beiträge zur Technikdidaktik im vorliegenden Band).

Diese Überlegungen motivieren schließlich folgenden sprachpragmatischen Vorschlag zur Definition des Technischen: „Technisch“ werden genau die Handlungszusammenhänge genannt, die sich in Form *technischer Regeln* rekonstruieren lassen. Technische Regeln sollen Sätze über Regelmäßigkeiten darstellen, die mit einem Allquantor in bestimmten Hinsichten (bzgl. der entsprechenden Versuche, der Situationen oder der Zeit) versehen werden können (ausführlicher dazu vgl. Grunwald 2000a, Kap. 2.1; zur Formalisierung vgl. Hartmann 1993, S. 49ff.). In der handlungstheoretischen Form einer Zweck-Mittel-Beziehung, orientiert an der Kategorie der Reproduzierbarkeit, lautet der Rekonstruktionsvorschlag

Für alle Situationen S, denen die Prädikate P_i zugesprochen werden können, gilt: Wenn der Effekt E reproduziert werden soll (der z. B. in der Reproduktion eines Verlaufs oder dem Erreichen eines Zustandes bestehen kann), soll das Handlungsschema H aktualisiert werden.

Die Situationsinvarianz der Geltung technischer Regeln beruht darauf, dass gewisse *relevante* Situationsaspekte P_i bestimmten Bedingungen genügen müssen. Die Rechtfertigung technischer Regeln erfordert die Angabe der entsprechenden Attribute P_i . Die Gesamtheit dieser Attribute heiße der *Geltungsbereich* G der technischen Regel. Das Funktionieren von Technik, der „Sinn“ des Technischen relativ zu der Einhaltung von Geltungsbereichen wird durch diese sprachliche Formulierung treffend rekonstruiert, weil sie die Abgrenzung der in den Regeln konstituierten Invarianzen im Handeln von den kontextabhängigen Varianzen ermöglicht. Genau auf diese Abgrenzung bezieht sich der Technikbegriff als Reflexionsbegriff (s.o.). Die Rekonstruktion des Technischen über technische Regeln weist den Anspruch des „Technischen“ auf Geltungsinvarianz bezüglich Orts-, Zeit- und Personenwechseln aus. Wie diese Rekonstruktion sich (a) im technischen Handeln unter Verwendung von Artefakten und (b) im technischen Handeln ohne Verwendung von Artefakten wiederfinden lässt, sei im folgenden erläutert.

17 So z. B. die Unterscheidung von Technik und Kunst. Sicher kann man das Malen mit Pinsel und Ölfarbe als technisches Handeln in obigem Sinne rekonstruieren (etwa zum Zwecke des Lehrens und Lernens); das in künstlerischer Hinsicht Wesentliche daran wird man jedoch dann möglicherweise verfehlen.

- a) Die Besonderheit poietischen Handelns der Herstellung von Technik, dies sei hier als Beispiel herangezogen, liegt darin, dass seine Resultate Relikte bilden und beständig sind. Technische Artefakte stellen materialisierte, „widerständige“ Zweck-Mittel-Zusammenhänge dar, weil sie im poietischen Handeln als Mittel zu bestimmten Zwecken gefertigt wurden. Mit Abschluss des poietischen Handelns ist der zugrundeliegende Zweck-Mittel-Zusammenhang quasi „eingefroren“. Da technische Artefakte Hardware darstellen, können sie „immer wieder“ eingesetzt werden,¹⁸ sowohl zur Realisierung gleicher Zwecke (Befahren einer Brücke, Einschlagen eines Nagels mit dem Hammer, Erstellen eines Textes mittels Computer) wie auch zur Realisierung von in der Poiesis ursprünglich nicht vorgesehenen Zwecken (Zweckumwidmung, Zweckentfremdung, Missbrauch; vgl. Rohbeck 1993). Dieses „Immer wieder“-Genutztwerden können ermöglicht die Formulierung technischen Wissens als Invarianten gegenüber Kontextwechseln, relativ zu denen das Funktionieren von Technik, definiert als die Realisierung der jeweils damit verfolgten Zwecke, erhalten bleibt. Diese Situationsinvarianz ist ersichtlich nur relativ zur Einhaltung von bestimmten Geltungsbedingungen zu sichern, wie sie sich z. B. in Anforderungen an Temperatur oder Luftfeuchtigkeit äußern. Poietische Handlungen sind *wiederholbar*, und technische Artefakte können dadurch wenigstens prinzipiell „immer wieder“ in funktionsäquivalenter Weise reproduziert werden.¹⁹ Sie lassen sich als Befolgung technischer Regeln rekonstruieren und fallen daher unter die vorgeschlagene Definition des Technischen.
- b) Diese erschöpft sich aber nicht darin, sondern lässt sich in ähnlicher – nicht identischer – Weise auf die oben genannten Beispiele eines technischen Handelns ohne Bezug auf Artefakte beziehen. Die dinghafte Beständigkeit der Artefakte als Bedingung für eine Immer-wieder-Nutzung entfällt dabei und wird ersetzt durch eine Speicherung des entsprechenden Wissens und Könnens im „Archiv“ der Gesellschaft (vgl. Groys 1997). Dort ist dann das Wissen abrufbar, um es z. B. für eine Reproduktion zu nutzen (z. B. in Form von Modellen volkswirtschaftlicher Steuerung als Wissen für wirtschaftspolitische Maßnahmen oder im Unterricht an einer Schauspielschule). Es besteht also kein Anlass, sich für die Frage des „Immer-wieder“ auf hardwaremäßige Eigenschaften technischer Artefakte zu beschränken. Auch andere gesellschaftliche „Erfindungen“ ermöglichen die Dimension des Technischen. Technische Handlungen in diesem Sinne können sowohl die eingangs genannten Handlungen des Herstellens, des Verwendens und Entsorgens technischer Artefakte sein, aber auch die Interviewtechnik oder die Interpretationstechnik, insofern das Moment des Regelhaften enthalten ist.

18 Die Beständigkeit der Relikte ist ersichtlich relativ. Einerseits setzen Degradation wie z. B. Korrosion und Verschleiß den Artefakten zu, andererseits werden bestimmte Artefakte nur für einmaligen Gebrauch hergestellt.

19 Diese Eigenschaft ist die Voraussetzung für die Tradierung des entsprechenden Handlungswissens und die Bildung technischer Praxen und Traditionen (vgl. Janich 1998).

4.3 Das Technische in der Kultur

Wenn der Technikbegriff als Reflexionsinstrument dient, um über den Grad an Regelmäßigkeit im Handeln zu diskutieren, ist dies in zwei Richtungen zu verstehen. Zum einen können Invarianzen eingefordert werden, kann Handeln unter Invarianzansprüche gestellt werden (z. B. unter den Anspruch, invariant gegenüber individuellen Präferenzen zu sein). Dieser normativen Ausrichtung kann andererseits die deskriptive entgegengestellt werden, die in dem Austesten der Möglichkeiten und Grenzen der Konstitution von Invarianzaussagen und von technischen Regeln besteht. Ist die Fragestellung in beiden Richtungen pragmatisch verschieden, so beziehen sich beide dennoch auf die gemeinsame Rekonstruktionsfigur der technischen Regel.

Die Konstitution von Invarianzen über technische Regeln stellt eine kulturelle Leistung dar, da sie von Deutungs- und Rekonstruktionsbemühungen abhängt. Nichts ist von sich aus invariant, sondern wird durch sprachliche Mittel (so z. B. durch die Reflexion auf den Anteil des Technischen und die Möglichkeiten der Etablierung technischer Regeln) *erst als invariant konstituiert*. Diese Konstituierung erfolgt relativ zu vorgängigen Festlegungen der Kriterien für „gleich“ und relativ zur Kenntnis des Geltungsbereiches der formulierten Regel. Diese Kriterien richten sich in ihrer substantiellen Ausprägung nach gesellschaftlichen Zwecken und kulturellen Vorverständnissen, sind also selbst kultur- und situationsvariant.

Regeln ermöglichen die Kontinuität von Üblichkeiten des Handelns in der Zeit. Damit wird die Ausbildung und Stabilisierung kollektiver Strukturen und Identitäten über die Zeit hinweg erst ermöglicht und die Dimension des langfristigen Handelns in der Zeit eröffnet. Beliebiges Handeln von solipsistischen Individuen ohne jede gegenseitige Verständlichkeit – und Verständlichkeit funktioniert über die Rekonstruktion und Deutung von Handlungen als Regelbefolgungen – konstituiert keine Kultur oder Gesellschaft, sondern ein Chaos. Die Wiedererkennbarkeit von Situationen und Verläufen ist eine Bedingung der Möglichkeit von Kultur, Stabilität und Kontinuität. Ansonsten gäbe es nur eine episodische Aneinanderreihung von singulären Situationen, zwischen denen nicht einmal Zusammenhänge hergestellt werden könnten, weil es keine Kategorien des Vergleichens gäbe – auch zum Vergleichen von Situationen sind bereits Abstraktionsvorgänge und normative Kriterien erforderlich.

Die Reflexion auf das Technische in Handlungen und Entscheidungen dient der Sicherung von Verlässlichkeit und Berechenbarkeit als Grundlagen kollektiven Handelns überhaupt. In diesem Sinne stellt die Kategorie des Technischen ein Kernelement zum Verständnis von Gesellschaften dar. In diesem Begriff werden die Möglichkeiten und Grenzen trans-subjektiven Wissens und trans-subjektiver Orientierungen zur Sicherstellung funktionierender kollektiver Praxen des Handelns reflektiert. Die Konstitution der Reproduzierbarkeit von Handlungen über technische Regeln ist eine kulturelle und konstruktive Leistung.

Technische Artefakte als Relikte poetischen Handelns sichern Kontinuität, z. B. als Gegenstände historischer Forschung, durch die ex post eine Geschichtsschreibung erfolgt.

Dies ist aber wohl nicht der Hauptanteil des Technischen in dieser Funktion. Hier sind vielmehr geregelte soziale Zusammenhänge, geregelte Entscheidungsprozeduren, rechtlich verdichtete Regeln des Zusammenlebens, Traditionen, Riten und Rituale zu nennen, die im kollektiven Bewusstsein einer Gesellschaft präsent sind, für gegenseitige Verständlichkeit sorgen und bei Bedarf aktualisierbar sind. Die Wiederholung von Handlungsschemata und das Reproduzieren von Zuständen sind nicht der Sphäre technischer Artefakte vorbehalten, sondern in sozialen Kontexten etabliert – als notwendige Bedingungen für das Bestehen einer Kultur. Die Grenze zwischen Technischem und Nicht-Technischem verläuft also nicht entlang der Grenze zwischen technischen Artefakten und dem Nicht-Hergestellten.²⁰ Die unreflektierte und pauschale In-eins-Setzung beider Grenzlinien zeigt die Gefahr eines artefaktbezogenen Technikverständnisses auf. Technikkritik geht dann leicht an den eigentlichen Problemen vorbei, kritisiert die Ingenieure und die Industrie, wo vielleicht doch eher gesellschaftliche Entwicklungen und politische Fehler zu kritisieren wären.

Als Beispiel sei die Befürchtung der Technisierung des Menschen durch die moderne Biomedizin und Medizintechnik herangezogen. Diese Technisierung wird oft assoziiert mit dem Einbau von Maschinenteilen oder Ersatzteilen in menschliche Körper bis hin zu den Diskussionen zu einem möglichen Verschwinden der Grenze zwischen Mensch und Roboter in der Zukunft. Dies als ein Problem von Medizin, Implantationstechnik oder Robotik und damit artefaktbezogen zu thematisieren, geht jedoch nach dem Diskutierten am Kern der Problematik vorbei. Über die Technisierung des Menschen und des Menschenbildes wird vielmehr entschieden in der Sprache, in der Wahl von Metaphern, wie diese Dinge sprachlich transportiert werden. Die kulturellen Selbstbeschreibungen von Menschen entscheiden über diese Entwicklungen, z. B. die Selbstbeschreibung von Menschen als kybernetische Maschinen oder als Datenverarbeitungssysteme (zur Kritik daran vgl. Janich 1996). Technikphilosophisch ist weniger interessant, welche menschlichen Organe durch Technik ersetzt werden können bzw. ersetzt werden, sondern welche technikbezogenen Selbstbeschreibungen erzeugt und verbreitet werden. Sind diese Selbstbeschreibungen als technische Regeln rekonstruierbar bzw. bestehen sie aus solchen, dann findet eine Technisierung des Menschenbildes statt. Dies ist völlig unabhängig vom Artefaktbezug und bedarf lediglich der Verwendung von Beschreibungen, die sich als technische Regel rekonstruieren lassen. Auf diese Weise wird der kulturelle Bezug deutlich: ob und wieweit das Menschenbild technisiert wird, hängt genauso von kulturellen Konstellationen ab wie die Grenze, ab der sich Gegenbewegungen gegen diese Tendenzen ausbilden. Die Sensitivität in diesem Punkt ist Ergebnis kultureller Abläufe.

20 „Technology is never purely technological; it is also social; the social is never purely social, it is also technological“ (Law, Bijker 1994, S. 305).

4.4 Jenseits technischer Rationalität

Weiterführend stellt sich das Problem der Bedingung der Möglichkeit der Angabe und Rechtfertigung technischer Regeln. Die Rechtfertigung technischer Regeln impliziert die Wiederherstellbarkeit der Ausgangssituationen zumindest in den durch den Geltungsbereich der Regel festgelegten *relevanten* Attributen, damit ein „Immer-wieder-Ausprobieren“ zur handelnden Überprüfung der Regel, z. B. in einem Labor, möglich wird: in der Ausgangssituation wird ein Handlungsschema aktualisiert; das Resultat dieser Aktualisierung sollte in dem regelmäßig erreichbaren Zustand Z liegen (vgl. Lange 1996). Durch die systematische Variation bestimmter Attribute der Ausgangssituationen kann der Geltungsbereich der Regel experimentell bestimmt werden, insofern er nicht bereits analytisch zugänglich ist. Ohne die Möglichkeit dieser Wiederherstellbarkeit der relevanten Aspekte der Ausgangssituationen bleibt die Rede von technischen Regeln sinnlos.²¹ Dies hat erhebliche Auswirkungen auf die Durchsetzbarkeit des Ideals technischer Regeln in den Bereichen der Natur und der Kultur.

Technische Rationalität als die Rationalität, die sich über das Aufstellen, Rechtfertigen, Verwenden und Befolgen technischer Regeln rekonstruieren lässt, wird häufig als das Ideal aller Rationalität²² dargestellt (und dann – etwa bei Habermas – als „technisch halbierte Vernunft“ kritisiert). Ohne jedoch einem Technizismus das Wort reden zu wollen, ist diese These in einem gewissen Sinne berechtigt. Durch technische Regeln gelingt es nämlich, Invarianzen bezüglich Situationen und Personen herzustellen und diese zu tradieren. Die Invarianzforderung gegenüber Situationen und Personen ist jedoch nichts weiter als der Anspruch transsubjektiver Gültigkeit und intersubjektiver Nachvollziehbarkeit, der das Rationalitätskriterium wissenschaftlicher Reflexion und wissenschaftlichen Wissens allgemein ist. Technizismus wird erst dann daraus, wenn man die Vorbildrolle technischer Rationalität für Rationalität allgemein überinterpretiert in dem Sinne, dass der Zweck, technische Regeln für einen Gegenstandsbereich zu etablieren, in jedem Falle auch eingelöst werden kann. Der Technizismus verkennt hier die Widerständigkeit vieler Elemente der Kultur gegenüber Vereinnahmungsversuchen oder Versuchen der Normierung und Disziplinierung durch technische Regeln. Diese Widerständigkeit äußert sich z. B. und vor allem in der kontextuell sehr verschiedenen Möglichkeit der Herstellbarkeit von Ausgangssituationen.

An dieser Stelle öffnet sich eine methodische Kluft zwischen den technischen Regeln in Natur- und Technikwissenschaften sowie Technik einerseits und ihrer sehr viel schwie-

21 Das Attribut „relevant“ ist hier entscheidend (dies wurde von Lorenzen und Schwemmer nicht gesehen - vgl. Lorenzen, Schwemmer 1973). Für ein physikalisches Experiment im Labor mag das momentane Wetter unerheblich sein, für die Demonstration von Bergsteigetechnik dagegen sehr. In historisch-politischen Kontexten bezieht sich hierauf meist eine kontroverse Diskussion.

22 Der (praktische) Rationalitätsbegriff bezieht sich also auf dasjenige, was im Bereich des Handelns und Entscheidens als personeninvariant geltend ausgezeichnet werden kann (vgl. Grunwald 2000b; Rescher 1988). Dies hat erkennbar mit technischen Regeln zu tun, da diese genau diese Invarianzen formulieren und durch die Angabe des Geltungsbereiches auch ihre Reichweite thematisieren.

rigeren Begründbarkeit in sozio-politischen Fragen andererseits. Die Verfügbarkeit und damit die Reproduzierbarkeit von Ausgangssituationen in naturwissenschaftlichen und technischen Labors ermöglicht es, für technische Fragen durch prototheoretische Normen eine von ethisch-politischen Fragen abgekoppelte Basis für Begründungsdiskurse zu schaffen, die Voraussetzungen für wiederholte Ver- und Abläufe komplett zu kontrollieren und damit ein hohes Maß an verlässlichem situationsinvariantem Gesetzeswissen zu begründen (vgl. Kambartel 1979).

In sozio-politischen Praxen hingegen kann aufgrund der Singularität und Historizität der Handlungssituationen situationstranszendierend nur relativ zu Situationsdeutungen argumentiert werden. Diese sind modell-, deutungs-, theorie- oder analogievermittelt und führen auf schwächere, voraussetzungsbehaftetere Argumente. Für nicht wiederholbare Handlungen, z. B. für Maßnahmen im politischen oder wirtschaftlichen Raum, ist die Formulierung technischer Regeln daher nicht möglich. Dort wird allerdings oft sowohl in der Analogiebildung wie auch im Rückgriff auf modellbezogene Rechtfertigungen die Rechtfertigung *nach dem Vorbild einer technischen Regel* versucht: „Immer wenn (uvw), handle (xyz)!“ Wiewohl derartige Begründungen aus den genannten Gründen ersichtlich schwächer sind als Begründungen technischen Wissens über technische Regeln, gehört ein reflektierter, die Geltungsbedingungen derartiger „Quasi-Regeln“ berücksichtigender Umgang mit diesen zum Klugheitsgebot in sozio-politischer, d. h. nicht-technischer Planung.

Dieser Unterschied zwischen dem technisch Zugänglichen und dem Nicht-Technischen, der sich in der unterschiedlichen Möglichkeit der Konstitution technischer Regeln manifestiert, schlägt durch auf ganz wesentliche Bereiche der Wissenschaften, nämlich auf die Möglichkeit von Quantifizierungen einerseits und die Erreichbarkeit von Verlaufsgesetzen andererseits (vgl. Grunwald 1994), mit Folgen für Systemdefinitionen und Modellierungen. Es ist in gewisser Weise der Unterschied zwischen Lebenswelt und Labor, der sich hierin ausdrückt – was wiederum auf die Konstruktivität und die Kulturprägung des Technischen hinweist. Das Technische ist das Reproduzierbare, in Absetzung zu individuellen und historisch singulären, gerade nicht reproduzierbaren Situationen (vgl. Hartmann, Janich 1996).

Die Technisierung der Gesellschaft stellt sich in diesem Zusammenhang nicht in erster Linie als eine fortschreitende Ausstattung von Individuen und Institutionen mit technischen Apparaten und Systemen und die Zunahme ihrer Abhängigkeit davon heraus, sondern als eine Verschiebung vieler Handlungszusammenhänge in Richtung stärkerer Regelhaftigkeit. Die Befürchtung einer „Kolonialisierung der Lebenswelt“ (Habermas) reflektiert genau auf diesen Umstand. Technikphilosophie, die sich anthropologischen Fragen nicht verschließen will, darf nicht in individualistische oder biologistische Engführungen hineinlaufen, sondern muss die kulturelle Eingebundenheit und Funktion des Technischen reflektieren und dadurch der Kritik erst zugänglich machen. Die Grenze zwischen Technischem und Nicht-Technischem ist nicht fixiert, sondern pragmatisch fließend und der kulturellen Beeinflussung gegenüber offen. Verschiebungen dieser Grenze finden oftmals in inkrementellen, sich der Wahrnehmung entziehenden Schritten statt, wie sie sich auch in der Karriere und dem Niedergang verschiedener Technikbilder zeigen (hier wäre eine reizvolle Aufgabe empirischer Technikforschung). Aufgabe einer kritischen und gleichwohl methodischen

Technikphilosophie wäre es, den gesellschaftlichen Grenzverlauf zwischen dem Technischen und dem Nicht-Technischen zu rekonstruieren und zu reflektieren – insbesondere vor dem ethischen und politischen Hintergrund der Frage, wie viel an Technisierung in diesem allgemeinen Sinne der Regelhaftigkeit gesellschaftlich entweder akzeptabel oder sogar wünschenswert ist. Mit den technischen Artefakten, den traditionellen Gegenständen technikphilosophischer Reflexion, hat dies nur noch wenig zu tun, mit Gesellschaftstheorie hingegen viel.

5 Zur Bestimmung des Verhältnisses von Technik und Naturwissenschaft in der Allgemeinbildung

Ulrich Schmidt

5.1 Problemstellung

Technik und Naturwissenschaft sind in Forschung und Entwicklung eng miteinander verzahnt. Wenn es jedoch um technische und naturwissenschaftliche Allgemeinbildung geht, dann ist auf Grund des einführenden Charakters der entsprechenden Fächer zunächst eine deutliche inhaltliche Trennung notwendig. Hinsichtlich der gegenseitigen Abgrenzung von technischer und naturwissenschaftlicher Allgemeinbildung bestehen allerdings nach wie vor Probleme. Da der Technik Naturgesetze zu Grunde liegen, so meint man oft, sei mit der Einbeziehung technischer Sachverhalte und technischer Anwendungen in den naturwissenschaftlichen Unterricht der allgemeinbildenden Schulen bereits ein entscheidender Beitrag zur technischen Allgemeinbildung geleistet. Aber auch dort, wo ein eigenständiger technischer Unterricht besteht, wird dieser häufig als Feld praktischer Anwendungen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse gesehen.

Hinter diesen Konzeptionen verbirgt sich im Grunde genommen die Auffassung von Technik als angewandter Naturwissenschaft, eine Auffassung, gegen die sich Ingenieurwissenschaftler zwar mit Recht verwahren (vgl. Dessauer 1958, S. 167ff.), die aber auf der Ebene der Allgemeinbildung leider noch oft toleriert wird. Wäre dem so, würde die naturwissenschaftliche Bildung permanent wesentliche Aufgaben der technischen Allgemeinbildung mit übernehmen, denn auf die Anwendungen gewonnener Erkenntnisse kann schon aus didaktischen Gründen in keinem Fach verzichtet werden, und speziell im Physikunterricht werden technische Anwendungsfelder erfahrungsgemäß bevorzugt. Sicherlich ist der technische Unterricht nicht allein von seinem Verhältnis zum Physikunterricht abhängig. Ist das Verhältnis jedoch unklar, dann können dadurch wesentliche Positionen der technischen Allgemeinbildung in Frage gestellt sein. Gegenstand des Beitrages soll daher die Bestimmung dieses Verhältnisses sein.

Zweifellos ist Technik auf die Nutzung von Naturgesetzen angewiesen. Daraus resultiert nicht zuletzt eine interessante Schnittstelle von Naturwissenschaft und Technik, die auch für die Allgemeinbildung relevant ist. Die technische Nutzung von Naturgesetzen jedoch ist nicht mit deren Anwendung im obengenannten Sinne gleichzusetzen. Bei Schneider – stellvertretend für zahlreiche Autoren genannt – heißt es dazu: Der Mensch

„inkarniert sie (die Naturgesetze, d. Verf.) in seinen Technischen Systemen, Strukturen und Effekten, ... und setzt diese Gesetze ... gleichsam unter neue, künstliche Zwangsbedingungen“ (Schneider 1999, S. 4).

Hier kommt mit den „neuen künstlichen Zwangsbedingungen“ – die der Mensch erst ersinnen und schaffen muss, damit die Naturgesetze in seinem Sinne wirken können – ein völlig neuer Aspekt zum Ausdruck. Die damit angedeutete progressive Nutzung von Naturgesetzen lässt auf einen hohen kreativen Anteil schließen und geht offensichtlich weit über den klassischen Anwendungsgedanken hinaus. Sie sollte daher für die Profilbestimmung der technischen Bildung maßgebend sein.

Oft wird jedoch hierzu der Einwand gebracht, dass diese Ebene für die Belange der technischen Allgemeinbildung nicht in Frage komme, da sie dazu viel zu hoch angesetzt sei – während hingegen klassische Anwendungsaufgaben im obengenannten Sinne durchaus als angemessen gelten. Dem muss Folgendes entgegengehalten werden:

Das Feld der technischen Anwendungen im Physikunterricht erstreckt sich traditionell auf fertig vorgegebene technische Gebilde und Sachverhalte. Dabei werden die obengenannten künstlichen Zwangsbedingungen als „naturgegeben“ vorausgesetzt und vom Schüler auch als solche hingenommen. Beispiele dafür sind: Die Berechnung des Druckes, den eine Pumpe vorgeben muss, um Wasser auf eine bestimmte Höhe zu fördern, oder die näherungsweise Berechnung des Mindestbremsweges eines PKW mit ABS bei vorgegebenen Größen wie Geschwindigkeit und Haftreibungsfaktor Reifen/Straßenoberfläche.

Bei der Analyse fertig vorgegebener Artefakte unter naturwissenschaftlichem Aspekt gelangt man in der Tat zu dem Eindruck, als wären hier physikalische Gesetze lediglich deduktiv angewandt worden. Beschränkt man sich aber in der Allgemeinbildung auf regressive Anwendungsbeispiele dieser Art, dann kommt der Schüler letztlich zu der Auffassung, die Naturgesetze seien förmlich auf technische Zwecksetzungen zugeschnitten und man brauche sich ihrer nur noch zu bedienen. Eine solche Auffassung aber ginge grundsätzlich am Wesen der Technik vorbei.

Aufgaben der genannten Art mögen daher unter anderem der Vorbereitung auf eine technische Allgemeinbildung dienen. Sie können diese aber nicht ersetzen, denn am fertigen technischen Gebilde wird nur noch wenig von den eigentlichen Problemen und Schwierigkeiten erkennbar, die bei seiner Entwicklung zu überwinden waren und die letztlich zur Bestimmung der künstlichen Zwangsbedingungen und Strukturen führten. Gerade darauf aber kommt es in der Allgemeinbildung an.

Wir wollen die progressive Einbeziehung physikalischer Erkenntnisse in technische Problemlösungsprozesse als „technische Nutzung physikalischer Erkenntnisse“ bezeichnen, um sie damit grundsätzlich von der klassischen Anwendung zu unterscheiden. Erst an dieser Schnittstelle zur Naturwissenschaft beginnt demnach das typisch Technische, bei dem auch die Allgemeinbildung ansetzen sollte. Schlussfolgernd aus dem Bisherigen können wir daher zwei Thesen formulieren:

1. Die Untersuchung des Wirkens physikalischer Gesetze in vorgegebenen technischen Gebilden und Prozessen kann durchaus noch zum Feld des Physikunterrichts gerechnet

werden. Zugehörige Aufgabenstellungen erfordern die regressive Einbeziehung physikalischer Gesetze. Wir verwenden dafür den Begriff „Anwendung von Naturgesetzen“.

2. Die progressive Einbeziehung physikalischer Gesetze bei der Entwicklung technischer Artefakte gehört zum Gegenstandsbereich des technischen Unterrichts in der Allgemeinbildung. Wir verwenden dafür den Begriff „Nutzung von Naturgesetzen“.

Damit dürfte die Abgrenzung von Physikunterricht und technischem Unterricht deutlich sein. Schwieriger ist es, die technische Nutzung von Naturgesetzen lehrbar zu machen. Zweifellos gibt es dazu schon zahlreiche Ansätze. Meistens laufen sie auf eine Reproduktion des Konstruktionsprozesses im Unterricht hinaus. Hier, so muss man allerdings einschränkend vermerken, wird in der Tat für die Allgemeinbildung zu hoch angesetzt. Wir wollen uns deshalb lediglich auf den elementaren Schritt der Nutzung eines Naturgesetzes bei der Erfüllung technischer Zwecksetzungen beschränken. Im Hinblick auf den Konstruktionsprozess ist dieser Schritt sehr grundlegend. Er sollte deshalb vor allem Gegenstand der Technischen Allgemeinbildung sein.

Die aufgeworfene Problemstellung gilt grundsätzlich auch für das Verhältnis des technischen Unterrichtes zu anderen naturwissenschaftlichen Fächern. Da sie aber für das Verhältnis zum Physikunterricht besonders repräsentativ ist, beschränken sich die Untersuchungen darauf.

5.2 Lösungsansatz

Zunächst einmal geht es darum, naturwissenschaftliche und technische Unterrichtsfächer voneinander abzugrenzen, um dann zur gemeinsamen Schnittstelle vorzudringen. Entscheidend dafür sind die Eingangsfragestellungen dieser Fächer. Naturwissenschaftliche und technische Unterrichtsfächer gehen bekanntlich von unterschiedlichen Fragestellungen und Denkansätzen aus, die vor allem für den Einstieg in die entsprechenden Gebiete im Rahmen der Allgemeinbildung wichtig sind. Sie werden im Interesse unseres Anliegens zunächst einmal herausgestellt. Wohlgermerkt, die Abgrenzung erfolgt hier unter dem Aspekt der Eingangsfragestellungen der entsprechenden Unterrichtsfächer.

Im naturwissenschaftlichen Unterricht – und hier haben wir besonders das Fach Physik im Auge – handelt es sich dabei um *explanative* Fragestellungen (vgl. Lichtenecker 1980). Sie zielen auf die Erklärung oder Begründung eines Sachverhaltes bzw. einer wahrgenommenen Erscheinung. Im Grunde genommen entspringen sie der natürlichen Neugier des Menschen, angesichts einer wahrgenommenen Erscheinung nach deren Erklärung zu suchen. Die Frage nach dem „Warum?“ steht daher im Vordergrund. Gemeint sind solche Fragen wie:

- Warum nimmt die Größe eines Gegenstandes scheinbar zu, wenn man ihm näher kommt?
- Warum besteht ein zeitlicher Abstand zwischen Blitz und Donner?
- Wodurch ist die Sonnenfinsternis begründet?

- Warum bleibt ein Flugzeug in der Luft?

Explanative Fragestellungen fordern explanative Antworten. Im Gegenstandsbereich der Physik heißt das, man geht im allgemeinen von den festgestellten Wirkungen aus und fragt nach deren Ursachen sowie den naturgesetzlichen Zusammenhängen zwischen beiden. Explanative Erkenntnisse im Physikunterricht sind demnach meist Kausalzusammenhänge.

Auch in der Technik treten explanative Fragestellungen auf, nämlich dann, wenn bei der experimentellen Erprobung von Neuentwicklungen unvorhersehbar schädliche Effekte auftreten, deren Ursache man zunächst erkennen muss, bevor man sie beseitigen kann. Dominierend in der Technik ist jedoch eine andere Fragestellung. Hier geht es um die Realisierung menschlicher Zwecksetzungen. Die dazu erforderlichen Kenntnisse sollen als *prädiktive* Kenntnisse bezeichnet werden, da sie vorausbestimmend sagen, wie der gesetzte Zweck zu erfüllen ist. Prädiktive Aussagen bilden dann die Antwort auf prädiktive Fragestellungen (vgl. Lichtenecker 1980). Beide gehen aus dem natürlichen Bestreben des Menschen hervor, zweckgerichtet zu handeln und sich bei der Realisierung seiner Zwecke erfolgversprechender Mittel, Methoden und Erfahrungen zu bedienen. Typische prädiktive Fragestellungen sind:

- Wie befördere ich eine Last in eine große Höhe?
- Wie überquere ich einen Fluss?
- Wie schaffe ich einen Durchbruch durch eine Felswand?
- Wie erzeuge ich Feuer?

Bei prädiktiven Fragestellungen stehen daher das „Wie?“, das „Womit?“ und das „Wozu?“ im Vordergrund. Deshalb geben prädiktive Aussagen darüber Auskunft, was man mit welchen Mitteln tun muss, um einen vorausbestimmten Zweck zu realisieren. Sie sind finaler Natur.

Nicht jedes zweckmäßige Handeln des Menschen ist allerdings schon Technik. Speziell in der Technik geht es um die zweckgerichtete Veränderung der Umwelt durch den Menschen mit Hilfe materiell vergegenständlichter Mittel, die er zwischen sich und seine Umwelt setzt. Sie wurden von ihm dementsprechend geschaffen, und ihre Wirkungsweisen beruhen auf der Nutzung entsprechender Naturgesetze (vgl. Schneider 1999, S. 54). Der Naturwissenschaftler wird dann mit prädiktiven Fragestellungen konfrontiert, wenn er Experimentiereinrichtungen entwickelt. Die genannte Fragestellung bietet auch den Ansatz für den Einstieg in einen allgemeinbildenden technischen Unterricht.

Wir wollen nun auf das Problem der technischen Nutzung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse zurückkommen. Besonders charakteristisch für die Technik ist in dem Zusammenhang das Hervorbringen beabsichtigter Wirkungen, indem man auf Grund der Kenntnis der entsprechenden physikalischen Gesetze die dazu notwendigen Ursachen und Wirkungsbedingungen künstlich schafft. Beispiele dafür sind: die Erwärmung von Speisen unter Nutzung des Jouleschen Gesetzes im Elektroherd, die Beschleunigung geladener Teilchen unter Nutzung der Lorentzkraft im Elektrofilter, die Erzeugung großer Kräfte durch Nutzung der Gesetze der Hydraulik in der Hebebühne usw. Der Mensch lässt hier

bestimmte Naturgesetze für sich wirken, wobei die entstehenden Effekte seinen Zwecken entsprechen.

Sieht man einmal von dem bereits vorliegenden facheigenen Erkenntnissen der Technik ab, dann schaffen demnach die Naturwissenschaften unter anderem einen Vorlauf an Ursache-Wirkungs-Relationen, die in der Technik nach entsprechender Auswahl für technische Zielsetzungen genutzt werden können.

Berücksichtigen wir noch, dass naturwissenschaftliche Erkenntnisse explanativer Natur sind, dann ist bei ihrer Nutzung zunächst der Übergang von explanativen zu prädiktiven Aussagen von Interesse. Ist also beispielsweise bekannt, dass der Einfluss elektrostatischer Felder die Ursache für Kraftwirkungen auf geladene Teilchen sein kann, so ist die Schlussfolgerung naheliegend, dass man Kraftwirkungen auf geladene Staubteilchen auch absichtlich hervorbringen kann, indem man sie einem elektrostatischen Feld aussetzt. Die Umwandlung explanativer Aussagen der Physik in prädiktive Aussagen erfolgt offensichtlich problemlos und ist lediglich eine formale Angelegenheit. Scheinbar wird hierdurch die Position von Technik als angewandte Naturwissenschaft sogar gestärkt, worin sich auch die besondere Brisanz unserer Problemstellung zeigt.

Zumindest wäre hier erneut die Schlussfolgerung naheliegend, dass man sich bei der Vermittlung eines elementaren Technikverständnisses in der Allgemeinbildung auf die Auswahl und deduktive Anwendung physikalischer Gesetze beschränken kann. Wir müssen dem allerdings entgegensetzen, dass mit einem solchen regressiven Vorgehen zwar bereits vorliegende technische Lösungen erklärbar sind, aber keine neuen technischen Lösungen gefunden werden können, denn es gilt folgendes zu bedenken:

- Naturgesetze sind grundsätzlich indifferent gegenüber menschlichen Zwecksetzungen, zumal gerade die Abstraktion von der Zweckmäßigkeit eine Grundlage für die freie Entfaltung naturwissenschaftlicher Forschung und für den hohen Allgemeinheitsgrad ihrer Aussagen bildet. Sind auch physikalische Effekte von Natur aus nicht auf menschliche Zwecksetzungen zugeschnitten, so liegen sie erfahrungsgemäß bei entsprechender Auswahl doch zumindest in deren Nähe, denn sonst könnten sie nicht vom Menschen genutzt werden. Oft bieten sich sogar mehrere nutzbare Naturgesetze für ein und denselben Zweck an.
- Andererseits bringen die physikalischen Gesetze die gewünschten Effekte, für die sie ausgewählt wurden, oft nicht nur unvollkommen hervor, sondern es entstehen meist zusätzlich unbeabsichtigte Nebeneffekte, die mit den Interessen des Menschen unvereinbar sind, also schädliche Effekte (vgl. Schneider 1998, S. 40).
- Schließlich wird man bei der Nutzung entsprechender physikalischer Erkenntnisse zur Lösung technischer Aufgaben direkt oder indirekt mit den oft sehr komplexen Bedingungen der technischen, sozialen, ökonomischen und ökologischen Realität menschlicher Zwecksetzungen konfrontiert, von denen man bei der Entdeckung der Gesetze im Rahmen naturwissenschaftlicher Forschung glücklicherweise abstrahieren konnte.

Insgesamt ergeben sich daraus technische Widersprüche (vgl. Altschuller 1984), die der Mensch kreativ bewältigen muss, wenn er eine befriedigende technische Lösung durch Nutzung von Naturgesetzen erreichen will. Das heißt, er muss nun solche künstlichen

Zwangsbedingungen (vgl. Schneider 1999) konstruieren und realisieren, dass die Gesetze zufriedenstellend im Sinne seiner Zwecksetzungen wirken und die schädlichen Effekte ausgeschaltet sind oder unterschwellig bleiben. Dazu ist eine technik-spezifische Kreativität erforderlich, die unter Berücksichtigung der Naturgesetze etwas substantiell Neues hervorbringt.

Die entwickelten künstlichen Zwangsbedingungen und die zugehörigen Strukturen für ihre Realisierung bilden somit die Lösungen der soeben genannten technischen Widersprüche. Einmal gefundene Widerspruchslösungen aber sind reproduzierbar. In diesem Sinne ist jedes technische Artefakt ein vergegenständlichter Komplex von reproduzierten Widerspruchslösungen, von neuen Widerspruchslösungen und – wie wir noch erfahren werden – von Kompromissen.

So ist im Verlaufe der Menschheitsgeschichte eine künstliche Welt von technischen Strukturen entwickelt worden, die als System technischer Konstrukte in den technischen Wissenschaften ihren Niederschlag gefunden hat. Neue technische Widersprüche entstehen meist an Hand bereits vorhandener technischer Strukturen, die sich gegenüber neuen oder bisher latenten Anforderungen als unzulänglich erweisen. Sie bedingen die ständige Weiterentwicklung der Technik. Wir aber wollen bei der Allgemeinbildung bleiben, für die die grundlegenden Prozesse der Technik relevant sind. Hier sind die primären technischen Widersprüche interessant. Sie begegnen uns bei der unmittelbaren Nutzung einzelner physikalischer Gesetze für technische Zwecke und sind daher auch als repräsentative Beispiele für einen elementaren Einstieg in die Technik im Rahmen der Allgemeinbildung denkbar.

Der technische Widerspruch wurde bisher nur sehr allgemein und abstrakt bestimmt. Eine konkretere Bestimmung lässt sich nur an Hand von Beispielen vornehmen. Deshalb seien ein solcher Widerspruch sowie die Möglichkeiten seiner Bewältigung an einem einfachen Beispiel dargestellt.

5.3 Demonstrationsbeispiel

Die technische Aufgabe lautet: Per Handkraft soll auf einen kugelartigen Wirkungsgegenstand eine große Druckkraft ausgeübt werden. Das technische Artefakt „Nußknacker“ wäre hier denkbar. Bei der Realisierung nutzen wir gegenüber anderen Möglichkeiten²³ das Hebelgesetz, das in der Regel im Rahmen des Physikunterrichtes vermittelt wurde und das nun in eine prädiktive Form gebracht wird. Dann besagt es, dass man mit einem Hebel eine Kraft verstärken kann (siehe Abbildung 7).

Es zeigt sich nun, dass bei der technischen Nutzung des Gesetzes neben dem beabsichtigten nützlichen Effekt auch unbeabsichtigte schädliche Effekte auftreten. Letztere bestehen beispielsweise darin, dass der Wirkungsgegenstand durch eine entsprechende Kraftkomponente von der Wirkstelle verdrängt wird, wodurch schließlich die gewünschte

23 Möglich wären auch die Nutzung der Gesetze der „geneigten Ebene“ (Schraubstock), des Impulsgesetzes (Hammerschlag) usw.

Kraftverstärkung verringert wird. Damit wird der beabsichtigte nützliche Effekt zwar prinzipiell erreicht, zugleich aber durch den unbeabsichtigten schädlichen Verdrängungseffekt wieder in Frage gestellt. Hier zeigt sich ein typischer technischer Widerspruch. Es handelt sich dabei nicht etwa um ein als nützlich erkanntes Prinzip, das sich im Nachhinein als unbrauchbar erweist, sondern mit dem beabsichtigten nützlichen Effekt des Prinzips verbinden sich je nach Einsatzbedingungen auch unbeabsichtigte schädliche Effekte. Nützlichkeit und Schädlichkeit sind dabei untrennbar miteinander verbunden und konkurrieren gegeneinander.

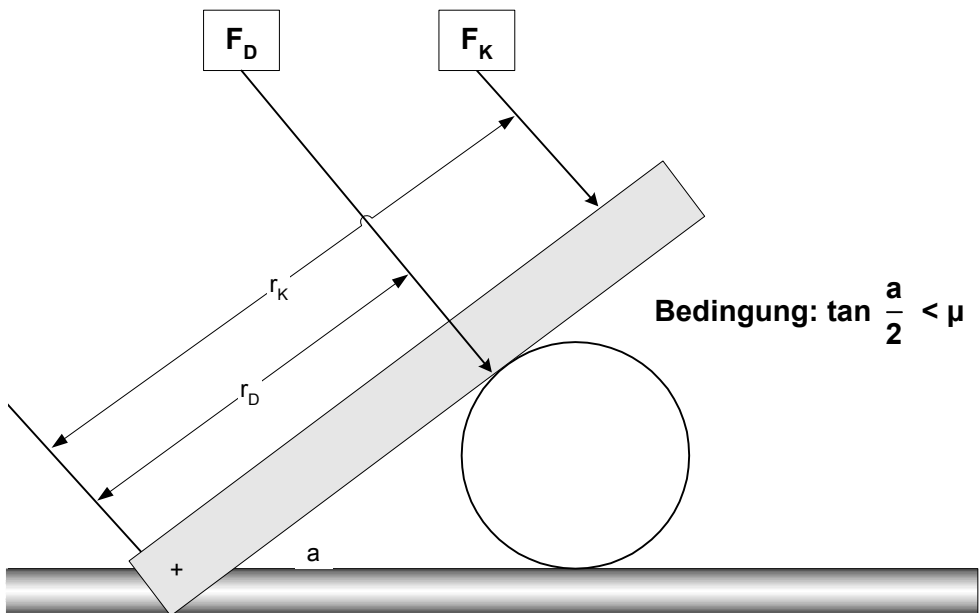
Häufig führt das Bedürfnis, den Nutzen groß und den schädlichen Effekt gering zu halten, zu paradoxen Forderungen. In unserem Beispiel heißt das: "Um eine hohe Kraftverstärkung zu erreichen, sollte der Abstand zwischen Wirkungsgegenstand und Drehpunkt möglichst gering sein – um aber den Verdrängungseffekt gering zu halten, sollte dieser Abstand möglichst groß sein."

Trotz dieser Paradoxie muss eine brauchbare Lösung gefunden werden. Dabei geht es darum, das Hebelgesetz trotz des Widerspruches zur Erfüllung des gesetzten Zweckes zu verwenden. Die einfachste Form, dies zu tun, ist hier die Bildung von Kompromissen, d. h., die Nachteile werden um des Nutzens willen begrenzt in Kauf genommen. Bei der Bildung des optimalen Kompromisses besteht die Kunst darin, die Nützlichkeit der prädiktiven Erkenntnis für den Menschen soweit wie möglich auszuschöpfen und die schädlichen Effekte dabei vertretbar minimal zu halten.

Im Beispiel bedeutet das, den Wirkungsgegenstand soweit entfernt vom Drehpunkt einzusetzen, dass die horizontale Kraftkomponente die Reibkraft nicht mehr überschreitet und die damit verbundene Kraftreduktion am Hebel im Interesse des Verbleibens des Objektes an der Wirkungsstelle in Kauf zu nehmen. Im Beispiel führt das zu der bekannten Bedingung für den Öffnungswinkel α . Die Kompromissbildung ist bereits eine Form der progressiven Auseinandersetzung mit dem Widerspruch, selbst wenn sie ihn nicht löst. Oft sind in der Technik Kompromisse zunächst unumgänglich und man muss über lange Zeit mit ihnen leben. Trotz der Kompromisslösung – mag sie auch noch so optimal sein – besteht der technische Widerspruch jedoch weiter. Bei vielen technischen Widersprüchen sind selbst Kompromisslösungen nicht möglich. Entscheidend für die technische Fortentwicklung ist daher die Lösung des Widerspruches. Sie erfolgt auf kreativem Wege.

Es gibt mehrere Möglichkeiten, den Verdrängungseffekt aufzuheben, beispielweise durch formschlüssige Lagerung des Arbeitsgegenstandes oder durch Vermeidung der Kraftkomponente, die die Verdrängung bewirkt. Die letztgenannte Variante sei als eine typische Widerspruchslösung an unserem Beispiel demonstriert.

Sie besteht darin, den Drehpunkt des Hebels konstruktiv in senkrechter Richtung so weit zu verlagern, dass die Druckkraft senkrecht am Arbeitsgegenstand angreift (siehe Abbildung 7). Hiermit ist bereits ein einfaches technisches Gebilde entstanden.



Widerspruch

Kraftverstärkung wird durch Verdrängung des Wirkungsgegenstandes begrenzt

Lösung des Widerspruchs

Senkrechte Verlagerung des Drehpunktes

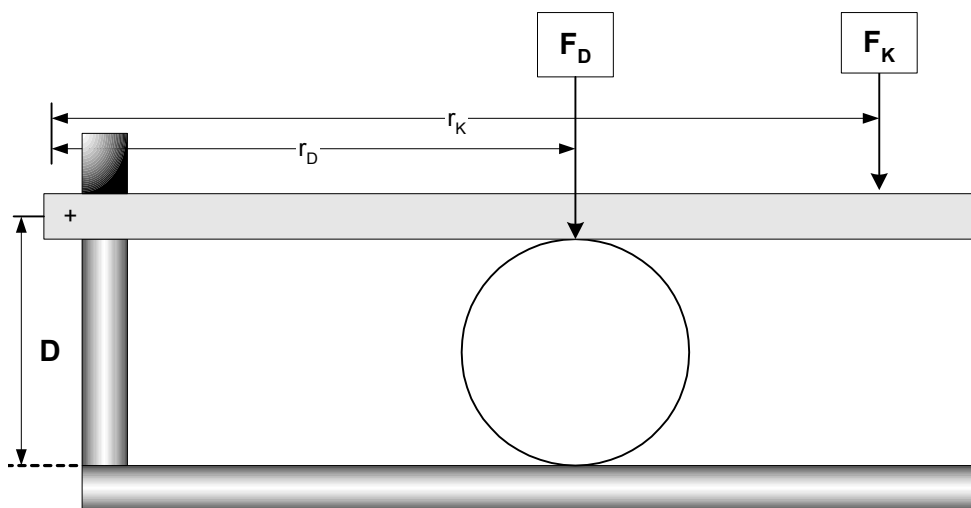


Abbildung 7: Nutzung des Hebelprinzips zur Erzeugung einer hohen Druckkraft

Die Lösung des Widerspruchs bedeutet im allgemeinen eine innovative Leistung und im Hinblick auf das technische Gebilde einen Entwicklungsschritt. Im Endeffekt geht es demnach in der Technik nicht um die Anwendung physikalischer Gesetze schlechthin, sondern um deren Durchsetzung unter solchen künstlichen Zwangsbedingungen, dass sie die

menschliche Zwecksetzung weitgehend ohne schädliche Nebeneffekte erfüllen. Das aber erfordert spezifische technische Denk- und Umsetzungsprozesse (vgl. Schmidt 1998, 1999), in deren Ergebnis die künstlichen Zwangsbedingungen bestimmt und realisiert sind, die das Naturgesetz im Sinne der menschlichen Zweckerfüllung ohne die störenden Nebeneffekte wirken lassen.

Wir hatten es bisher nur mit einer einfachen Form technischer Widersprüche zu tun. Bei technischen Neuentwicklungen treten technische Widersprüche oft im Komplex auf und sind dann wesentlich komplizierter zu bearbeiten.²⁴ Für den Schüler aber ist es wichtig, dass ihm zunächst an Hand einfacher Beispiele der Blick für das Erkennen technischer Widersprüche geschärft wird, denn technische Widersprüche sind die Quelle technischer Entwicklungen (vgl. Schmidt 1999).

Das Erkennen von technischen Widersprüchen erfordert stets eine mehrperspektivische Betrachtungsweise technischer Sachverhalte. Die Auseinandersetzung mit ihnen durch Kompromissbildung oder durch deren Lösung verkörpert typisch technische Problemlösungsprozesse, mit spezifischen Denkhaltungen, die weit über die klassische Anwendung von Naturgesetzen hinausgehen. Sie sollten daher als ein spezifischer Gegenstand technischer Allgemeinbildung angesehen werden. Hier bestätigt sich erneut, dass die exemplarische Einbeziehung technischer Anwendungsaufgaben in den Physikunterricht kaum den Ansprüchen einer technischen Allgemeinbildung genügen kann, da hierbei die technischen Widersprüche umgangen werden, indem man von bereits vorliegenden technischen Lösungen ausgeht.

5.4 Zusammenfassung

Naturwissenschaftliche und technische Allgemeinbildung lassen sich auf Grund unterschiedlicher Fragestellungen der betreffenden Fächer zunächst inhaltlich ohne weiteres voneinander abgrenzen. Insofern die Technik auf die Einbeziehung von Naturgesetzen angewiesen ist, wird diese Abgrenzung jedoch wieder fraglich, denn technische Anwendungsbeispiele gehören traditionell zum Physikunterricht. Die technischen Anwendungsbeispiele des Physikunterrichtes gehen jedoch von fertig vorgegebenen technischen Artefakten aus. Sie sind insofern regressiv und dienen vor allem der naturwissenschaftlichen Allgemeinbildung.

Demgegenüber sollte technische Allgemeinbildung auf die Entwicklung technischer Artefakte und damit auf die progressive Nutzung physikalischer Gesetze ausgerichtet sein. Die technische Nutzung physikalischer Gesetze unterscheidet sich jedoch von deren regressiver Anwendung, wie sie aus dem Physikunterricht bekannt ist, denn sie ist auch im einfachsten Fall mit der Entstehung technischer Widersprüche verbunden, die kreativ zu bewältigen sind. Widerspruchslösungen bilden die künstlichen Zwangsbedingungen, unter denen die Naturgesetze in technischen Gebilden und Prozessen wirken, sowie die notwen-

24 Das gilt auch für Projektaufgaben in der Schule.

digen technischen Strukturen, um diese zu realisieren. Das Erkennen und Bewältigen technischer Widersprüche durch Kompromissbildung oder Lösung bildet die Grundlage für einen problemorientierten technischen Unterricht und impliziert typische technische Denk- und Arbeitsweisen, die für die Allgemeinbildung relevant sind. Hier zeigt sich noch erheblicher Handlungsbedarf für die weitere Entwicklung des technischen Unterrichtes.

6 Technik-Leitbilder – Technikbilder – Technikgeschichte

Torsten Meyer

6.1 Einleitung

Die These vom Wandel der „Technikbilder“ wirft auf analytischer Ebene die Frage auf, wie der Begriff des „Technikbildes“ zu definieren ist. Eine Frage, die nicht zuletzt auch Gerhard Banses einleitende „Allgemeintechnische Gesichtspunkte“ evozieren (vgl. Banse 2000a). Denn gerade in der von ihm formulierten Vielschichtigkeit offenbart sich, dass der Begriff des „Technikbildes“ noch relativ unpräzise und die Gefahr einer inhaltlichen Überfrachtung, die per se seine analytische Bedeutung fraglich erscheinen ließe, unverkennbar ist. Darüber hinaus jedoch bedarf es einer inhaltlichen Klärung des Begriffes, da „Technikbilder“ affirmativ dem „Technik-Leitbild“ nahe stehen. In einem ersten Schritt wird daher letztgenannter Begriff skizziert. Damit entsteht eine Kontrastfolie, die es erlaubt, in einem zweiten Schritt eine Annäherung an den Begriff des „Technikbildes“ zu geben. Hieran anschließend soll fragmentarisch versucht werden, die Relevanz des „Technikbild“-Begriffs für die (technik-)historische Forschung auszuloten.

6.2 Leitbilder der Technik und Technikbilder

Im Rahmen ihrer Beschäftigung mit technikgenetischen Fragestellungen – aber auch mit Blick auf die Möglichkeit einer „weichen“ prospektiven Techniksteuerung – führte das soziologische Forschungsteam des Wissenschaftszentrums Berlin (WZB) um Meinolf Dierkes vor einem Jahrzehnt den Begriff des (Technik-)Leitbildes ein (vgl. Dierkes, Hoffmann, Marz 1992). Im Mittelpunkt der analytischen Bestrebungen stand hierbei die „Weiterentwicklung konzeptioneller Grundlagen der sozialwissenschaftlichen Technikforschung“, die durch die Inkludierung organisationssoziologischer Ansätze erreicht werden sollte (vgl. Dierkes, Marz 1993). Notwendig erschien den Berlinern diese Erweiterung, da für die Technikgenese im Industriezeitalter F&E-Abteilungen als Organisationseinheit dominant geworden seien (vgl. Dierkes 1993). Mit dem übernommenen Begriff des Leitbildes meinte man, diesem Umstand Rechnung zu tragen. In technikgenetischen Kontexten

sollte mit dem Begriff allgemein ‚ein ‚technisches Bild‘, das sozial ‚leitet‘“ verstanden werden (Dierkes, Marz 1993, S. 40). Die Bild-Funktion gäbe dabei das zu erreichende Ziel wieder, wohingegen die Leit-Funktion das Spannungsfeld zwischen dem technisch Machbaren und dem gesellschaftlich Wünschenswerten angibt. Innerhalb von organisierten F&E-Abteilungen fiele dem Leitbild die Funktion zu, die je divergierenden subjektiven Haltungen der Akteure zu homogenisieren, um so den Erfindungsprozess zu initiieren. Leitbilder unterscheiden sich insofern dann auch von Utopien, science fiction und Visionen (vgl. Hellige 1996, S. 21), als sie konkreter handlungsanleitend sind. Leitbilder werden dabei, so die Grundannahme des WZB, „durch Interferenzen zwischen Wissens-Kulturen“ (Dierkes, Hoffmann, Marz 1992, S. 153) generiert und dienen nun ihrerseits dazu, diese Interferenzen zu stiften und aufrecht zu erhalten. An dieser theoretischen Prämisse ist, allein schon ob ihrer Inkonsistenz, folgerichtig erhebliche Kritik geäußert worden (vgl. Zill 1996).

Darüber hinaus jedoch sei es analytisch legitim, die Frage aufzuwerfen, ob innerhalb von technikgenetischen Prozessen in F&E-Abteilungen nur *ein* „Leitbild“ auszumachen sei oder aber unterschiedliche (vgl. Zill 1996). In diese Richtung zielt auch der Bremer Technikhistoriker Hans Dieter Hellige, der festhält: „Die Normalität von Leitbild-Konkurrenzen und -Überschneidungen spricht m.E. gegen die Erwartung, mit Leitbildern ließen sich divergierende Forschungs- und Entwicklungskollektive stabilisieren, koordinieren und ‚weich‘ steuern“ (Hellige 1996, S. 26). Allerdings endet die Kritik hier noch nicht. Denn empirisch sei, so ist es immer wieder am Beispiel der PC-Geschichte gezeigt worden, fragwürdig, ob Technik-Leitbilder bereits *vor* der Invention handlungskoordiniierend wirken (vgl. Hellige 1996, S. 25). Gerade die Geschichte des PC’s zeige vielmehr, dass die „Leitbild-Generierung (technische Innovationen) begleitet, modifiziert und verfestigt. ... Sie setzt meist erst *nach* der Schaffung des neuen technischen Konzeptes bzw. Lösungsansatzes ein und ist vor allem Bestandteil der strategischen Suche nach Nutzungspotentialen, die über den Entstehungsanlaß der technischen Neuerung hinausgehen. Die eigentlichen ‚Macher‘ einer Technik haben meist nur begrenzte Vorstellungen über deren Anwendungsmöglichkeiten“ (Hellige 1996, S. 26). Aufgrund dessen, so klagt Hellige, sei eine inhaltliche Überfrachtung des Begriffes nicht zu übersehen, die zu einer gewissen begrifflichen Beliebigkeit führt (vgl. Zill 1996, S. 101f.). Gerade diese inhaltliche Unschärfe führe, so Zill, dazu, dass insbesondere abstrakte „Leitbilder“ legitimatorisch wirken und infolge dessen ihre technische Realisierung kaum möglich sei (vgl. Zill 1996, S. 102).

Die hier nur cursorisch angeführte Kritik an dem sozialwissenschaftlichen Leitbild-Begriff zeitigte für die technikhistorische Forschung nun insofern Wirkung, als die technikgenetische Funktion des Leitbildes abgeschwächt wurde. Technikleitbilder seien somit „identifizierbare, komplexe Zielvorstellungen oder Problemlösungsmuster, deren prägnante Aussageform, Gestaltcharakter oder Bildhaftigkeit entwicklungs- und konstruktionsleitend wirken *können*“ (Hellige 1993, S. 196). Zugleich zollte man der inhaltliche Überfrachtung des originären Leitbild-Begriffes Rechnung, als folgende analytische Dreiteilung vorgeschlagen wurde:

1. *Das technische* „Leitbild“: Paradigmatisch ist hier das Festschreiben von „strategischen Entwicklungsziel(en) (als) ausschließlich technisches Lösungsprogramm“ (Hellige 1996, S. 203); es wird also ausschließlich über das technisch Machbare definiert;
2. *das gesellschaftliche* Technikleitbild: In ihm spiegelt sich das gesellschaftlich Wünschenswerte wider; es bezieht „sich ausschließlich auf Nutzungsprogramme sowie auf den sozialen, arbeitsorganisatorischen Kontext ohne Bezug auf die jeweilige technische Umsetzung“ (Hellige 1996, S. 203 f.);
3. *das sozio-technische* Leitbild: In ihm werden konkrete technische „Visionen oder Lösungsmuster mit einem Nutzungskonzept“ verknüpft (Hellige 1996, S. 203 f.).

Allerdings hat sich in der Forschungspraxis gezeigt, dass die strikte Trennung dieser drei Leitbild-Typen schwierig ist. Ausgesprochen problematisch erweist sich zudem die Rekonstruktion eines rein technischen Leitbildes, wohingegen gerade sozio-technische wesentlich einfacher zu identifizieren sind (vgl. Lenz, Maier, Meyer 2000). Generell wird man aus der Sicht der Technikgeschichte wohl behaupten dürfen, dass die empirische Erprobung des dreidimensionalen Leitbild-Konzeptes noch aussteht. Nichts desto trotz liegt mit dem modifizierten Leitbild-Begriff ein analytischer Ansatz vor, der für die historische Technikgeneseforschung des Industriezeitalters fruchtbar zu sein scheint. An dieser Stelle kann nun zweierlei kurz festgehalten werden:

1. Der Begriff des Technik-Bildes, von der Mehrzahl der Teilnehmer des Fachgespräches auf technikgenetische Fragestellungen bezogen (vgl. Fachgespräch 2000), sollte, allein schon zur Vermeidung begrifflicher Missverständnisse, nicht oder zumindest nicht vorrangig auf Fragestellungen zur Technikgenese angewendet werden.
2. Insofern der Begriff des Technik-Leitbildes ausschließlich auf technikgenetische Prozesse im Industriezeitalter rekurriert, ist offensichtlich, dass er für die technikhistorische Analyse vorindustrieller Epochen, in denen der Einzelerfinder dominant war, nicht anwendbar ist. Aus Sicht der Technikgeschichte eröffnet sich damit die Möglichkeit, aber auch die Notwendigkeit, einen anderen konzeptionellen Zugang zu formulieren, für den der Begriff des Technik-Bildes relevant sein könnte.

Angesichts dieser kurzen Bestandsaufnahme zum Begriff des Technik-Leitbildes offenbart sich mithin, dass der Begriff des Technikbildes auf andere Aspekte denn genuin technikgenetische abzielen muss. Mithin scheint mir, dass das Technikbild folgende begriffliche Aspekte umfassen könnte:

6.2.1 Akteursebene der technischen Intelligenz

- a) Die alltagsweltlichen Vorstellungen der Ingenieure über Technik, die nicht zwangsnötig deckungsgleich mit ihren beruflichen sind. Technikbilder erfassen – in Anlehnung an das Konzept des (Technik-)Leitbildes – die gesellschaftliche Dimension ingenieurwissenschaftlicher Technikvorstellungen.

- b) Technikbilder können zudem jedoch für die Ingenieure als deren Ausdrucksform visuellen Denkens interpretiert werden. In Anlehnung an Frank Dittmanns Vortrag „Bildliche Darstellungen in der Elektrotechnik“ (vgl. Meinicke 1999, S. 239) lassen sich dann vier unterschiedliche Ebenen unterscheiden:
- *die kommunikative* – bildliche Darstellungen ingenieurwissenschaftlicher Sachverhalte, die auch für Nichttechniker verständlich sind;
 - *die didaktische* – die auf Vermittlung von Fachwissen abzielende bildliche Reproduktion von Wissensinhalten und ingenieurspezifischen Denkweisen;
 - *die antizipative* – die bildliche Darstellung neuer ingenieurwissenschaftlicher Wissensinhalte aus bekannten „Fakten“;
 - *die kalkulative* – die auf ingenieurwissenschaftliche Maße abzielende bildliche Darstellung.

Für die technische Intelligenz erfasst der Begriff des Technikbildes damit Aspekte, die nicht genuin auf technikgenetische Zusammenhänge im engerem Sinne rekurren. Im Zentrum steht vielmehr die gesellschaftliche Einbindung ingenieurwissenschaftlichen Handelns (a) bzw. die je spezifische Vermittlung kognitiver Prozesse (b). Insofern bindet der Begriff ingenieurwissenschaftliches Handeln gesellschaftlich ein und erlaubt – insbesondere auch durch die kommunikative und didaktische Ebene des visualisierten technischen Denkens – eine Verknüpfung mit der Akteursebene der Techniknutzer.

6.2.2 Akteursebene der Techniknutzer

- a) Da der kommunikative Aspekt des Technikbild-Begriffes auf Seiten der Ingenieure deren bildhafte, laienverständliche Umsetzung technischer Sachverhalte meint, trifft dieses auf Seiten der Techniknutzer deren Rezeption. Der Begriff vermittelt also zwischen „Technikmachern“ und Techniknutzern. Damit jedoch wirft er die Frage nach der Differenz der intendierten Rezeption seitens der Ingenieure und der tatsächlichen Rezeption durch die Techniknutzer auf und eröffnet einen konkreten, alltagswirklichen Zugang zur Differenz zwischen gewolltem und realem Umgang mit Technik.
- b) Technikbilder entstanden und entstehen für die Techniknutzer jedoch nicht nur durch kommunikativ-bildhafte Ingenieurdarstellungen. Vielmehr werden sie nachhaltig geprägt durch vielfältige Popularisierungsmöglichkeiten, die in der Moderne offensichtlich sind (etwa Print- und Bildmedien), jedoch auch schon in der Vormoderne existierten (vgl. Popplow 1998) – hier sei beispielsweise auf Modelle, Gemälde und Emblemate verwiesen. Im Gegensatz zu den kommunikativ-bildhaften Darstellungen der Ingenieure vermitteln diese Medien häufig Bilder über Technik, die mit deren realen Möglichkeiten wenig gemein haben. Diese Technikbilder generieren somit auf Nutzerseite eine zweite Differenz, in der sich die jeweilige Haltung der Gesellschaft zur Technik niederschlägt.

Auf Seiten der Techniknutzer ist mit der Verwendung des Begriffes „Technikbild“ ausschließlich die nutzerspezifische Rezeption über die Technik bzw. über ihre vermittelten Eigenschaften erfassbar. Durch seine vermittelnde Funktion zwischen Nutzern und „Machern von Technik“ stiftet der Begriff des Technikbildes offensichtlich zwei Differenzen, in deren Spannungsfeld die gesellschaftliche Verortung von Technik stattfindet.

6.3 Technikgeschichte und Technikbild

Mit der Verwendung des Begriffes des Technikbildes ist es aus historischer Perspektive möglich, einen analytischen Beitrag zur Mentalitätsgeschichte der technischen Intelligenz und der Techniknutzer zu liefern. Die Begriffsverwendung erlaubt somit, einen gewichtigen Beitrag zum Spannungsfeld dieser beiden Akteursgruppen zu geben, indem analytisch eindeutig unterschiedliche „Vorstellungen“ über Technik herausgearbeitet werden können. Dieses Spannungsfeld birgt einen wichtigen Baustein für die Antwort auf die Frage nach der Stabilität und dem Wandel von Technik im historischen Prozess.

Ferner erlaubt der Begriff des Technikbildes eine Ergänzung zu diskursgeschichtlichen Zugriffen, indem er nicht mehr eindeutig auf die schriftlichen Überlieferungen fixiert ist wie die Diskursgeschichte, sondern eine Erweiterung der zu untersuchenden Quellen mit sich bringt. In dieser Erweiterung liegt zudem das Potential zur Analyse der bildlichen Darstellungen von Technik durch Nicht-Techniker, also ihre Sicht auf Technik, und die Rezeption eben dieser Sicht seitens der Techniker und der potenziellen Nutzer.

7 Die historische Dimension des technischen Wandels²⁵

Thomas Hänseroth, Klaus Mauersberger

Modernen Technikbildern fehlt nicht selten der historische Bezug. Wissenschafts- und Technikgeschichte können Zugang zu einer Konzeptualisierung des Technischen schaffen. Ein gleiches gilt für die entsprechende Wissensebene bzw. Wissenschaft, denn die Geschichte eines technischen Fachgebietes ist zuvörderst ein Gutteil des Faches selbst.

Geschichte bietet einen Rahmen an historischer Reflexion und ist zugleich streitbarer Umgang mit der Vergangenheit. Sie war stets eingebunden in den Selbstverständigungsprozess des Ingenieurs.

Selbstverständigung aber ist allzeit Bestandteil der Emanzipation des Technikers gewesen, ein Prozess, der gegenwärtig keineswegs als abgeschlossen gelten kann. Es ist nur zu folgerichtig, dass großen Apologien auf das technische Schaffen, aber auch skeptischen Infragestellungen stets eine historische Dimension zu eigen war. Es verwundert daher nicht wenig, dass sich Ingenieure und Techniker, aber auch Technikphilosophen, heutzutage viel weniger dieser Möglichkeit der Argumentation bedienen, ist doch die Beschäftigung mit der Geschichte von Wissenschaft und Technik ein zutiefst kulturförderndes Unternehmen.

Wissenschaft ist beileibe nicht allein produktive Kraft. Das allgemeine Bewusstsein einer der Technik und Technikwissenschaft innewohnenden Human- und Kulturkraft ist aber selbst ein historischer Prozess.

Ernsthaftes Nachdenken sollte freilich der Aktualität von Wissenschafts- und Technikgeschichte gelten. Eine vordergründige Aktualisierung, scheint sie auch noch so reizvoll, hat in der Geschichtsschreibung keinen Bestand gehabt. Aktualität kann nur aus tieferen und komplexeren Zusammenhängen zutage gefördert werden – sie ist mitnichten ein unmittelbarer, aus bloßliegenden Tatsachen abgreifbarer Zeitbezug. Es hieße, historische Prozesse zu verkürzen, brächte man sie in eine lineare Reihe, die beliebig in die Zukunft zu projizieren ist.

Macht sich gar der Technikhistoriker anheischig, Prognosen abzugeben, sollte ihm mit Misstrauen begegnet werden. Diesen Anspruch kann und darf Geschichte so nicht erfüllen. Prognostik ist ein vielschichtiger Vorgang, dem Geschichtsforschung bestenfalls flankierend historische Randbedingungen liefern kann. Jede Reduktion des Geflechts an histori-

25 Bei diesem Text handelt es sich um ein zum Fachgespräch vorgelegtes kurzes Material.

schen Zusammenhängen auf logische oder monokausale Abfolgen (z. B. lineares Fortschrittsdenken) läuft Gefahr, eines kurzichtigen Effektes wegen ohne Tiefgang betrieben zu werden. Logisches und Historisches bilden in der Wissenschafts- und Technikgeschichte stets eine Einheit, die nur im konkreten Gegenstand gespiegelt werden kann. Die Überzeitlichkeit so mancher philosophischer und soziologischer Ansätze macht Historiker misstrauisch, da derartige Höhenflüge in den seltensten Fällen von empirischen Befunden eingeholt werden konnten.

Ein wichtiger Aspekt jeglicher Geschichtsbetrachtungen ist die Vergleichbarkeit historischer Prozesse. Es ist angezeigt, bei Wahrung der Pluralität in methodischen Fragen und bei Einbeziehung unterschiedlicher Kriterien zur Beurteilung historischer Vorgänge, einen offenen und kreativen Forschungsprozess zu fördern. Eine Geschichte der Technik und Technikwissenschaften sollte in diesem Sinne weder zur Magd der Wissenschaftstheorie noch zum Steinbruch für die Technikphilosophie bzw. -soziologie eingeeengt werden.

Schließlich sollte historisches Herangehen nicht im Sinne einer Illustration aktuellen Fachwissens agieren. Im Vordergrund wissenschaftshistorischer Betrachtungen über technische Prozesse sollten vor allem die kognitiven, reproduktiven und institutionellen Momente stehen. Diese entfalten sich selbstverständlich im Kontext mit den sozialen, politischen und ökonomischen Bedingungen und sind daher letztlich auch, aber keineswegs ausschließlich, sozial konstruiert.

Gerade die Komplexität natürlicher Wesenheiten der Technik und die Verquickung mit ihrem sozialen und ökonomischen Beziehungsgeflecht lassen das Wesen der Technikwissenschaften schwerlich mit einem ganzheitlichen Wissenschaftsbegriff erfassen. Hier muss das Sezierschwert tiefer in den Erkenntnis-, Handlungs- und Gestaltungsprozess der Wissenschaft hineinschneiden und, womöglich disziplinär orientiert beginnend, jene strukturell-funktionalen Zusammenhänge aufdecken, welche die Eigenart des jeweiligen Gegenstandes ausmachen. Der Nachweis eigenständiger Qualitäten im Erkenntnisssystem und in der sozialen Zweckbestimmung der Technikwissenschaften sollte vor allem historisch konkret erfolgen. Den akademisch etablierten Ingenieurwissenschaften ist dabei im Entwicklungsprozess eine besondere Rolle zuzuweisen.

In jüngster Zeit ist es freilich Mode geworden, technische Umbrüche im wesentlichen auf die sich etablierende Industrieforschung zurückzuführen. Gleichwohl meinen wir (die Vertreter der „Dresdner Schule der Geschichte der Technikwissenschaften“), dass diese bislang fast ausschließlich von Fallbeispielen aus den neuen Industrien gestützte Auffassung die Entwicklung der Technikwissenschaften einschließlich der Verwertung ihrer Ergebnisse verkürzt rekonstruiert.

Dies birgt das Risiko gravierender Fehlinterpretationen des Gesamtprozesses und damit letztlich auch einer Überbewertung der Industrieforschung in der aktuellen wissenschaftspolitischen Diskussion.

Man sollte vielmehr davon ausgehen, dass eine nachhaltige Beeinflussung des technischen Wandels durch Wissenschaft am ehesten einer Mischung aus praxiswirksam agierenden akademischen Forschungen mit mannigfachen Formen überwiegend noch in den Konstruktions- und Montagebüros sowie Prüflaboratorien betriebener Industrieforschung bedurfte. Durch solcherart entstandene Netze des interaktiven Wissenschaftstransfers baute

sich zunehmend eine neue Qualität der Technikwissenschaftsentwicklung wie auch der vielberufenen „Verwissenschaftlichung von Technik“ auf, die sehr viel typischer für den Umbruch im Verhältnis von Wissenschaft – Technik – Industrie war, als das Aufkommen der Industrieforschung allein.

Zudem sicherten diese Netze den interessierten Unternehmen einen direkteren Zugriff auf Schwerpunkte und Ergebnisse der akademischen Forschung und zunehmend auch auf Bildungsinhalte an Universitäten und Technischen Hochschulen. Die Netze organisierten sich vor allem über immer enger werdende institutionelle und personelle Beziehungen zwischen der Industrie und dem akademischen Sektor. Schließlich geht die historische Arrivierung der Industrieforschung mit einer ungerechtfertigten Abwertung von Funktion und Stellenwert des Gesamtsystems Bildung und Wissenschaft und besonders des akademischen Bereiches einher.

Dabei wird übersehen, dass der akademische Bereich auch im angehenden 21. Jahrhundert unübersehbar als Referenzmodell für die Beschäftigten in der Industrieforschung fungiert. In der seit einem Säkulum aufziehenden Trias akademische, staatliche und Industrieforschung herrschte stets eine ausgeprägte Arbeitsteilung vor, wobei der Ingenieurausbildung in diesem Netzwerk interaktiven Wissenstransfers keinesfalls eine ausschließliche Praxisorientierung zufiel.

Dies gilt heute unvermindert fort.

8 Neue Bilder?

Klaus Kornwachs

Bilder entstehen durch Erfahrung. Erfahrung ist wissensgeleitet, auch in der Wissenschaft: Die Theorie bestimmt, was beobachtet werden kann, sagte Albert Einstein; wir sehen nur, was wir wissen. Was müssen wir also wissen, damit wir uns ein Bild von der Technik machen können?

Dank der Bemühungen der sozialwissenschaftlich orientierten Technikforschung, dank der Verwissenschaftlichung unserer Ingenieursstudiengänge und nicht zuletzt dank der Analysen der Technikphilosophie wissen wir mehr über Technik als je zuvor. Dennoch haben wir das Gefühl, sie immer weniger zu verstehen – die Hoffnungen haben sich zerstreut, auf Grund von Technikdeterminanten technische Entwicklungen voraussagen oder gar aufgrund der methodischen Triumphe der Technikfolgenabschätzung in die Gestaltung dieser Entwicklung eingreifen zu können

Könnte es sein, dass diese Erfahrungen zu einem Technikbild führen, das von der Vorstellung einer autochthonen Entwicklung, einer nicht mehr beherrschbaren und nicht mehr kontrollierbaren Entwicklung geprägt ist? Es ist ja nicht so, dass man nicht verstünde, welche Faktoren zur Weiterentwicklung von Technik führen. Es scheint eher so zu sein, weil man über die Gesetze der Dynamik dieser, meist nicht-technischen, also ökonomischen, gesellschaftlichen und politischen Einflusskräfte und Randbedingungen so gut wie nichts weiß.

Man könnte nun den Schwarzen Peter der Soziologie, insbesondere der Techniksoziologie zuschieben: Ist unser Bild von einer ungehemmten, unvorhersagbaren und kaum gestaltbaren, weil sich autonom entwickelnden Technik dem Unvermögen geschuldet, etwas halbwegs Verlässliches über die Determinanten und Einflussfaktoren dieser Entwicklung zu sagen?

Die Frage ist so polemisch wie fachimperial – um sich ein Bild von Technik zu machen, sprich, sie begreifen zu können, bedarf es der Anstrengungen aller Disziplinen, bis hin zur Psychologie. Dennoch – was wissen wir über die Existenz und begrenzte Beeinflussbarkeit von gewissen Determinanten technischer Entwicklung hinaus wirklich?

Manche Kolleginnen und Kollegen aus der Techniksoziologie haben auf diese Frage mit einer Analogie geantwortet: Wir wissen zwar, welche Mechanismen im Laufe der Evolution zu welchen Spezies geführt haben, wir können diese Mechanismen sehr wohl verstehen und die Entstehung der Arten „erklären“. Die Evolutionstheorie kann jedoch die zukünftige Entwicklung nicht vorhersagen, obwohl sie die Gesetze, nach denen die Ent-

wicklung abläuft, recht präzise kennt – die Bestimmung der Rand- und Anfangsbedingungen gelingt nicht, weil die Verhältnisse zu komplex und von zu vielen Zufällen abhängig sind.

Dieses Bild der Evolution hat zu einem evolutionären Bild der Technikentwicklung geführt: Bestimmte Technologien werden mit dem Begriff der Spezies verglichen, die Mutation mit den technischen Erfindungen oder Entdeckungen analogisiert, die Selektion wirkt sich dadurch aus, dass technische, ökonomische und organisatorische Rahmenbedingungen für die Durchsetzung einer bestimmten Technologie entscheidend werden können. Diese Rahmenbedingungen können von der Finanzierbarkeit weiterer Entwicklungsarbeiten bis zum innovationsfreundlichen Klima reichen – es ist dies die Umwelt, in der eine Technologie ihren Siegeszug antritt, spricht in den Markt diffundiert, oder sich als Flop erweist. Zwar greifen wir in dieses evolutionäre Geschehen ein, sei es durch Förderpolitik, durch Erfindervergütungen und Stimulation der technischen Kreativität, durch Verbesserung des Ausbildungs- und Bildungsstandards, aber die Wirkungen dieser Eingriffe sind allemal unvorhersehbar, bestenfalls, wenn überhaupt, post hoc durch Trends zu erkennen. Dieses Technikbild macht Technologiepolitik zu einem *va banque* Spiel gegen eine kaum erkennbare, geschweige denn vorhersehbare dynamische Umwelt.

Die Technikphilosophie hat mit ihren drei Deutungsmustern (analytisch, systemtheoretisch, metaphysisch) drei große Bereiche aufklären können. Diese Bereiche sind zum Teil disjunkt, so dass die drei, anscheinend konkurrierenden Deutungsmuster durchaus koexistieren können.

Die Leistung der analytischen Technikphilosophie besteht zum großen Teil in der Einsicht, dass technisches Wissen und darauf basierend technisches Handeln sich wesentlich vom wissenschaftlichen Wissen und wissenschaftlichen Handeln unterscheidet. Sie hat auch herausgefunden, dass verschiedene anthropologische Grundannahmen zu verschiedenen Sichtweisen der Technik führen. Und sie hat nicht zuletzt gezeigt, dass man Determinanten der technologischen Entwicklung durchaus diskriminieren, klassifizieren und isoliert darstellen kann – die methodischen Voraussetzungen für Technikbewertung und Technikfolgenabschätzung schlechthin. Sie hat damit auch die ethische Debatte um die Technik analytisch gemacht, d. h. dem eher emotional getönten kulturkritischen Ressentiment der angeblich so technisierten Zivilisation den Bogen entzogen, indem sie gezeigt hat, dass Technikkritik in der Regel Kulturkritik ist, aber sich nicht traut, gewisse kulturelle Entwicklungen offen zu kritisieren. Dies wird vor allem auch in der Debatte um das Klonen deutlich – man kämpft im Vordergrund um ein Verbot des Einsatzes einer gewissen Technologie, die tiefere Motivation scheint aber der Kampf um ein bestimmtes Menschenbild zu sein, das man – aus welchen ehrenerwerten und zu respektierenden Überzeugungen auch immer – verteidigt gesehen haben möchte.

Die systemtheoretische Deutung der Technik hat das Verstehen von Technik erheblich vorangebracht, hat aber unser Technikbild abstrakter denn je gemacht. Folgt damit die Abstraktion in der Technik der Abstraktion in den modernen Wissenschaften? In gewisser Weise ja, denn die Entwicklungslinie zum universellen Instrument, zum Funktionsgedanken, zu organisatorisch-technischen Sub- und Supersystemen, zu großen technischen Systemen, die organisatorisch wie technisch und ökonomisch im Wortsinne weltumspannend

sind, verlangt ein neues Begriffsinstrumentarium. Günther Ropohl hat ein solches Instrumentarium mit seiner Deutung der Technik mit Hilfe der Systemtheorie, die ja selbst eine technologische Theorie ist, entdeckt und verwertet, und er hat mit genuin technischen Begriffen begonnen, eine erweiterte Techniktheorie zu entwerfen – den Belzebug also mit dem Teufel angetrieben. Das soll kein Vorwurf sein – die Wissenschaftstheorie hat ja durchaus entdeckt, dass viele technische Begriffe sich in die Naturwissenschaft geschlichen haben.

Ropohls großer Verdienst dürfte es sein, den Technikbegriff von seiner Fixierung auf das technische oder ingenieurwissenschaftlich bestimmte Artefakt befreit und gezeigt zu haben, dass Technik eben auch in der Herstellung, Verwendung, Umgangsweise mit Artefakten, mit Zielen und Wünschen, mit Formen der Organisation zu tun hat, bis hin – weitergedacht – zu den Weisen der Entsorgung von Artefakten. Zur Bestückungsmaschine gehört die Entstückungsmaschine, zum Aufbau der Abbau, zum Altern der Artefakte gehört ihre Beseitigung, zur Funktion die endliche Lebensdauer und der begrenzte Gebrauch.

Der systemtheoretische Ansatz von Ropohl hat allerdings einen Haken – wir haben (noch?) keine vernünftige oder befriedigende Theorie der Organisation. Wie aber sollen wir Technologie begreifen, wenn wir gelernt haben, dass es gerade die organisatorische Hülle ist, die die Funktionalität eines Artefaktes wesentlich (mit-)bestimmt, dass es die ökonomischen Rahmenbedingungen sind, die bestimmen, ob aus einer Entdeckung oder Erfindung eine vielfach genutzte Technik wird, und dass – nicht zuletzt – unsere Technikbilder auch die Akzeptanz und Akzeptabilität prospektiver wie existierender Technologien bestimmen.

Die Hoffnung, auch mit der Systemtheorie mehr über die Organisation zu lernen, hat sich (noch) nicht erfüllt, die Modellierung soziologischer Systeme²⁶ beginnt sich erst langsam vom Luhmannschen Missbrauch systemtheoretischen Vokabulars in paraphrasierender Absicht zu erholen, und viele hoffnungsvolle Ansätze, Modellvorstellungen aus Biologie und Physik zu übernehmen, haben ihre Bewährungsprobe wohl erst noch vor sich. Allerdings: Von einem modernen Wissenschaftsverständnis, das Erkenntnis und Interesse integrativ bei Begriffsbildung und Forschungsdesign berücksichtigt, das jedoch letztlich falsifizierbare Sätze anstrebt und damit an die regulative Idee der Wahrheit, wenn auch bedingt, gebunden bleibt, gibt es keinen Weg zurück.

Schließlich sei noch auf den metaphysischen Ansatz eingegangen, der vor allem mit dem Namen der Heideggerschen Technikdeutung verknüpft ist – sein vielfach missverständlicher Begriff des Gestells als die dem Menschen eigentümliche Weise, mit seiner Welt umzugehen, d. h. eben technisch umzugehen. In diesem Bild stellt der Mensch die Natur, wie der Kommissar den Verbrecher stellt, um das zu bekommen, was er braucht – der Mensch stellt der Natur Fallen. Hier ist die Verknüpfung zu den hypostasierten anthropologischen Konstanten deutlich greifbar, und dies hat ein Technikbild zur Folge, das weder konservative Kulturkritik, Maschinenstürmerei noch Technikeuphorie für sich in Anspruch

26 Damit meine ich herausgegriffene Teilbereiche der gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und sozialen Realität, die von der Soziologie zum Zwecke der Erklärung, der Simulation, der Prognose und der Kontrolle modelliert werden.

nehmen können. In vielen Ansätzen ist versucht worden, diese Deutungsrichtung weiterzuentwickeln, und die Ansätze lassen einen gemeinsamen Nenner erkennen – sie gehen immer von einem ganz bestimmten Menschenbild aus. Ob nun der Mensch der Stellende ist bei Heidegger, ein Projizierender nach Ernst Kapp, ein Mängelwesen nach Gehlen, das der Technik als Prothetik bedarf, ein homo faber, der gar nicht anders kann als Herstellen und Machen, ein homo ludens, der spielt, auch wenn er sich im Bereich der Notwendigkeit befindet – immer ist in diesen Bildern die Technik eine Entäußerung des Menschen gemäß seiner Natur, seiner Anthropologie.

Alle diese Deutungen, die analytische, die systemtheoretische, die metaphysische, hatten einen Ausgangspunkt: Das Verhältnis des Menschen zum Artefakt wird bestimmt durch den menschlichen Blick auf die Zweck-Mittel-Relation, die begriffsgeschichtlich vermutlich älter ist als die Kausalrelation, mit der wir erklärend die Welt zu ordnen versuchen. Doch dieses Artefakt, technikphilosophisch als Begriff schon längst als irreführend erkannt, weil technisches Handeln sich nicht auf die poiësis beschränkt, verflüchtigt sich in der modernen Technik, wird durch die Computerisierung und durch die Bestimmung technologischer Funktionen mittels formaler Definitionen (vulgo Programmieren) zu einer Dienstleistung, zu einer transportierbaren Funktion, zu einer Information. Die schrittweise Substitution von mechanisch realisierten Funktionen, man denke an eine Briefwaage, zu elektrisch realisierten Funktionen, dann zu informatorisch realisierten Funktionen, hat eine Dematerialisierung des Artefakts bewirkt, der hinterher zu denken wir begrifflich wohl noch nicht schnell genug sind. Diese Dematerialisation hat zu einer ungeheuren Produktivitätssteigerung geführt, und sie macht technische wie organisatorische Funktionen in ungeahntem Ausmaß verschieblich, ähnlich wie Information von einem Träger zu einem anderen migrieren kann (im einfachsten Fall durch Kopierprozesse).

Produktivitätssteigerungen und Rationalisierungen führen zu etwas, was man Rebound-Effekte nennt: erhöhte Kommunikation führt eben nicht, wie erhofft, zu weniger, sondern zu mehr Verkehr, das papierlose Büro ist genauso Illusion geblieben wie die Reduktion der Arbeitszeit, der Reiseentfernungen oder der Umweltbelastung durch den Produktionsausstoß. Der Erhöhung der Produktivität folgt auch heute noch nicht eine ausschließliche Optimierung oder Rationalisierung des Ergebnisses, sondern eine durch Freiwerden von noch verfügbaren Ressourcen mögliche Erhöhung auf der Inputseite, also eine Erhöhung der Produktion selbst mitsamt aller nebenläufigen Prozesse. Anders ausgedrückt: Jeder Geschwindigkeitszuwachs beim Arbeitsprozess wird nicht in mehr Freizeit, sondern in mehr Produktion gesteckt, jede Erhöhung der Fahrleistung spart beim Reisen nicht mehr Zeit, sondern ermöglicht das Erreichen weiterer Ziele, jeder Produktivitätszuwachs erhöht offenbar den Bedarf nach Produkten. Diese beiden Effekte, Dematerialisation und Rebound-Effekt, haben den Artefaktbegriff im Sinne eines bloßen Gerätes oder Apparates für alle, die mit Technik zu tun haben – und wer ist dies nicht – obsolet gemacht.

Vielleicht ist das, was wir uns als Bilder der Technik vorstellen, noch zu sehr mit der Farbe der Systemtheorie gemalt, die die Komponenten und Agierenden als Subsysteme eines Gesamtsystems auffasst, die durch kausale Stränge, Beeinflussungen, Wirkungen, Informationsströme, Kraftübertragungen etc. verbunden sind und letztlich aus der Sicht des Gesamtsystems eine Gesamtfunktion realisieren. Das Gesamtsystem ist letztlich isoliert,

hat ein Gesamtverhalten und fungiert damit wie ein Artefakt oder eine Maschine – allerdings mit organisatorischen, informatorischen, ja kognitiven Bestandteilen und Verhaltensweisen. Das systemtheoretische Bild bekommt so die Maschine nicht aus dem Blick, spricht aus dem Begriff, den sie für die Technik und ihr Funktionieren sucht.

Bilder geben nicht nur wieder, was wir wissend erfahren, sie geben auch wieder, was wir können oder zu können glauben. Bernward Joerges verlangte eine Wissenschaft vom Können, eine Allgemeine Technologie, die über erfolgreich durchführbare Handlungsweisen zu berichten weiß. Damit steht er in guter Beckmannscher Tradition. Garantiert Technologie als technisches Wissen aus sich heraus schon den Erfolg, bedarf sie keines Begründungswissens mehr, denn die Zweck-Mittel-Relation ist erfolgreicher als die Kausalrelation – letztere ist wohl eine Abstraktion der ersteren.

Wenn wir erfolgreich handeln, haben wir Bilder, die diesen Erfolg „erklären“ – auch wenn diese Erklärung mit dem Mechanismus der technologischen Funktion der zugrundeliegenden Natur- oder Systemgesetze vielleicht wenig oder nichts zu tun hat. Das Erklären geschieht hier ohne Begründung im akademisch-wissenschaftlichen Sinne. Wir haben bis heute keine jedermann befriedigende begründete Erklärung, warum wir mit Mathematik Naturprozesse so erfolgreiche beschreiben und beeinflussen können, d. h. warum wir zu Vorhersage, Erklärung und Kontrolle dieser Prozesse (im Sinne einer Präparierbarkeit) in der Lage sind. Wir haben bis heute keine befriedigende Erklärung im Sinne einer vollständigen Kausalkette im alltäglichen Bereich der Kommunikation oder Organisation, wo wir ebenfalls erfolgreich handeln, d. h. für eine Reihe von höchst erfolgreich durchführbaren Handlungen wie befehlen, einem fremden Willen zu gehorchen, Sprache zu verstehen, einen Kongress organisieren etc. kennen wir nur Regeln.

Der Techniker, vielleicht im Gegensatz zum Ingenieur, nimmt Wartungshandlungen vor an Geräten, die er nicht vollständig verstehen muss – das Manual schreibt ihm seine Handlungsweisen vor – bis hin zum ideal-naiven Benutzer, der den Computer, das Auto, den Videorecorder benutzt, ohne die geringste Ahnung von Wirkungsweise und Voraussetzungen dieser technischen Funktionen zu haben oder haben zu müssen. Er hat damit ein Bild von Technik, das keine Erklärung enthält.

Kurzum: Unser Bild von Technik, sofern wir von Technik nicht viel verstehen, wird nur noch geprägt von dem, was man damit machen kann. Und dies ist viel mehr, als dies der Erfinder, Erbauer, Vertreiber oder gar der Autor einer Bedienungsanleitung vorgesehen hat. Die Multifunktionalität eines Autos oder Computers mag als Hinweis genügen.

Das bedeutet zweierlei: Eine Kultur, in der technisches Wissen nicht zum Kulturbestandteil gehört – frei nach der These von Dietrich Schwanitz, wonach Technik und Naturwissenschaft zum Können, nicht zur Bildung gehören –, wird ein Bild von Technik haben, das eher durch die Machbarkeit geprägt ist, weniger durch deren Bedingungen oder Erklärungen. Technisches Wissen beschränkt sich in diesem Fall auf das Umgehen-Können mit Technik. Eine Kultur hingegen, in der ein technisches Wissen im Sinne eines kausalen Verständnisses technischer Funktionalität paradigmatischen Charakter hätte, müsste demnach ein anderes Bild von Technik haben. Wir können dies auch ein technologisch aufgeklärtes Bild nennen, in dem nicht die Machbarkeit als vorliegende dominiert, sondern die Voraussetzung technischen Handelns vorgängig bewusst gemacht wird. Dies

würde den Begriff des Artefakts als Mitte des Technikbildes überflüssig machen, denn zum technischen Handeln sind eben nicht nur ausnutzbare Naturprozesse und die Machbarkeit der Präparation erforderlich, sondern auch die bewusste Gestaltung der oftmals „weichen“ Randbedingungen organisatorischer und ökonomischer Art. Das läuft auf ein Technikbild hinaus, das nicht mehr zentriert anthropologisch ist, sondern eher systemisch, global, vielleicht biozentristisch oder ökozentristisch. Das Technikbild bestimmt sich danach nicht nach der Annahme, welche anthropologischen Konstanten beim Menschen in philosophischer Sichtweise angenommen werden dürfen, sondern welche ökologischen und ökonomischen Konstanten „gehandelt“ werden.

Damit würde sich der *l'homme machine*, der Mensch als Abbild der Maschine, und die Maschine als homunculus entkoppeln. Das Artefakt ist dann nicht mehr bloß ein nützlicher Diener, die Technik ist nicht mehr auf die Kunst des Bauens von Artefakten reduzierbar, sondern Technik wird zur Kunst des Gestaltens von Systemen, in denen man lebt.

Damit hätte man auch die Auflösung des materialen Technikbegriffs in den formalen Begriff der Kunst geleistet. Damit hätte man auch dem Begriff der Technizität, der mancherorts noch als Schimpfwort gilt, seine pejorative Bedeutung genommen: Wir handeln, da hatte Martin Heidegger recht, nicht anders als technisch, also menschlich, aber die Technik ist nicht dadurch menschlich, weil sie unsere anthropologischen Konstanten widerspiegelt, sondern sie wird menschlich, wenn sie das System, die Welt, das Gehäuse ist, worin es sich zu leben lohnt.

Damit ergibt sich mit einem anderen Technikbild auch ein veränderter Gestaltungsauftrag. Er mag vielleicht auch anders herum gelten: Mit einem Gestaltungsauftrag der Welt ändert sich unser Technikbild. Wir verabschieden die Maschine, wir sind keine „Maschinenbauer“ mehr, sondern Systemgestalter. Der Philosoph wird zum Politiker, der Ingenieur zum Kulturschaffenden. Das muss er lernen. Und damit müssen wir endlich wissen, was wir wollen.

9 Reflexionen über Technik – Perspektiven aus technikphilosophischer Sicht

Käthe Friedrich

„Wenn wir zusammensitzen und über Technik diskutieren, sei es um sie zu verteidigen, sei es um sie zu kritisieren, so ist damit nicht notwendigerweise auch das Wissen um ihren Gegenstand auch schon in gewünschter Weise bestimmt. Man kann sehr lange über mannigfache Erscheinungsweisen der Technik reden, ohne zu wissen, wovon die Rede eigentlich handelt.“ (Schubert 1989, S. 13)

Technik wird beim Übergang in das 21. Jahrhundert als ein zentraler Faktor einer gesellschaftlichen und kulturellen Entwicklung globalen Maßstabes gesehen. Andererseits gilt sie nicht mehr unangefochten als Fortschrittsmaßstab für gesellschaftliche Entwicklung. Gleichzeitig scheinen die Möglichkeiten der technischen Entwicklung noch nie so vielfältig und die Erwartungen an sie noch nie so hoch gewesen zu sein. Allein das Tempo und die Vielfalt der Entwicklungen und Anwendungen auf dem Gebiet der Informations- und Kommunikationstechnologie, einschließlich der multimedialen Nutzung, und auch der Gentechnik und der damit verbundenen Biotechnologie demonstrieren dies. Informationstechnologie als eine Schlüsseltechnologie unseres Zeitalters bewirkt einen Veränderungsschub und einen anderen technologischen Umgang mit Information. Die moderne Technologie verändert den Wissensbegriff, denn es geht nicht mehr nur um den Umgang mit Stoffen und Materialien, sondern in erster Linie um den Umgang mit Information und Wissen. Wir sprechen von der Entwicklung der Gesellschaft vom Industriezeitalter zum Informationszeitalter, verbunden mit der rasanten globalen Verbreitung der Informations- und Kommunikationstechnik.

Technik und Technologie als treibende Kräfte gesellschaftlicher Entwicklung bleiben Gegenstand theoretischer Betrachtungen. Technik ist in der technisierten Lebenswelt ein allgemeines Element der Kultur. Der technische Charakter der Gesellschaft und der gesellschaftliche Charakter der Technik sind allgemein anerkannt. Um Technik im Ganzen der Kultur und damit im Ganzen der systematischen Philosophie einen Platz zuweisen zu können, muss berücksichtigt werden, dass der Prozess der Gestaltung durch die Technik seit dem 19. Jahrhundert nicht nur erweitert, sondern intensiviert und neu entwickelt wird. Damit muss nach den Bedingungen der Möglichkeit des technischen Wirkens und der technischen Gestaltung gefragt werden. Dies zeigt sich auch in den weiterzuführenden An-

sätzen der modernen Technikphilosophie (vgl. Hubig, Huning, Ropohl 2000), in deren Ergebnis technische Innovationen im Rahmen ideell und material vorgegebener, rahmensetzender Ordnungen modellierbar werden, technisches Handeln beschreibbar wird als Art menschlichen Handelns oder Inbegriff der Welterschließung selbst, Kultur und Gesellschaft in den Zusammenhang mit Veränderung der Technik gestellt werden (vgl. Hubig 2000, S. 39). Als neue Problemfelder ergeben sich heute die veränderten „Binnenverhältnisse zwischen der Entwicklung/Herstellung/Nutzung technischer Artefakte, der Gestaltung von Sozialbeziehungen, der Technisierung der Wissenschaften, dem Bildungswesen sowie der politischen und wirtschaftlichen Steuerung technischer Prozesse“ (Hubig 2000, S. 40).

Neben der differenzierten Betrachtung einzelner Techniken und Technologien (z. B. Informations- und Kommunikationstechnologien, Gen- und Nanotechnik, Technologien der Energieerzeugung) hinsichtlich ihrer sozialen, kulturellen, ökologischen und politischen Veränderungspotentiale gehen technikphilosophische Forschungen einher mit grundlegenden Überlegungen zur weiteren Begründung und inhaltlichen Ausgestaltung einer Theorie der Technik und einer „modernen“ Technikphilosophie. Diese umfasst die Herausarbeitung der geschichtlichen Bedingtheit der Technik (vgl. Corona, Irrgang 1999); das Sichtbarmachen der engen Verknüpfung der Technikentwicklung über ökonomische Faktoren hinaus mit kulturellen Veränderungen, sozialen Bedingungen, politischen Strukturen, ökologischen Gegebenheiten und bildungspolitischen Anforderungen (vgl. u. a. Grunwald 1999; Pahl 1994b; Schudy 1999; Spur 1998). Diese umfassen ebenso die Integration über technische Einzelgebiete hinweg die interdisziplinäre Kooperation, die weitergehende Berücksichtigung unterschiedlicher Aspekte des technischen Handelns sowie die Betrachtung der Technik als sozio-technisches System, als soziales Phänomen. Hinzu kommt ein weites, Artefakte, Wissen und Handeln gleichermaßen umfassendes Verständnis. Damit versuchen Technikwissenschaften und Technikphilosophie den Anforderungen zu entsprechen, die von ihnen Orientierungen und Erklärungen erwarten.

Technik lässt sich nun, neben der Betrachtung der Menge der nutzenorientierten, künstlichen, gegenständlichen Gebilde – Artefakte oder Sachsysteme – (vgl. VDI 1991, S. 62), nicht anders als in der Tätigkeit erfassen und darstellen. Wir müssen Technik verstehen, um mit ihr umgehen zu können. Es geht darum, Technik im Sinne des technischen Handelns lebensklug, sachverständig und verantwortlich handhaben zu können (vgl. Irrgang 1999, S. 214). Technikphilosophie braucht einen Ansatz, der die Einheit in der Vielfalt der Perspektiven in der Erkenntnis der Technik zu erkennen vermag.²⁷ In ihrem Bestreben, Technik zu reflektieren und zu analysieren, darf sich Technikphilosophie nicht darauf beschränken, bestehende technologische Trends exakt erfassen zu wollen. „Ein Philosophieren über Technik ist gefragt, das Technik erschließend deutet und in der Lage ist, ethische Bewertungen technischen Handelns zu erarbeiten. Ein solches Philosophieren sollte rational sein und von einer Hermeneutik technischen Handelns ausgehen“, schlägt Irrgang vor (Irrgang 1999, S. 9).

27 Die vielfältigen Forderungen nach weiterer Entwicklung der Technikphilosophie spiegeln sich u. a. ebenso wider in Banse, Friedrich 1996; Corona, Irrgang 1999; Poser 2000; Rapp 1996.

Damit verbindet sich für Viele die Anfrage an eine Theorie der Technik oder auch Technikphilosophie nach Orientierung bei der Verbindung der Gesamtschau mit der Detailansicht. Neben den zu stellenden Fragen nach Technikbildern und deren Stellenwert sind Tendenzen des Wandels zu verorten. Eine Sicht auf Technik erfordert mehrseitige Perspektiven, welche in unterschiedlichen „Verwendungszusammenhängen“ ihre Berechtigung haben, und gleichzeitig ein Gesamtbild, dass der Offenheit und Komplexität der Entwicklung entspricht, ergeben können. Deshalb ist ein Hinwenden zum technischen Handeln als weiteren Aspekte der Technik, zu der „Menge menschlicher Handlungen und Einrichtungen, in denen Sachsysteme entstehen“ und der „Menge menschlicher Handlungen, in denen Sachsysteme verwendet werden“ (VDI 1991, S. 62) in diesem Zusammenhang Schwerpunkt der Betrachtung. Technisches Handeln umfasst alles menschliche Handeln, das mit der Hervorbringung und mit der Nutzung „künstlich gemachter“ Gebilde, den technischen Objekten oder Sachsystemen, befasst ist.

Gerade Technikbilder zeigen, dass man sich der Technik mit einem alltagsweltlich geprägten, mit einem theoretischen und mit einem geisteswissenschaftlichen Zugang nähern kann (vgl. Irrgang 1999, S. 151ff.). Der alltagsweltliche Zugang betrachtet technisches Handeln als Umgangswissen, wobei instrumentelles Verstehen zu einem expliziten und zu einem impliziten Wissen führt. Das implizite Wissen basiert auf dem „lebensweltlichen Konstruktionswissen“ und Umgangswissen im Hinblick auf technische Artefakte und Verfahren. Es ist begründet im Ausprobieren, Suchen, Finden und Erreichen. So kann Umgangswissen auf dem Verstehen des Gebrauchens, auf dem Gebrauchen implizierten Verstehen begründet werden. Das explizite Wissen um Zwecke und Ziele impliziert ein Wissen um die Erreichung bzw. technische Realisierung dieses Zweckes. Hier wird sowohl der individuelle wie der gesellschaftliche Aspekt eines Umgangswissens betont, welches hier den technischen Umgang mit Naturprozessen im gesellschaftlichen Umfeld erfasst. Dieses Umgangswissen umschreibt die Fertigkeiten im Umgang mit teilweise Wissen und auch mit mehr oder weniger Nichtwissen. Das Umgangswissen wird als Resultat eines verstehenden Handelns und instrumentellen Verstehens betrachtet, ein Wissen, wie man etwas Bestimmtes erreichen kann. Technik erschließt so die Außenwelt – die anderen wie den technisch Handelnden selbst: „Sie rekonstruiert instrumentelles Hantieren und die damit verbundene Welt und Seinserfahrung“ (Irrgang 1999, S. 174). Den alltagsweltlichen Zugang mit dem Begriff des Umgangswissen zu verbinden, könnte zum Beispiel eine Brücke zur Technikdidaktik schlagen, indem Umgangswissen und praktisch ausgerichtetes Können, technisches Handeln und Gestalten als Bestandteil eines Lernens, Beherrschens-Lernens erfasst werden. Umgangswissen muss sich allmählich aufbauen. Das zeigt sich zum Beispiel heute unter anderem in Überlegungen zur Vermittlung von Medienkompetenz, wo es nicht mehr ausreicht, technisch-organisatorisch – auch das will gelernt sein! – multimediale Informationstechnik zu beherrschen. Inhaltlich-methodische Kenntnisse gehören ebenso dazu wie Sicherheits- und Datenschutzfragen. Entscheidungen gehören zum technischen Handeln, diese basieren auf implizitem wie explizitem Umgangswissen sowie auf systematischem Verständnis (vgl. Tabelle 1).

Für eine Techniktheorie ist der Prozess des Hervorbringens und Verwendens von technischen Mitteln und den damit verbundenen natürlichen Prozessen entscheidend. Diese

können innovativ sein oder auch bloß nachahmend bzw. nachschaffend. Technikwissenschaften erfassen u. a. Theorien, Regeln, Methoden des Erfindens, Entwickelns, Konstruierens, des Technikeinsatzes und der Verwendung. Die theoretische Einstellung entwickelt Technikanalyse, Konstruktionsanalyse, methodisches Vorgehen und mathematische Betrachtungsweisen (vgl. Müller 1990).

Tabelle 1: Medienkompetenz als technisches Handeln als Verstehen, Wissen, Nutzung
(auf Anregung von Irrgang 1999, S. 217f.)

Instrumentelles Verstehen	Handhabung und effektive Nutzung der multimedialen Informations- und Kommunikationstechnik
Technisches Wissen und Bildung	Kenntnis der Vielfalt der Anwendungsmöglichkeiten, Informativ-lernende Kompetenz – Bedeutung und Stellenwert der Informationen einordnen und bewerten – Allgemeinbildung . Wissen um Gefahren und Risiken, Vorbeugung und Abwendung
Technische Aufforderung	Kreativ-gestalterische Kompetenz – für die aktive Gestaltung, interaktive Medien – Rundfunk, Chats, Bürgerbefragungen: Medienaussagen selber zu gestalten, vermittelt in anschaulicher und erfahrbarer Weise
Ausführung	Selbstbestimmungs- und Orientierungsfunktion – Der medienkompetente Nutzer findet sich im Angebot der Medien zurecht, da er die Ordnungs- und Klassifizierungsmittel anzuwenden weiß. Die Auswahl oder auch die Ablehnung bestimmter medialer Angebote erfolgt in selbstbestimmter und reflektiver Weise
Technische Produkte	Betriebssysteme, Konferenz-/Annotationssysteme, Workflowmanagement-Systeme, WWW, E-Mail, Digitale Signaturen usw.
Institutionen	Staatliche Regulierungs- und Bildungsprogramme; Unternehmen; Universitäten; Informations-, Kommunikations-, Unterhaltungs- und Transaktionsdienste usw.

Der geisteswissenschaftliche Zugang hingegen beschäftigt sich insbesondere mit Technikgeschichte, Technikgenese, Technikenstehung, -gestaltung und -verwendung sowie der damit verbundenen Wertproblematik. Technikphilosophie beschäftigt sich mit dem methodisch gesicherten Zusammenhang dieser Komponenten, um die Frage nach den Bedingungen der Möglichkeit technischen Entwickelns, Gestaltens und Verwendens, deren Wirkungen und Folgen beantworten zu können. Keine wissenschaftlich-technische Forschung und Entwicklung erfolgt gleichsam in einem gesellschaftspolitischen Niemandsland, dient allein nur der Neugier, dem Erkenntnisfortschritts oder der Wahrheit – was immer auch darunter verstanden wird. Unterschiedliche individuelle und institutionelle Akteure mit vielfältigen gesellschaftlichen und kulturellen Zielvorstellungen, Werthaltungen und Leitbildern prägen die Technik und ihre Entwicklung, so dass von einer kulturell und gesellschaftlich determinierten Gegenstandskonstitution gesprochen werden kann und muss.

Neben den eben betrachteten haben sich folgende drei zentrale Herangehensweisen in den letzten Jahrzehnten abgezeichnet,²⁸ „die in ihrer Unterschiedlichkeit exemplarisch sind und die – je auf ihre Weise – ihre Berechtigung haben“ (Poser 2000, S. 105).

Zum ersten die analytische Interpretation, als deren Vertreter Friedrich Rapp genannt werden kann (vgl. Rapp 1978, 1994). Rapp wirkt mit seiner facettenreichen Darstellung der bisherigen technikphilosophischen Entwicklungen, der Zusammenfassung der historischen Dimension des Technikbegriffs und der theoretischen Rekonstruktion technischen Handelns impulsgebend für Betrachtungen, welche die Vielfalt der zu betrachtenden Aspekte umspannen sollen. Die Begriffsbestimmung von Technik durch Verfahrensweisen, als eine spezifische Methode, die dazu dient, ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Mit einem allgemeinen Verfahrensbegriff wird Technik Teil eines zweckhaften Handelns. Der Spielraum des technischen Handelns ist durch eine Reihe von Bedingungen begrenzt, zu denen insbesondere die logische Widerspruchsfreiheit, die Naturgesetze, der Stand des Wissens und Könnens, die materiellen Ressourcen, die Aufnahmebereitschaft des Marktes sowie politische und rechtliche Restriktionen gehören (vgl. Rapp 1996, S. 429). Dies bedeutet, ausgehend von einer analytischen Klärung des Technikbegriffs in einer der Wissenschaftstheorie verwandten Denkweise, die Dimension der Technik auszuleuchten. Er bezieht sich auf Bedürfnisbefriedigung. Drei grundlegende Prinzipien der Moderne werden als Voraussetzung für die moderne industrielle Form der Technik beschrieben (fortschrittsorientierte Aufklärung, kapitalistische Marktwirtschaft, egalitäre Demokratie). „Als wertendes, sinn- und orientierungsbedürftiges Wesen ist der Mensch in der säkularisierten und gleichzeitig technisierten Welt zunächst immer an die von ihm selbst geschaffene technische Umwelt verwiesen. Der technische Wandel und der dadurch bedingte Lebensstil bilden den natürlichen Bezugspunkt für die – wie immer geartete – Sinndeutung der individuellen und sozialen Existenz“ (Rapp 1990, S. 293).

Zum zweiten ist die systemtheoretische Herangehensweise hervorzuheben, welche mit Günter Ropohls Arbeiten verbunden ist (vgl. Ropohl 1979a, 1999a). Die Systemtheorie der Technik stellt ein integratives Konzept dar, das die Vorgänge des Erklärens, Verstehens und Entscheidens, der Beschreibung, Beurteilung und Bewertung in einem umfasst. Sie ist ihrem Selbstverständnis nach sowohl ein Grundstein zu einer allgemeinen Technikforschung und Techniklehre als auch ein Beitrag zur Sozialphilosophie der Technik. Ropohl stellt die Realtechnik ins Zentrum und sucht Beziehungen zum Menschen, zur Gesellschaft und zur Lebenswelt – soweit sie sich materialistisch deuten lassen – in Quasi-Flussdiagrammen in einer ingenieurgemäßen Sichtweise einzufangen. Fortschritt in der Technik hängt nicht so sehr von der Erfahrung im Sinne der Beobachtung ab (wie in den Wissenschaften), sondern von einem Verstehen technischer Prozesse durch Umgang mit ihnen, also nicht so sehr von einem Beobachter-, sondern von einem Umgangswissen mit ihnen. Ropohls Leistungen liegen in einer umfassenden Morphologie der Technik und in einer umfassenden Modellierung des Umgangs mit Technik, soweit er rational ist. Seine Gesamterörterung der Technik erweist sich bereits in ihren Grundbedingungen als eine

28 Siehe hierzu auch Hubig, Huning, Ropohl 2000 sowie den Vergleich der Ansätze u. a. von Ropohl und Heidegger in Langenegger 1988.

erfolgsorientierte Konzeption, als ein pragmatisches Unternehmen rationaler Selbstreferenz, Selbsttransparenz und Selbstsicherung: Aufklärung über Technik als technologische Aufklärung (vgl. Langenegger 1990, S. 77). Ropohl erfasst in seiner Allgemeinen Technologie die Entwicklung und Verwendung der Sachsysteme und somit die „gesamte Lebensgeschichte“ der sachtechnischen Lösung, von der Erfindungsidee über die Nutzung bis zur Auflösung in einem sozio-technischen System. Das bewusst interdisziplinär angelegte Konzept soll sowohl für die Ausbildung als auch für das Zusammenwirken von Philosophen und Sozialwissenschaftlern, Technikwissenschaftlern und Ingenieuren, Ökonomen und Politikern etc. eine Grundlage geben (vgl. Ropohl 1991, 1996).

Und drittens gibt es in der Nachfolge von Martin Heidegger die fundamentalontologische Herangehensweise (vgl. Corona, Irrgang 1999). Das Metaphysische geht vom Menschen und seinem Dasein als In-der-Welt-Sein aus, dem die Technik, vor allem am paradigmatischen Fall des Werkzeugs und der Maschine entwickelt, als „Zuhandenes“ oder als „Ge-stell“ gegenübertritt. Heidegger versteht die Frage nach der Technik als Gesamtdeutungen und radikale Aufschlüsselung von Grundzügen und Verfahrensstrukturen der technisch formierten Welt sowohl in ihrer gegenwärtigen Darstellung als auch in ihrem geschichtlichen Verlauf. Seine Erörterung ist darauf gerichtet, den Sachverhalt Technik in seiner grundlegenden Bedeutsamkeit für die menschliche Lebensgestaltung zu erschließen. Dazu gehören sowohl die Unverzichtbarkeit und Unumgänglichkeit moderner Technik bei der Gestaltung des Lebens als auch die damit verbundenen Bedenken gegenüber derjenigen Verfasstheit von Realität, wie sie sich im technischen Prozess einstellt, gegenüber einer möglichen Verdeckung und Begrenzung der Wirklichkeit (vgl. Langenegger 1990, S. 185). Heidegger rückt die Technik in den Kontext einer schlechthin umfassenden Seinsgeschichte, wobei er nachdrücklich die Ambivalenz, das heißt das gleichzeitig positive und negative Potenzial der modernen Technik herausstellt.

Technikphilosophie ist nicht nur eine Wissenschaftstheorie der Technikwissenschaften, sondern ist als Frage auch den Bedingungen der Möglichkeit technischen Gestaltens und technischer Steuerung von Prozessen zu konzipieren. In dieser Perspektive ist, im Hinblick auf die Gegenstandskonstitution technischen Handelns, dieses als Umgang mit Naturprozessen oder Artefakten in Verwendungsabsicht zu verstehen. Dazu kommt, wie bereits erwähnt, die notwendige Systematisierung und Objektivierung des unausgesprochenen Wissens und Könnens (vgl. Pahl 1994b) und ebenso die Berücksichtigung der kulturellen, öko-technischen und sozio-technischen Verwendungszusammenhänge. Jede technische Handlung ist eine Intervention in die (meist bereits bearbeitete) Natur und in eine technisch vorgeprägte Gesellschaft. So kommt es auch zu einer Verdrängung der Ziel- und Wertproblematik (vgl. Grunwald 1999; Ott 1996). Daraus folgt die Notwendigkeit eines neuen Paradigmas für die Technikwissenschaften. Technik darf nicht von ihren Resultaten und als anonym Prozess aufgefasst, sondern muss als technisches Handeln in seinem gesellschaftlichen Konstituierungsprozess verstanden werden (vgl. Spur 1998).

10 Technikbilder und Technikbeurteilung in der Bevölkerung²⁹

Fritz Gloede

10.1 Gliederung

1. Technikpolitik und gesellschaftliche Technikbeurteilung – zwei Welten?
2. Totgesagte leben länger: Technikakzeptanz und „Technikaufgeschlossenheit“
3. Technikbilder als generalisierte Wahrnehmungsperspektiven
4. Erosion des Glaubens an Technikautonomie: „Technikgestaltung“?

10.2 Zusammenfassung³⁰

Das Aufblühen der empirischen Technikakzeptanz-Forschung vor mehr als 20 Jahren indiziert auf paradoxe Weise sowohl die Re-Konstitution eines Politikfeldes als auch die Sorge von Entscheidungsträgern, Technikpolitik könne Gefahr laufen, durch öffentliche Besorgnis oder gar Einmischung ungebührlich „politisiert“ zu werden.

Nachdem nahezu ein Jahrzehnt verzweifelter Suche nach grundlegenden Determinanten unzureichender öffentlicher Technikakzeptanz bzw. Risikofreude nicht zu pragmatisch handhabbaren Rezepten ihrer Wiederherstellung geführt hatte, sahen viele bereits das Ende der Akzeptanzforschung nahen. Tatsächlich aber erlebte die Konjunktur dieses Geschäftsbereichs weitere Zyklen und feiert frisch gehäutet als Bemühung um die Förderung von „Technikaufgeschlossenheit“ fröhliche Urständ.

Angesichts des Tatbestands, dass es bei Lichte besehen meist nur sehr wenige konkrete Technologien bzw. deren spezielle Anwendungsbereiche sind, die den Auftraggebern solcher Forschung Sorge bereiten (z. B. nukleare Energieerzeugung, Gentechnik in Landwirtschaft und Nahrungsmittelproduktion), ist verschiedentlich bezweifelt worden, ob Technik im allgemeinen überhaupt Gegenstand gesellschaftlicher Einstellungs- und Urteilsbildung

29 Bei diesem Text handelt es sich um ein zum Fachgespräch vorgelegtes kurzes Material.

30 Vgl. näher auch Gloede, Bücken-Gärtner 1988, 1989.

sein kann. Doch nicht nur die geläufige, selten problematisierte etablierte Redeweise von „der“ Technik, sondern auch die Re-Interpretationen der empirischen Befunde deuten darauf hin, dass in der Bevölkerung neben der Beurteilung solcher konkreter Technologien und ihrer speziellen Anwendungsfelder auch generalisierte Wahrnehmungsperspektiven vorhanden sind, die man als Technikbilder bezeichnen kann und die – auf bislang nicht hinreichend untersuchte Weise – Bestandteil übergreifender Deutungsmuster gesellschaftlicher Prozesse (also Gesellschafts- und Weltbilder) sein dürften.

Jedenfalls lassen sich sowohl signifikante Korrelationen zwischen solchen empirisch rekonstruierten Technikbildern und einzelnen Technikbereichen feststellen, als auch Zusammenhänge zwischen diesen Technikbildern, Parteipräferenzen und etablierten Indikatoren für gesellschaftliche Wertorientierungen.

Auch wenn sich die Erwartung als trügerisch erwiesen hat, empirische Technikakzeptanz-Forschung werde wegen erwiesener Zwecklosigkeit abgelöst werden durch die Erforschung solcher komplexerer Zusammenhänge gesellschaftlicher Wahrnehmung und Urteilbildung, könnte die tendenziell fortschreitende Erosion des Glaubens an „Technik“ als einen gleichsam autonomen sozialen Prozess doch den Boden bereitet haben für ersichtlich um sich greifende Bemühungen, Präferenzen und Einstellungen der Bevölkerung nicht länger nur zum Objekt empirischer Beforschung, sondern auch zum Subjekt in Verfahren zu machen, die sie an technikpolitischen Entscheidungen beteiligen.

11 Zu den Gesetzmäßigkeiten der Technikentwicklung

Rudolf Reichel

Eine moderne Definition der Technik muss meines Erachtens von ihrem Charakter als dynamisches, *entwicklungsfähiges System* mit vielfältigen inneren und äußeren Wechselbeziehungen ausgehen. Die Beziehungen zwischen den Elementen der Technik sind sowohl funktionelle Zusammenhänge als auch solche der zeitlichen Entwicklung. Keineswegs darf man die Technik nur auf eine Menge künstlicher Gebilde mit einer vom Menschen vorgegebenen Zweckbestimmung reduzieren. Nur so gesehen werden wir zu Erkenntnissen über die *Evolutionstrategien* und Entwicklungswege der Technik gelangen. Außerdem aber bekommen wir unter diesem Gesichtspunkt einen viel effektiveren Zugang zur *Vermittlung technischen Wissens*.

Die qualitativen und quantitativen Fortschritte der Technik sind das Werk zahlloser Akteure. Diese finden bei der Entwicklung von Innovationen *Möglichkeitsfelder* vor, deren Dimension sich mit der wachsenden Zahl nutzbarer Wirkprinzipien und Technologien ständig vergrößert. Folglich entsteht eine länderübergreifende *Innovationskonkurrenz* mit einem entsprechend hohen unternehmerischen Risiko.

Infolgedessen wendet man der Suche nach *Gesetzmäßigkeiten und Kriterien* der Technikentwicklung immer größere Aufmerksamkeit zu. Letzten Endes geht es dabei um die Bestimmung tragfähiger Strategien für die Produkt- und Technologieentwicklung sowie die nachfolgende Vermarktung.

11.1 Analogien zwischen technischer und biotischer Evolution

Es ist seit langem bekannt, dass die Entwicklung der Technik eine Reihe von überraschenden *Analogien* zur biotischen Entwicklung aufweist. Man darf also vermuten, dass auch hier allgemeine *Evolutionsgesetze* gelten, die sich im Wechselverhältnis von Mensch und Technik zumindest tendenziell durchsetzen. Solche Analogien sind vor allem

- die Selektion von Bestlösungen nach technisch-ökonomischen und anthropologischen Kriterien;
- die Kombination von Lösungen/Wirkprinzipien als ein rationeller Weg zu neuen Produkten und Verfahren;

- die Innovation vermittelt der Variabilität, Differenzierung und Anpassung technischer Lösungen;
- die „Mutation zu neuen Arten“ technischer Gebilde und Verfahren nach der Ausschöpfung des alten Wirkprinzips.

Ihre Existenz ist im Verlauf der Technikevolution vielfältig nachweisbar, besonders eindrucksvoll aber in der Entwicklung der modernen Informationstechnologien.

11.2 Selektionskriterien für technische Lösungen

Über die jeweilige Bestlösung im Ergebnis der Evolution entscheidet der *Selektionswert* einer Innovation. Dieser wird an Kriterien gemessen, die sich im Prinzip aus der Thermodynamik bzw. der allgemeinen Evolutionstheorie ableiten und sich als Grundlage einer effektiven Wechselbeziehung zwischen Mensch, technischer Umwelt und Natur erweisen. Zu solchen *Selektionskriterien* rechnen wir:

- einen maximalen Wirkungsgrad
- einen minimalen spezifischen Energieeinsatz
- einen minimalen spezifischen Materialeinsatz
- eine maximale Zuverlässigkeit
- eine optimale hierarchische Struktur und Kompliziertheit
- eine optimale Flexibilität
- eine optimale Anpassungsfähigkeit
- eine optimale Mensch-Maschine-Schnittstelle (Kommunikation, Bedienbarkeit – vgl. auch die Koevolution zwischen Insekten und Blütenpflanzen!)
- eine hinreichende Kompatibilität zwischen aufeinanderfolgenden Generationen
- eine weitgehende Modularisierung (→ Austauschbarkeit)
- die Erfüllung des Prinzips der kleinsten Vielfalt (→ Standardisierung)

Die *Triebkräfte* für die Befolgung solcher Kriterien innerhalb der Gesellschaft sind ökonomischer, ökologischer und ergonomischer Natur, woraus letztlich folgt, dass Mensch und Technik ein übergeordnetes System bilden, indem sich die Technikevolution nach allgemeinsten Prinzipien vollzieht, denen auch die Bewertungsmaßstäbe des Menschen in der Gesellschaft unterliegen.

Offensichtlich bestehen in der Realität *Widersprüche* zwischen den genannten Selektionskriterien. Für ihre Erfüllung unter wirtschaftlichem Aspekt müssen *wettbewerbswirksame Kompromisse* eingegangen werden, deren Art von den jeweils geltenden gesellschaftlichen Präferenzen (z. B. Ressourcenschonung, Anwendungssicherheit, Umwelt- und Klimaschutz etc.) bestimmt wird. Diese wiederum sind Bestandteil eines veränderlichen, übergeordneten Wertesystems.

11.3 Charakteristische Stufen der technischen und biotischen Evolution

Eine Analyse der Technikentwicklung zeigt darüber hinaus, dass unter der Wirkung der Selektionskriterien charakteristische *Stufen der Vervollkommnung* technischer Gebilde durchlaufen werden. Die Evolution bedient sich dabei verschiedener funktioneller und/oder konstruktiver Grundprinzipien, die offensichtlich universeller Natur sind und den Übergang auf höher organisierte Stufen der Technik (wie auch der Natur) kennzeichnen. Diese Entwicklungsstufen können im Einzelfall, müssen aber nicht ausnahmslos durchlaufen werden.

Grundsätzlich kennzeichnen sie die Wege zu höherer „*Fitness*“ technischer Systeme und sind ein nützlicher Wegweiser für die Prognose der technischen Entwicklung (morphologische Analyse). Die einzelnen Evolutionsstufen werden dann *aktiviert*, wenn die sich entwickelnde Technik ein kritisches Niveau der Komplexität und Kompliziertheit überschreitet und Grenzwerte des Wirkungsgrades erkennbar werden, oder wenn externe Anforderungen auf die alte Weise nicht mehr erfüllt werden können (siehe Tabelle 2). Aus evolutionstheoretischer Sicht sind sie mit einem *Entropieexport oder Negentropieimport* verbunden. Im allgemeinen dominiert in der Technik – vermittelt durch die menschliche Kreativität – der Negentropieimport i. S. des Informationsimportes. Ein herausragendes Beispiel dafür ist die Entwicklung von Software.

Innerhalb einer Evolutionsstufe kann es auch zu *quantitativen Entwicklungssprüngen* kommen, wenn die technische Aufwertung des Objekts nur in größeren Stufen wirtschaftlich sinnvoll ist.

Das gilt gleichermaßen für die Leistung von Kraftwerken wie für Halbleiterspeicher oder den Fortschritt der Photolithografie. So zeigt die Kurve des Preis/Leistungsverhältnisses gegenüber der Kapazität von DRAM's bei allgemein fallender Tendenz Zwischenmaxima bzw. -minima (vgl. Abbildung 8). Offensichtlich sind jeweils nur Verdopplungen oder Vervierfachungen der Speicherkapazität für die Anwender interessant.

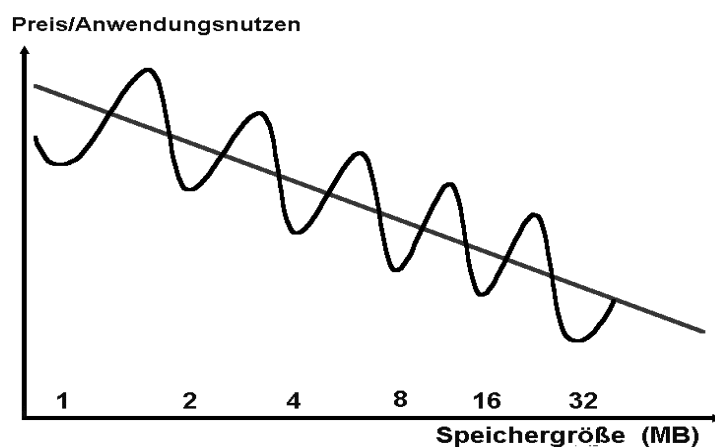


Abbildung 8: Diskrete Entwicklungsstufen der Speichergroße

Tabelle 2: Stufen der Technikevolution

1	Aggregation von gleichartigen Funktionselementen zur Leistungssteigerung. (Beispiel: Mehrzylindermotor, Mehrfachabstastköpfe bei VCR, Multiprozessor-Rechner, Tintenstrahldruckkopf)
2	Strukturelle Differenzierung und funktionelle Spezialisierung (Beispiel: Mikroprozessor, elektronische Uhr, Computer m. Maus, Nachrichtensysteme)
3	Hierarchische Aufteilung der Gesamtfunktion auf mehrere Ebenen (Beispiel: Computer-Speicherhierarchie, Indexierung in Datenbanken, Client-Server-Systeme)
4	Ausbildung redundanter Strukturen (Beispiel: Rechnerverbund, ausfallsichere Stromversorgung, Backup-Speicher)
5	Ausbildung einer synchronen Rhythmik gekoppelter Teilsysteme (Beispiel: Ruderboot, VCR, Bestückungsautomaten, Schweißroboter)
6	Zeitlich begrenzte Funktionsautonomie (Beispiel: Taschenrechner, Uhr, mobile Roboter, Funktelefon)
7	Stabilisierung von Energie-, Stoff- und Informationsflüssen durch Pufferspeicher (Beispiel: Cache-Speicher, Werkstückmagazine, Speicherkondensator in Gleichrichtern)
8	Parallelverarbeitung zur Kapazitätserhöhung bzw. Taktbeschleunigung (Beispiel: Parallel-Datenbus, Batch-Processing in der Halbleitertechnologie, Mehrfachspindeln in NC-Bohrmaschinen)
9	Systemkompatible Informationsspeicherung (Beispiel: Analoge Speicherung, Digitale Speicherung, magnetische/optische Speicher)
10	Teilung von Wirk-, Informations- und Steuerfunktion (Beispiel: NC-Maschinen, Industrieroboter, Drucker)
11	Anwendung des Prinzips der bedingten Reflexe (Beispiel: Speicherdirektzugriff, Koinzidenzschaltung, autom. Rechtschreibkorrektur)
12	Selbstüberwachung mit Schutzfunktion (Beispiel: Absturzsichere Software, ABS, Virenschutz in Computern)
13	Programmierung von Funktionsabläufen (Beispiel: Mikroprozessor, Computer, NC-Maschinen, Vorlagen in Textverarbeitung)
14	Ausbildung von Lernfähigkeit (Beispiel: Teach-in-Roboter, intelligente Datenbanksysteme, Bilderkennungssysteme, Spracherkennungssysteme)
15	Ausbildung systemkompatibler Sprachen und Codes (Beispiel: Programmiersprachen, Nachrichtencodes, genetische Algorithmen)

11.4 Bifurkationspunkte der technischen Evolution

Bei der Entstehung neuer Arten von technischen Gebilden bieten sich immer häufiger mehrere *Alternativen* für die Zukunft an (Beispiel: VHS, Betamax, Video 2000 beim Videorekorder oder DVD-RAM, DVD-RW, DVD+RW bei der Video-CD). Die Entwicklung erreicht dann einen sog. *Bifurkationspunkt*, an dem die zukünftig verfolgte Richtung noch unbestimmt ist (vgl. Abbildung 9).

Das Besondere an einem solchen Verzweigungspunkt ist jedoch, dass es nicht immer technologische oder andere Vorzüge sind, die einer Alternative zum Durchbruch verhelfen.

Oft entscheiden zum Zeitpunkt der Einführung scheinbar unbedeutende Faktoren oder Umstände über die weitere Ausbreitung auf dem Markt. Minimale Ausbreitungsvorteile zum Zeitpunkt der Markteinführung, etwa durch günstige Einführungspreise, Fördermaßnahmen oder zugkräftige Werbung, werden durch einen positiven *Rückkopplungsprozess* zwischen Angebot und Nachfrage verstärkt und führen in kurzer Zeit zur Marktbeherrschung. Gleichzeitig werden die anderen – technisch vielleicht gleichwertigen – Varianten verdrängt.

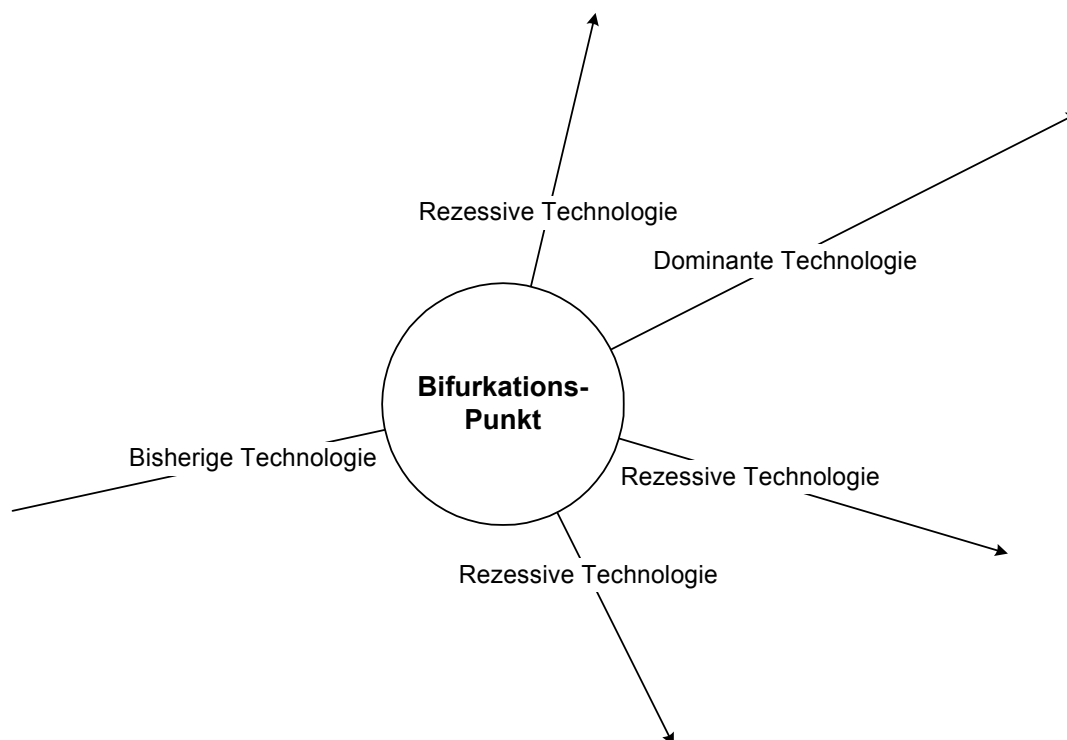


Abbildung 9: Bifurkationspunkte der technologischen Entwicklung

Generell folgt der Aufbau einer technischen „Population“ der gleichen *logistischen Kurve* wie der Aufbau biologischer Populationen entsprechend der Differentialgleichung

$$dm/dt = a \times m (m_{\max} - m) \quad \text{mit } a = \text{const.}$$

Dabei ist m die jeweilige Bestandsgröße (bzw. der Marktanteil) und m_{\max} der Sättigungsbestand (vgl. Abbildung 10).

Im übrigen finden wir die oben beschriebene *Ausbreitungskonkurrenz* unter geringfügig verschiedenen Startbedingungen auch zwischen biologischen Populationen in der Natur. Der Mechanismus dieser Konkurrenz in der Technik wird besonders deutlich am Beispiel der Videorekordersysteme. Hier erlangte das VHS-System zum Einführungszeitpunkt eine um Weniges höhere Ausbreitungsgeschwindigkeit. Dadurch wurde die Entwicklung und das Angebot von Videosoftware für dieses System stimuliert, was wiederum den Anreiz zum Kauf des VHS-Systems erhöhte usw. Innerhalb kurzer Zeit wurden auf diese Weise die konkurrierenden Systeme Betamax und Video 2000 vom Markt verdrängt, obwohl beide technisch gleichwertig bzw. partiell sogar überlegen waren.

In der Informationstechnik gab und gibt es viele solche Beispiele für *Innovationskonkurrenz*, z. B. bei Mikroprozessoren, Modems, Signalübertragungsverfahren, Speichern und Standards.

Durch die staatliche Förderpolitik kann daher auch bei Annäherung an einen Bifurkationspunkt bestimmten, aus nationaler Sicht vorteilhaften Varianten zum Durchbruch verholfen werden (Beispiel: Displays).

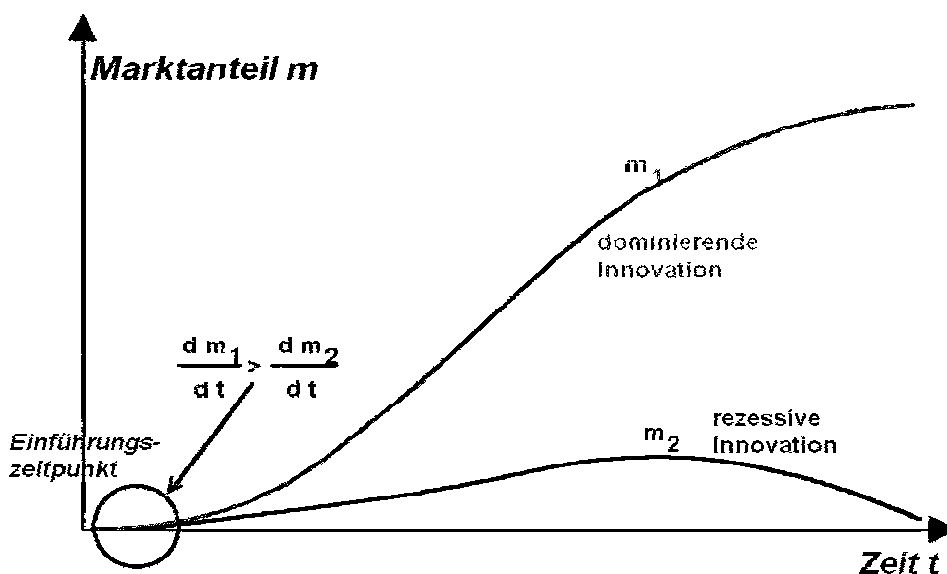


Abbildung 10: Ausbreitungsverlauf konkurrierender Innovationen

11.5 Verzweigungs- und Kombinationsprozesse

In der biologischen Evolution stellt sich die Gesamtentwicklung des Lebens auf der Erde als Evolutionsbaum dar, der die *Differenzierung und Anpassung der Arten*, Rassen und Unterarten widerspiegelt. Die Zweige des Baumes streben grundsätzlich auseinander, solange es keine genetische Informationsübertragung durch sexuelle Fortpflanzung gab. Auch nach

der „Erfindung“ der geschlechtlichen Fortpflanzung verlief die Entwicklung zumindest für die Arten divergent, da sie bekanntlich nicht untereinander kreuzungsfähig sind.

Konvergente Entwicklungsprozesse finden wir dagegen bei den Rassen und Unterarten, bei denen evolutionäre Fortschritte durch genetische Informationsübertragung möglich sind. Allerdings bleiben auch hier die kombinatorischen Entwicklungen auf artspezifische Merkmale beschränkt. Die funktionelle Verknüpfung – etwa von Fotosynthese und Atmung oder von Kiemen und Lunge – ist nicht möglich.

Fakt ist aber, dass die geschlechtliche Fortpflanzung die Evolution innerhalb dieser Grenzen außerordentlich beschleunigte, indem sie zu einer ständigen *Durchmischung im Gen-Pool* einer Population und damit zu zahllosen genetischen Kombinationsprozessen führt.

Auch in der Technischevolution existieren konvergente und divergente Entwicklungen nebeneinander. Da hier jedoch keine *Kombinationsverbote* zwischen den Zweigen des Evolutionsbaumes bestehen, sind Kombinationsprozesse weit stärker verbreitet. Kombinationen interdisziplinären Charakters können in der Technik sogar besonders evolutions-trächtig sein.

Ein eindrucksvolles Beispiel dafür bietet in letzter Zeit etwa die digitale Kamera (vgl. Abbildung 11).

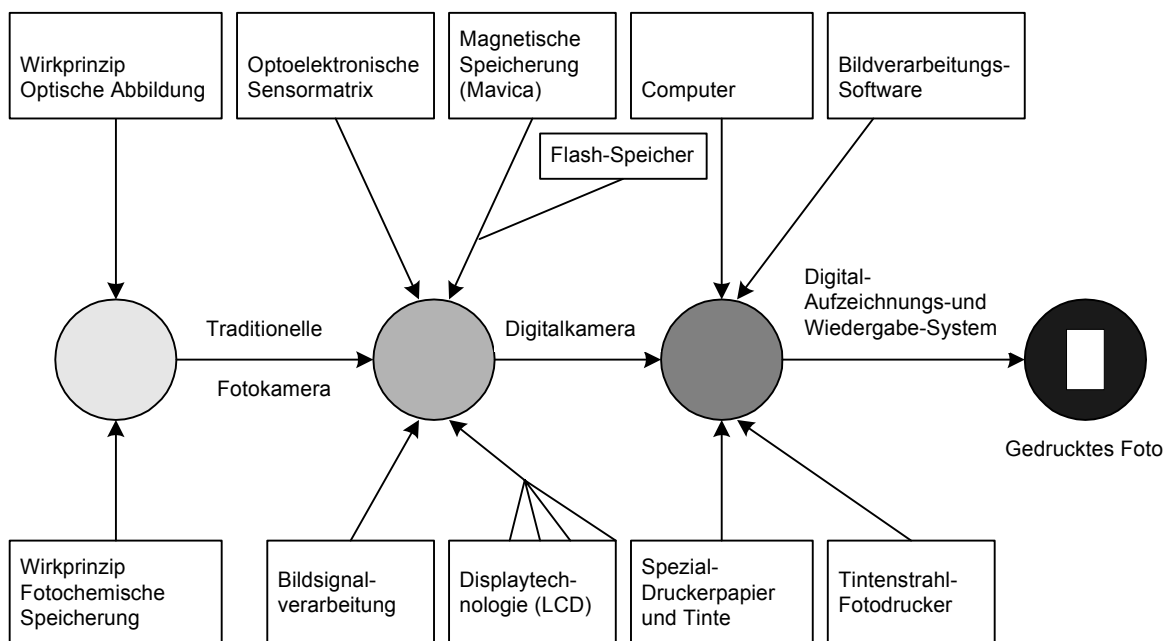


Abbildung 11: Beispiel eines konvergenten Evolutionsprozesses (Digitale Bildaufzeichnung)

Andererseits finden wir auch ausgedehnte *divergente Evolutionsprozesse*, die von multivalent nutzbaren Grundlösungen, etwa der Halbleitertechnologie oder der Holografie, ausgehen.

Im Gegensatz zur biotischen Evolution sind technische Kombinationsprozesse stärker determiniert, da es um die gezielte Zusammenführung bekannter Lösungen zu einem Produkt oder Verfahren mit vorgegebener Zielfunktion geht. Dennoch bleibt ein Entwicklungsspielraum für die Optimierung, aber auch für die Entstehung von Varianten und Bifurkationspunkten.

11.6 Die Herausbildung von „Nahrungsketten“

Wie in der biologischen Evolution haben sich auch auf den weltweiten Märkten relativ stabile Beziehungen zwischen solchen Produktlinien herausgebildet, die durch Aggregation oder technologische Weiterverarbeitung auseinander hervorgehen.

Auch dafür bietet die Informationstechnik mit ihrer „*Foodchain*“ zwischen dem Funktionswerkstoff Silizium und den elektronischen Anwendungsprodukten ein klassisches Beispiel. Dabei haben die relativ konstanten Proportionen zwischen den Gliedern der Kette hohe marktstrategische Bedeutung. Zugleich veranschaulichen diese Proportionen die außerordentlichen Wertsteigerungen von Stufe zu Stufe der Nahrungskette (vgl. Abbildung 12).

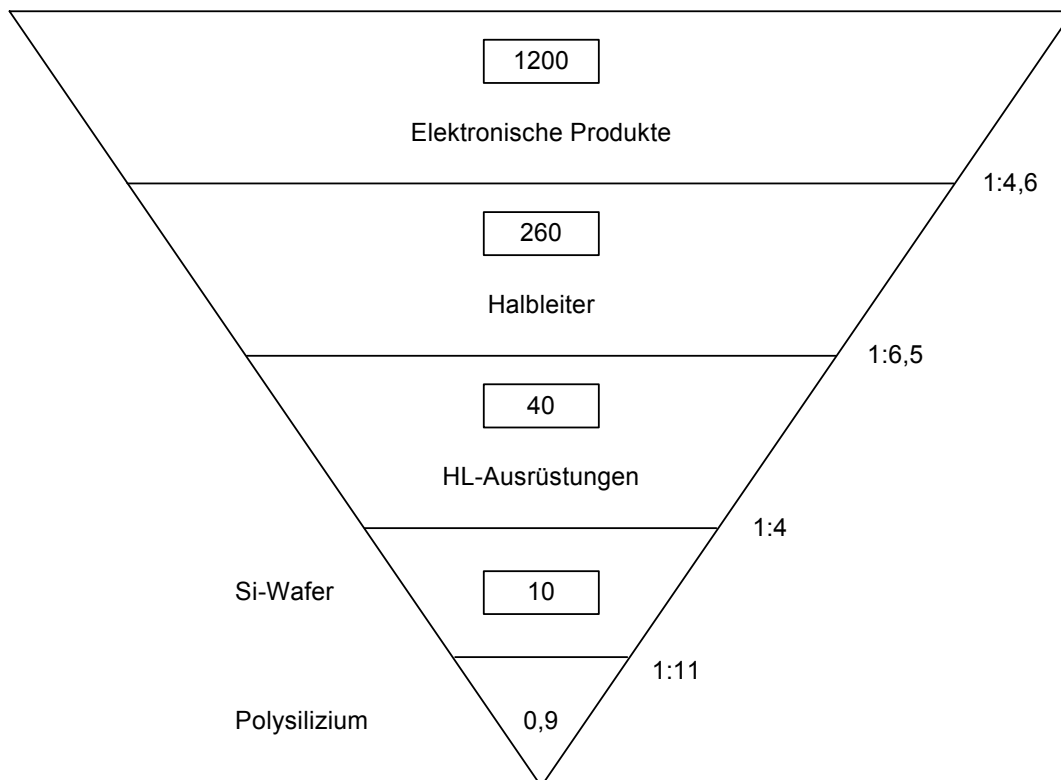


Abbildung 12: Prognose der „Nahrungskette“ IT für 2000

Für das harmonische Wachstum der Märkte ist die Einhaltung der nur langsam veränderlichen *Proportionen* entscheidend. Anpassungsprozesse, die aus Veränderungen des Bedarfs an Finalprodukten oder durch Nachhinken des Aufkommens an Zwischenprodukten resultieren, setzen jedoch i.a. mit einer gewissen Zeitverzögerung ein. Die Folge sind Disproportionen, deren Ausgleich sich über periodische Schwankungen um die Gleichgewichtswerte vollzieht.

Analogien zu dem bekannten „*Räuber-Beute-Modell*“ nach der Differentialgleichung von Lottka-Volterra sind offensichtlich.

11.7 Weitere Beispiele der Evolution in der Informationstechnik

Erlauben Sie mir abschließend an wenigen Beispielen aus der Informationstechnik noch etwas ausführlicher das Wirken der allgemeinen Evolutionsgesetze zu verdeutlichen.

1. Im Verlaufe der Entwicklung hat sich eine organische Verflechtung der sog. Kern-, Basis- und Anwendungstechnologien herausgebildet. Zu den Basistechnologien gehören dabei z. B. die Mikro- und Opto-Elektronik, die Photonik, die Sensorik u. a. Zu den Kerntechnologien rechnen wir vor allem die Computer- und Kommunikationstechnik, und zu den Anwendungstechnologien u. a. Automatisierungstechnik, Kfz-Elektronik, elektronischen Handel, Mobilfunk, Radio und Fernsehen etc. Bestimmend für die Gesamtentwicklung ist dabei heute die *Koevolution der Rechen- und Kommunikationstechnik*. Sie hat neben ihrer technischen Tragweite einen tiefgreifenden Einfluss auf die Arbeitswelt und auf die Beziehungen der Menschen untereinander.

Weitere evolutionsbeschleunigende Prozesse sind

- die Koevolution zwischen Speichertechnik, Informationsverarbeitung und Software
 - die Koevolution zwischen Optik und Kommunikationstechnik
 - die Koevolution zwischen Rechentechnik und peripheren Systemen (Displays, Drucker etc.)
2. Zahlreiche Bifurkationspunkte kennzeichnen seit längerem die Entwicklung der *Flachdisplays*. Das gilt sowohl für die verschiedenen Varianten der Flüssigkristalldisplays als auch für mehrere Alternativen, von denen sich möglicherweise die Elektrolumineszenz-Displays auf Basis organischer Luminophore durchsetzen werden (vgl. Abbildung 13). Hier geben Anwendungsfelder den Ausschlag, die zuerst von einer der Varianten erschlossen werden können (Kfz-Elektronik, Spiele, Computerdisplays).

Interessant an dieser Entwicklung ist, dass die zugrundeliegenden organischen Werkstoffe auch die Grundlage einer organischen Mikro- und Opto-Elektronik sein können.

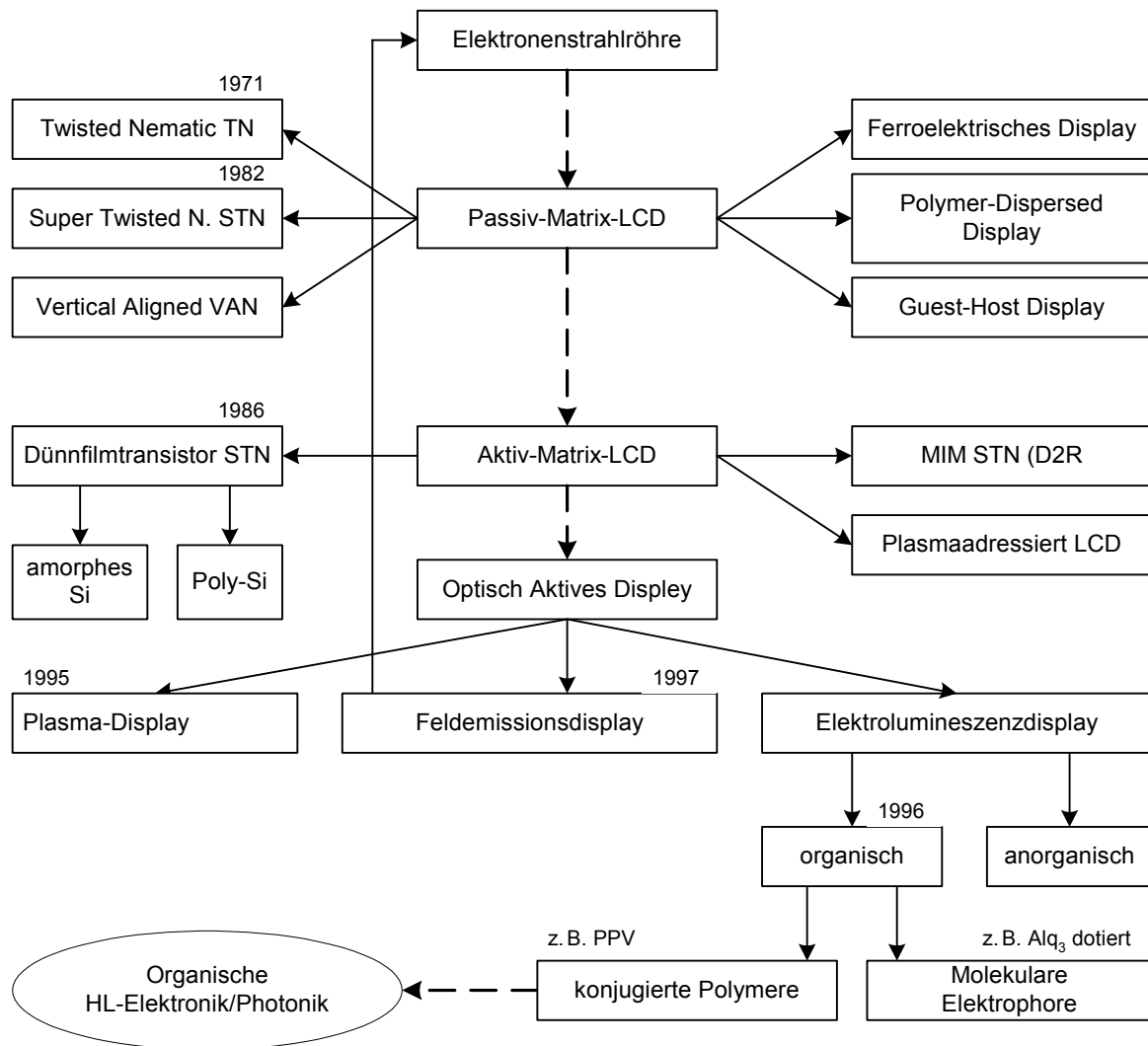


Abbildung 13: Evolution der Matrix-Flachdisplays

3. Die *Mikrolithografie* – Basistechnologie der Mikroelektronik – ist an zwei aufeinanderfolgenden Bifurkationspunkten angelangt, nachdem sich über 10 Jahre hinweg eine relativ lineare Entwicklung durch den Übergang auf immer kürzere Wellenlängen vollzogen hat (vgl. Abbildung 14).

Der nächste Schritt erfordert die schwierige Kombination von neuartigen Strahlungsquellen reflektiver Optik und reflektiven Masken.

4. Besonders viele Wirkprinzipien waren schon in der Vergangenheit an der Entwicklung der *Informationsspeicher* beteiligt. Ein prinzipieller Wandel trat hier mit dem Übergang zum optischen Speicher ein. Unter den zahlreichen Varianten, die auf verschiedenen optischen Effekten beruhen, ist noch keine endgültige Entscheidung gefallen. Hinzu kommt, dass die Vision einer optischen Datenverarbeitung die künftige Kompatibilität zum optischen Speicher verlangt. Hier zeigt sich ein prinzipieller Unterschied zur bioti-

schen Evolution, indem zukünftig anvisierte Evolutionsschritte schon die gegenwärtigen Entwicklungen beeinflussen.

Optische und nichtoptische Verfahren

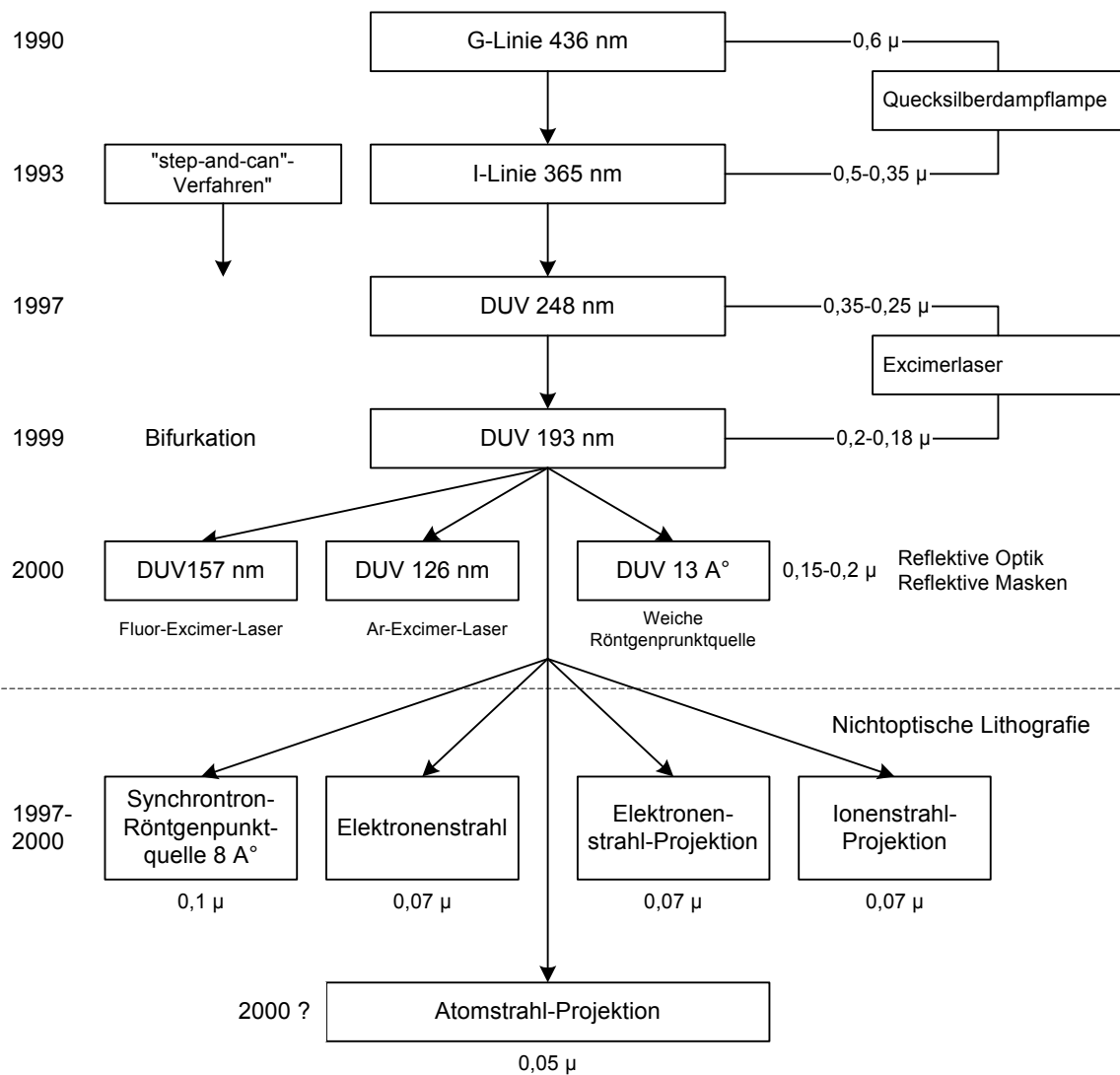


Abbildung 14: Entwicklungswege der Mikrolithografie

- Ein grundlegender Evolutionssprung, vergleichbar mit der Erfindung der biochemischen Signalübertragung und Steuerung, wird mit der Erschließung *photonischer und quantenelektronischer Wirkprinzipien* einsetzen. Mit dem Übergang von Elektronen zu Photonen als Signalträger werden viele Barrieren der konventionellen Mikroelektronik überwindbar. Gekoppelt mit diesem Sprung ist eine technologische Entwicklung zur Strukturierung von Werkstoffen im $< 0,1 \mu$ Niveau.

Wir haben verwiesen auf das Wirken von Verzweigungs- und Kombinationsprozessen in Natur und Technik. Ich möchte dazu abschließend noch einmal im Überblick auf die technologische *Expansion der Mikroelektronik* verweisen, deren Verlauf – bei aller gebotenen Bescheidenheit – ein wenig an die „Erfindung“ der Zelle im lebenden Organismus erinnert.

Abbildung 15 zeigt zugleich, dass die Siliziumstrukturen unserer konventionellen Schaltkreise dabei sind, die Grenzen ihres Basiswerkstoffes in verschiedenen Richtungen zu überwinden und in einer Richtung sogar dabei sind, eine Verknüpfung mit biotischen Strukturen einzugehen.

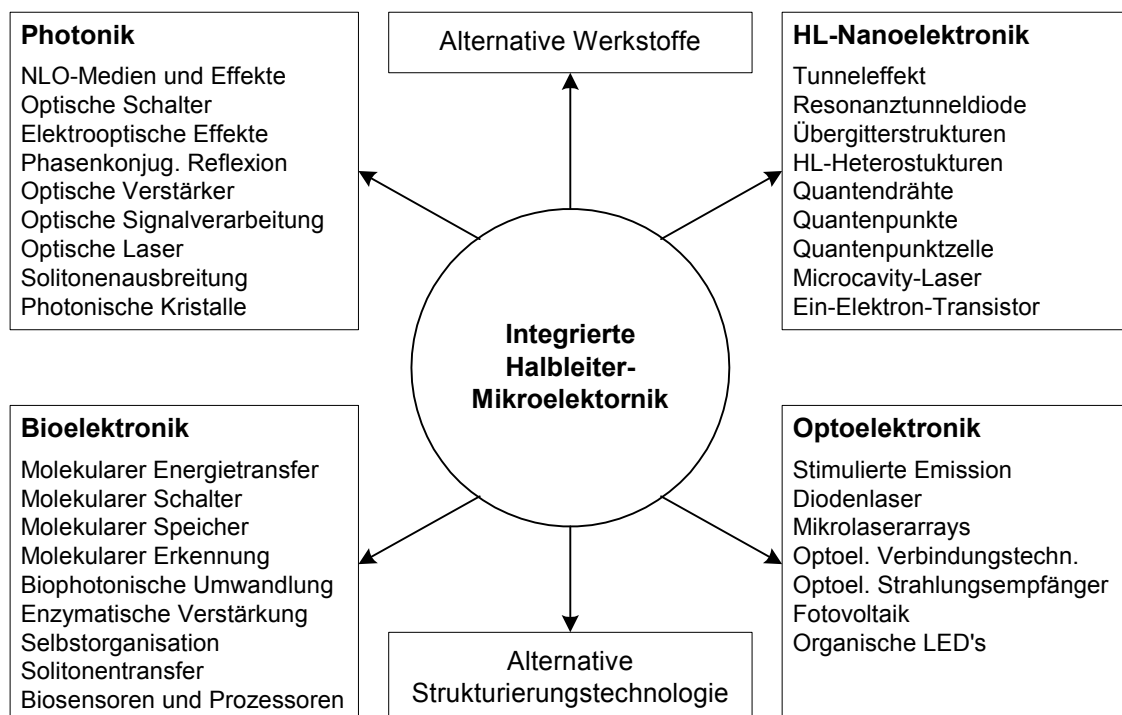


Abbildung 15: Die technologische Expansion der Mikroelektronik

Damit schließt sich der Ring: Die technologische Evolution schlägt eine Brücke zu den in Jahrmilliarden entstandenen Strukturen des Lebens, um ihre wunderbaren Fähigkeiten für uns nutzbar zu machen.

12 Zur Herausbildung einer Allgemeinen Prozesstechnik der Stoffwandlung im Rahmen der Allgemeinen Technologie

Ernst Otto Reher, Gerhard Banse

12.1 Einführung

Arbeiten zur Allgemeinen Technologie (AT) haben in den letzten Jahren erneut an Bedeutung gewonnen (vgl. z. B. Banse 1990, 1997a; Ropohl 1979a, 1999a; Wolffgramm 1994, 1995). Interessant, jedoch auch erklärbar dabei ist, dass sich mit dieser Problematik überwiegend sogenannte Bindestrich-Wissenschaftler, z. B. Technik-Philosophen, Technik-Historiker, Wirtschafts-Historiker, Sozio-Biologen u. a., und eigentlich nur wenig Ingenieure, die eigentlich die Hauptträger der Technologie sind, zu Wort melden. Wie breit dieses Feld der Allgemeinen Technologie gespannt wird, zeigt der Titel der bereits genannten Publikation „Allgemeine Technologie zwischen Aufklärung und Metatheorie“ (vgl. Banse 1997a). Skeptische Worte zu dieser Breite der Behandlung der Thematik bzw. zur Eingrenzung der „Allgemeinen Technologie“ finden darin nur Wenige (hier kann besonders Eberhard Jobst hervorgehoben werden – vgl. Jobst 1997). Es wird der Eindruck vermittelt, dass alles menschliche Handeln unter den Begriff „Allgemeine Technologie“ subsummiert wird. Unter diesem Eindruck sollte man die Allgemeine Technologie differenzieren in eine Allgemeine Technologie „im weiteren Sinne“, die ihre Adressaten in der Wirtschaft und Politik, aber wohl kaum in den Natur- und Technikwissenschaften hat, und in die Allgemeine Technologie „im engeren Sinne“, die ihre Adressaten vorrangig in den eigentlichen Schöpfern und Betreibern der Technologie findet, nämlich in den Natur- und Technikwissenschaften.

Erwartungshaltungen zu Beiträgen der Allgemeinen Technologie im Spannungsfeld zwischen Aufklärung und Metatheorie durch die Wissenschaften kann durch folgendes Schema (Abbildung 16) verdeutlicht werden.

Mit diesem Schema soll lediglich deutlich gemacht werden, dass von den Ingenieurwissenschaften die Hauptbeiträge zur Metatheoriebildung erwartet werden und von den Geisteswissenschaften zur Aufklärung. Außerdem scheint es, dass zwischen den ökonomischen und Sozialwissenschaften gleiche Beitragserwartungen sowohl zur Aufklärung als auch zur Metatheoriebildung sind. Das Schema soll aber auch verdeutlichen, dass zur Her-

ausbildung der Allgemeinen Technologie eine komplexe, interdisziplinäre Bearbeitung unbedingt erforderlich ist.

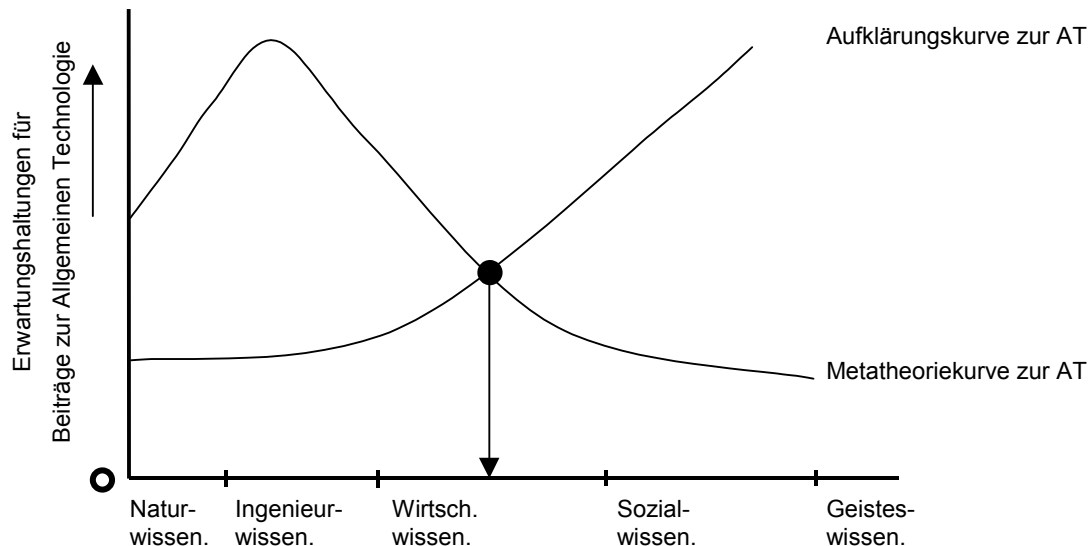
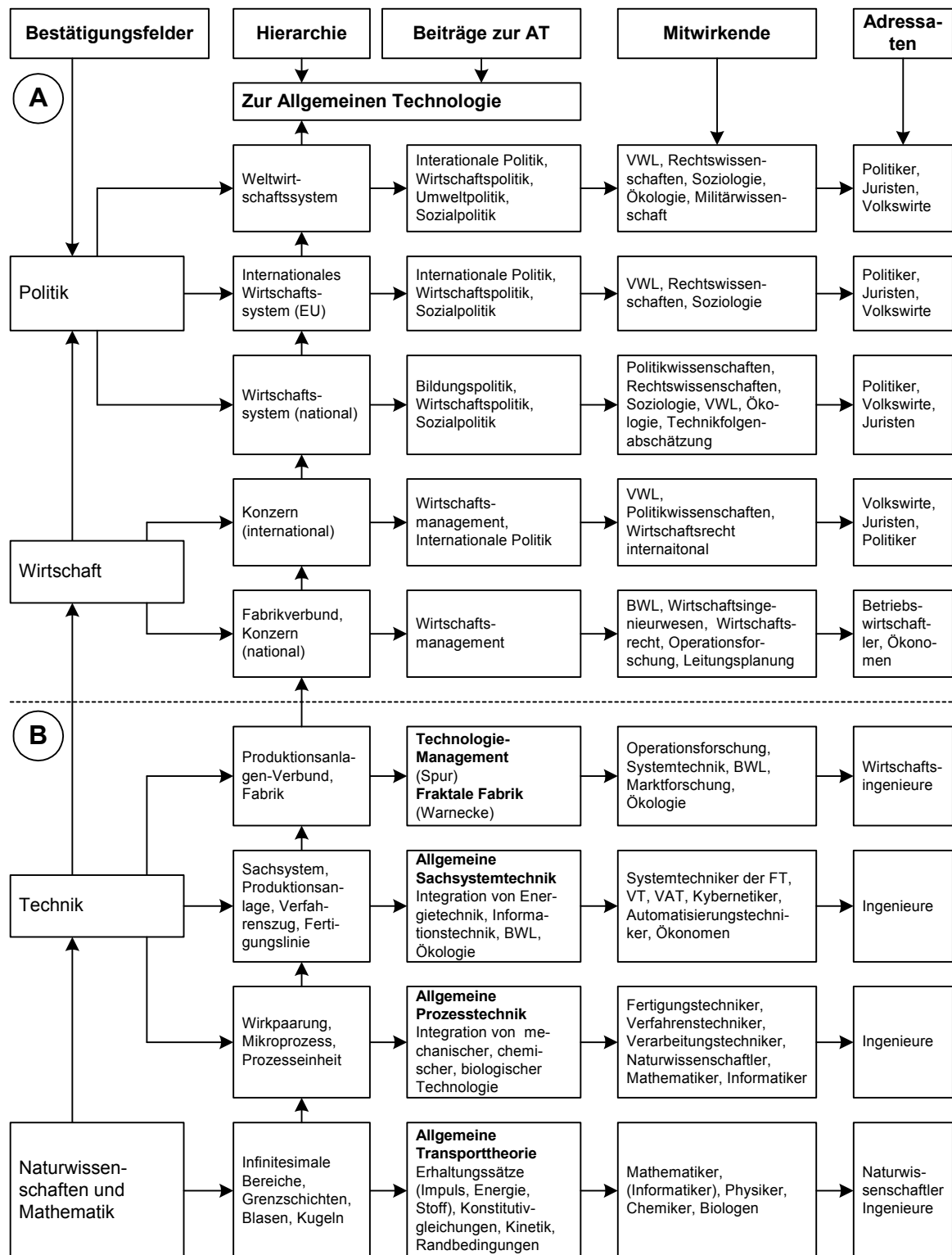


Abbildung 16: Beiträge der Wissenschaften zur Aufklärungs- und Metatheoriefunktion der Allgemeinen Technologie (qualitativ)

Es scheint einen vernünftigen Zugang zur Allgemeinen Technologie zu geben, in dem vom wissenschaftlichen Paradigma und vom technologischen Paradigma aus eine quasi hierarchische Grobgliederung vorgenommen wird, denn zur Zeit finden wir immer noch den gleichen Zustand aus der Sicht der Ingenieurwissenschaften vor, wie er schon 1986 dargestellt wurde: Es ist zu erwarten, dass sich künftig die Anzahl, vor allem aber die Bedeutung technikwissenschaftlicher Grundlagendisziplinen vergrößert, weil mit der verstärkten naturwissenschaftlich-mathematischen Durchdringung vieler Bereiche der Technikwissenschaften deren theoretisches Fundament ausgebaut wird (vgl. Banse, Wendt 1986).

Damit im Zusammenhang ist das Problem der „Allgemeinen Technologie“ zu sehen. Unseres Erachtens muss man zunächst unterscheiden, ob man unter „Allgemeiner Technologie“ mehr beschreibende Systematisierungen und Verallgemeinerungen versteht, die pädagogisch-methodischen Zwecken dienen, oder ob man darunter technikwissenschaftliche Aussagesysteme verstanden wissen will, die allgemeine, wesentliche und notwendige Zusammenhänge technischer Prozesse theoretisch erklären. Bezüglich der ersten Bestimmung liegen relativ weit gediehene Untersuchungen vor (vgl. z. B. Wolffgramm 1994, 1995). Ihre Bedeutung für die Ingenieurausbildung ist dabei noch detaillierter zu untersuchen. Was die zweite betrifft, ist sie nur möglich über eine umfassende theoretische Analyse spezifischer technologischer Prozesse, z. B. des Be- und Verarbeitungsmaschinenbaues, über theoretisch erklärende Aussagen realer Klassen technologischer Prozesse. Der Weg führt also über naturwissenschaftlich-mathematisch fundierte technikwissenschaftliche Theorien, die zunächst einzelne Klassen von Technologien zum Gegenstand haben.



A Ebene des technologischen Paradigmas (Ropohl) - Allgemeine Technologie im weiteren Sinne

B Ebene des szientifischen Paradigmas (Ropohl) - Allgemeine Technologie im engeren Sinne

Abbildung 17: Hierarchie zu Beiträgen der Allgemeinen Technologie

Diese Untersuchungen haben begonnen, sind jedoch bei weitem noch nicht abgeschlossen und auf dem Niveau einer „Allgemeinen Technologie“ (im Sinne einer relativ selbständigen Disziplin der Technikwissenschaften) angelangt. Die Integrationstendenz in den Technikwissenschaften wird nicht bestritten, sie ist unübersehbar. Theoretische Verallgemeinerungen in verschiedenen Richtungen und auf unterschiedlichem theoretisch-methodologischen Fundament (z. B. mittels systemtheoretischer Ansätze) sind aufweisbar. Von einer allgemeinen, einheitlichen, allumfassenden Technikwissenschaft kann jedoch noch keine Rede sein.

Zur weiteren Herausbildung einer differenzierteren „Allgemeinen Technologie“ (im weiteren und im engeren Sinne) kann die in Abbildung 17 (s. o.) dargestellte Hierarchie dienen. In jeder dieser Hierarchieebenen, die stets einer interdisziplinären Bearbeitung bedürfen, können Aufgabenstellungen formuliert werden, die eine Schnittmenge (6) zur Allgemeinen Technologie einbringen können (Abbildung 18).

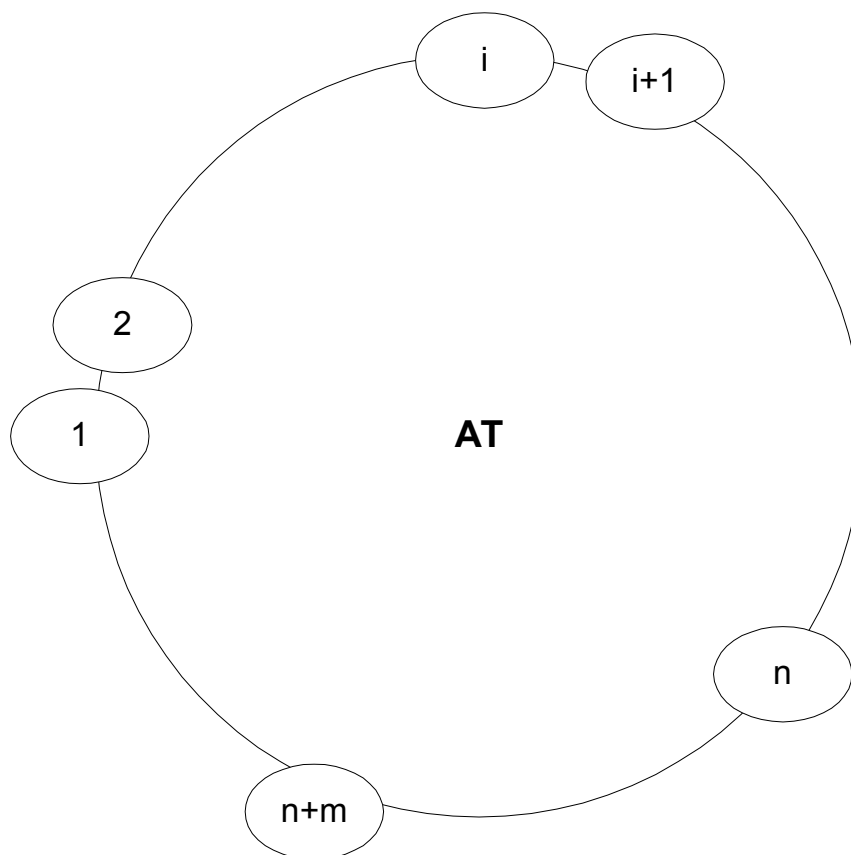


Abbildung 18: Schnittmenge zur Allgemeinen Technologie (generell)

Die Formulierung und Bearbeitung dieser $(n + m)$ Aufgaben in den einzelnen Hierarchieebenen stellen den eigentlichen Engpass dar. Von Ropohl werden Anregungen für Aufgabenstellungen angegeben (vgl. Ropohl 1979a, 1999a).

An einem Beispiel der Herausbildung einer disziplinübergreifenden Konzeption in Form einer „Allgemeinen Prozesstechnik“ (vgl. Fratzscher, Meinicke 1998) soll im Rahmen des wissenschaftlichen Paradigma versucht werden, die von Karl Karmarsch vorgenommene Trennung in mechanische Technologie und chemische Technologie (vgl. Karmarsch 1851) zu überwinden. Voraussetzung dazu bietet der heutige Entwicklungsstand der beteiligten Wissenschaftsdisziplinen und besonders die Entwicklung der Informationstechnik. In Abbildung 19 betrifft das die Ebene der Wirkpaarung, der Prozesseinheit bzw. des Mikroprozesses.

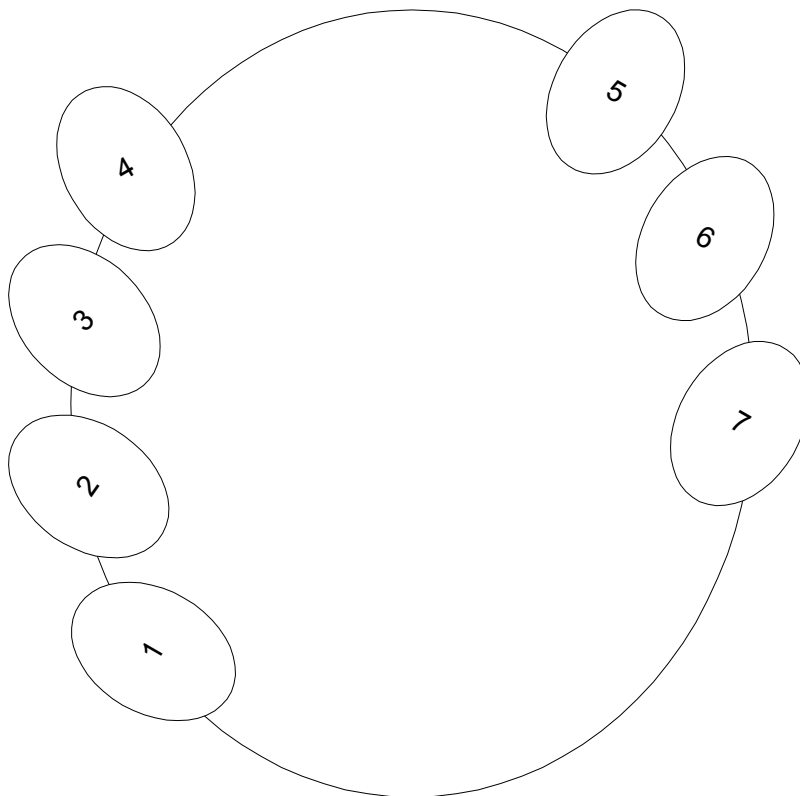


Abbildung 19: Schnittmenge der Allgemeinen Prozesstechnik als i. Aufgabenstellung in Abbildung 18 (1 – Mathematik, 2 – Physik, 3 – Chemie, 4 – Biologie, 5 – FT, 6 – VT, 7 – VAT)

12.2 Kennzeichnung der Ausgangssituation zur Herausbildung der Allgemeinen Prozesstechnik in der Stoffwandlungstechnik

In den Ingenieurwissenschaften der Fertigungstechnik, der Verfahrenstechnik und in der neu entstandenen Disziplin Verarbeitungstechnik (vgl. z. B. Autorenkollektiv 1978) erfolgte in den letzten Jahrzehnten eine Differenzierung in Prozesstechnik und Systemtechnik und somit entstanden z. B. die Prozessverfahrenstechnik (vgl. z. B. Autorenkollektiv

1977a) und die Systemverfahrenstechnik (vgl. z. B. Autorenkollektiv 1977b), die Prozessverarbeitungstechnik (vgl. z. B. Reher 1991; Reher et al. 1985, 1989) und die Systemverarbeitungstechnik (vgl. z. B. Hartmann et al. 1985). Eine ähnliche Entwicklung erfolgte in der Fertigungstechnik, obgleich sie so explizit wie in der Verfahrenstechnik nicht ausgewiesen erscheint. Diese vollzogene Arbeitsteilung in Lehre und Forschung, partiell auch in der Praxis der Großindustrie, in den Materialtechnologien, in Prozess- und Systemtechnik (Metalle und Nichtmetalle) stellt eine Grundlage zur Integration dieser Prozess- und Systemtechniken und somit zu einer Möglichkeit der Herausbildung einer Allgemeinen Prozesstechnik dar (Abbildung 20).

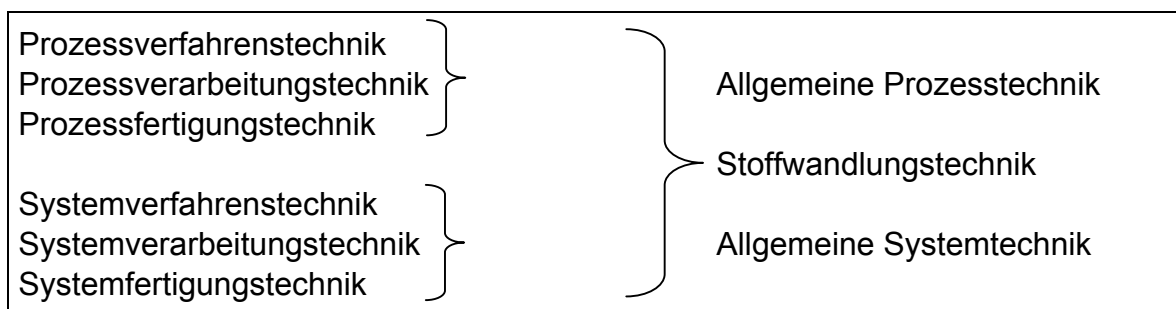


Abbildung 20: Schritte der Herausbildung einer methodisch einheitlichen Darstellung der Stoffwandlungstechnik (Anmerkung: Die Prozesstechnik versteht sich als Einheit von Prozess und Apparat/Maschine und die Systemtechnik als Einheit von Technologie und Anlage)

Analoge Entwicklungen finden in der Herausbildung einer Allgemeinen Systemtechnik (Sachsystemtechnik) statt. Damit wird es möglich werden, die Stoffwandlungstechnik als methodische Einheit von Fertigungstechnik (FT), Verarbeitungstechnik (VAT) und Verfahrenstechnik (VT) darzustellen. Das Ziel soll – wie bereits genannt – sein, die von Karmarsch vollzogene Trennung in mechanische Technologie, aus der die Fertigungstechnik hervorging, und in die chemische (heute auch biologische) Technologie, aus der die Verfahrenstechnik/Verarbeitungstechnik hervorgingen, zu überwinden (Abbildung 21).

Man erkennt aus Abbildung 22, dass zwar zeitlich unterschiedlich die methodenorientierten technologischen Wissenschaftsdisziplinen der Stofftechnik jedoch analoge Paradigmenwechsel vollzogen (FT ca. 1910, VT ca. 1930, VAT ca. 1960/70). Ropohl nennt die Fertigungstechnik „die Mutter der Technologie“ und will damit sicher kund geben, dass sie befruchtend auf die anderen zwei Disziplinen einwirkte im Sinne ihrer Herausbildung, Systematik, Gegenstandsbestimmung, Methodenentwicklung etc.

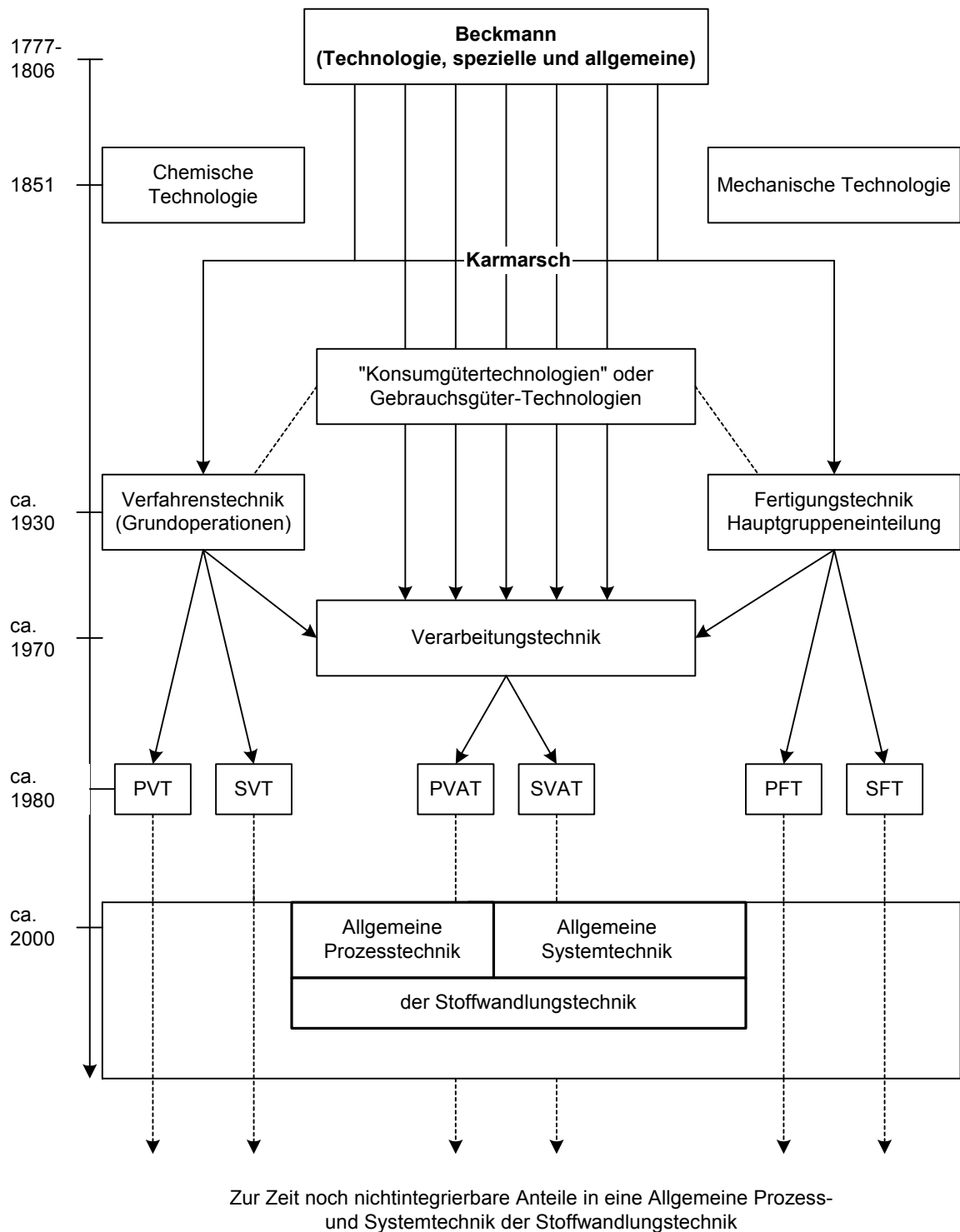


Abbildung 21: Herausbildung technologischer Wissenschaftsdisziplinen der Stoffwandlungstechnik

Paradigma	Fertigungstechnik		Verarbeitungstechnik		Verfahrenstechnik		Anmerkungen
Spezielle Technologien	Mechanische Technologie (ca. 1850 Karmarsch)		Gebrauchs-, Verbrauchs-Güter-Technologien		Chemische Technologie		
Methodenorientierte Ingenieurwissenschaften	Fertigungstechnik (ca. 1910)		Verarbeitungstechnik (ca. 1960/1970)		Verfahrenstechnik (ca. 1930)		Verfahrenssystematik Grundoperationen
Technologische Hierarchiebildung - Prozess - System	Prozess-Fertigungstechnik	System-Fertigungstechnik	Prozess-Verarbeitungstechnik	System-Verarbeitungstechnik	Prozess-Verfahrenstechnik	System-Verfahrenstechnik	Elementvorgang, Mikro-Prozess-Wirkpaarung, Prozesseinheit, System, Maschine (Apparat), Anlage
↓							
Allgemeine Prozesstechnik	↓		↓		↓		Beitrag zur Allgemeinen Technologie
Allgemeine Systemtechnik	↓		↓		↓		Beitrag zur Allgemeinen Technologie
Spezielle Anteile der FT, VAT, VT	↓		↓		↓		Zur Zeit nichtintegrierbare Anteile der FT, VAT, VT

Abbildung 22: Paradigmen in der historischen Kette der Stofftechnik

12.3 Disziplinübergreifendes Konzept zur Entwicklung der Allgemeinen Prozesstechnik

An einem Beispiel der Wirkpaarung Walze-Material-Walze (Walzenspaltprozesse) soll das zu entwickelnde Konzept erst einmal illustriert werden. Die Wirkpaarung Walze-Material-Walze wird sowohl in der Fertigungstechnik (z. B. Blechwalzen) als auch in der Verarbeitungstechnik (z. B. Kunststoffkalandrieren, Kautschukmischen, Keramikplatten formen) und in der Verfahrenstechnik (z. B. Farben dispergieren, Schokolade chonchieren, Magnetbänder glätten) angewendet. Bei genauer Betrachtung werden in allen drei Ingenieurdisziplinen nach den gleichen Spaltvorgängen in dieser Wirkpaarung Berechnungen angestellt, um technologische oder konstruktive Maßnahmen ergreifen zu können. Erforderlich dazu sind Aussagen über Druck-Spannungs-Verteilungen, Verformungsverteilungen, Geschwindigkeitsverteilungen, Temperaturprofile, Konzentrationsprofile etc., um daraus integrale Prozess- und/oder Produktparameter abzuleiten: ausgewalzte Dicke, Walzantrieb, Anpresskräfte, Lagerkräfte, Dispergierkräfte, Walzendurchbiegungen usw. Über die Konstitutivgleichungen, kinetischen Gleichungen, Anfangs- und Randbedingungen werden die spezifischen Materialfunktionen (Plastizitätstheorie, Rheologie fluiden Medien etc.) in die Bilanzen für den Impuls, die Energie, die Masse eingebracht. Auch sind technologische Restriktionen, gesicherte empirische Zusammenhänge (z. B. Zersetzungstemperatur, kriti-

sche Scherspannungen usw.) zu betrachten, die jedoch nur die Begrenzung der Anwendbarkeit der erhaltenen Modellergebnisse (Gültigkeitsbereiche) ergeben.

Mit diesem Beispiel soll lediglich das Grundanliegen verdeutlicht werden. Für eine Vielzahl weiterer Wirkpaarungen, Mikroprozesse, Prozesseinheiten können ähnliche Ausarbeitungen vorgenommen und somit die Integration fertigungstechnischer, verarbeitungstechnischer und verfahrenstechnischer Prozesse durchgeführt werden. Im Folgenden sollen Programmpunkte genannt werden, die die inhaltliche Ausgestaltung des Moduls Walze-Material-Walze (Spaltprozesse) auf der Basis schon in der Literatur bekannter Lösungen gestatten.

1. Technologisches Anliegen der Wirkpaarung, des Mikroprozesses, der Prozesseinheit;
2. wesentliche Ausführungsformen der Wirkpaarung etc. – Kopplung im System (Maschine, Anlage);
3. Erhaltungssätze für Impuls, Energie, Stoff, Berechnungsziele (einschließlich von Mehrphasensystemen);
4. Anfangs- und Randbedingungen;
5. Materialgesetze (Konstitutivgleichungen);
6. Zusatzabhängigkeiten (technologische Begrenzungen der Lösung der mathematischen Modelle);
7. mathematische Prozessmodelle für die Wirkpaarung etc.;
8. Zuordnung der mathematischen Modelle zu relevanten technologischen Aufgabenstellungen;
9. Darstellung der Berechnungsergebnisse und Vergleich mit experimentellen Ergebnissen (Praxisdaten);
10. integrale Prozessgrößen für technologische und konstruktive Aufgabenstellungen.

In Anlehnung an Reher 1991 kann folgende Gliederung der Prozesse vorgenommen werden:

1. mechanische Prozesse
 - 1.1 festkörpermechanische Prozesse
 - 1.2 fluidmechanische Prozesse
2. thermomechanische Prozesse
 - 2.1 festkörperthermomechanische Prozesse
 - 2.2 fluidthermomechanische Prozesse
3. thermomechanische Prozesse mit Stofftransport
 - 3.1 festkörperthermomechanische Prozesse mit Stofftransport
 - 3.2 fluidthermomechanische Prozesse mit Stofftransport
4. thermomechanische Prozesse mit Stofftransport und Kinetik
 - 4.1 festkörperthermomechanische Prozesse mit Stofftransport und Kinetik
 - 4.2 fluidthermomechanische Prozesse mit Stofftransport und Kinetik (vgl. Abbildung 23).

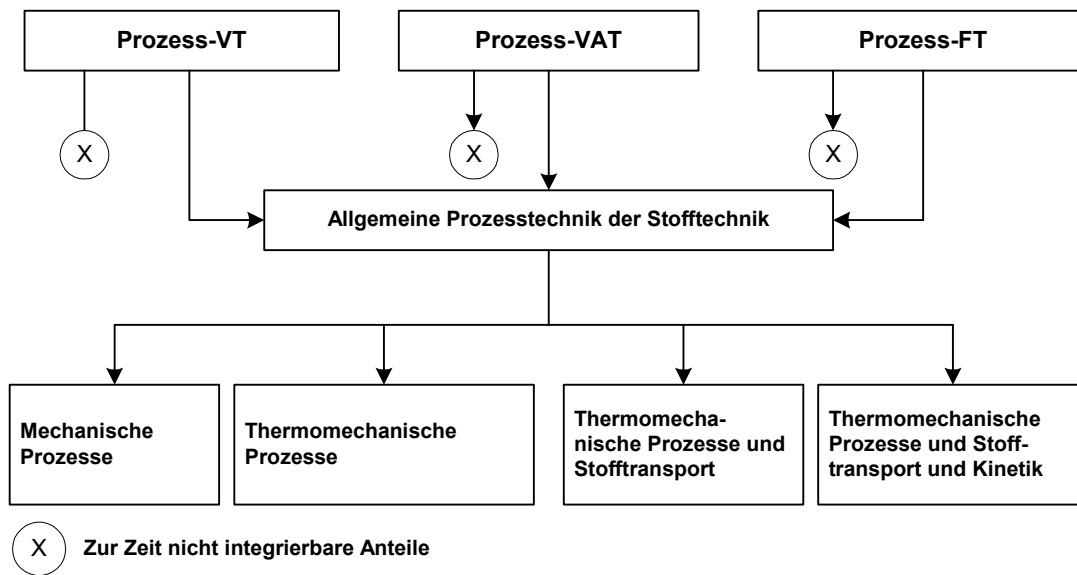


Abbildung 23: Gliederung der Hauptprozesse der Stofftechnik

Das Verhältnis des nichtintegrierbaren Anteils zum integrierbaren Anteil unterliegt der Entwicklung und wird sicher im Laufe der Zeit kleiner werden.

Jeder Mikroprozess, jede Prozesseinheit und/oder Wirkpaarung kann je nach Problemstellung als mechanischer Prozess oder thermomechanischer Prozess mit Stofftransport und/oder Kinetik behandelt werden. Insofern stellt die Prozessuntergliederung (vgl. Abbildung 23) aus der Sicht der physiko-chemischen Vorgänge und der entsprechenden beschreibenden Gleichungen eine Hierarchie dar.

In der Verfahrenstechnik wird diesem obigen Umstand in der Gliederung der Fachgebiete schon Rechnung getragen: Mechanische Verfahrenstechnik, Thermische Verfahrenstechnik (schließt Stofftransportvorgänge ein) und Reaktionstechnik (Stofftransport und chemische Kinetik sind eingeschlossen). Um Modellierungsvereinfachungen vornehmen zu können, sind Prozessanalysen erforderlich, die prozessbestimmende Mechanismen identifizieren. Rheologische, thermodynamische und kinetische Untersuchungen im Labormaßstab sind sehr gut geeignet, den Modellbildungsprozess zu begleiten.

So können z. B. die Spaltprozesse in der Wirkpaarung Walze-Material-Walze mit guter Näherung für

- den Glättprozess von Magnetbändern, den Dispergierprozess von Pigmenten als mechanischer Prozess,
- den Blechwalzprozess, Kunststoffkalandrierprozess als thermomechanischer Prozess,
- das Walzen reagierender Stoffsysteme, thixotroper Materialien als thermomechanischer Prozess mit Kinetik (chemische, physikalische)

modelliert werden.

Aus der Sicht dieses Beispiels wird deutlich, dass eigentlich die Einteilung der Verfahrenstechnik in Mechanische Verfahrenstechnik, Thermische Verfahrenstechnik und Reaktions-

technik aus heutiger Sicht nicht mehr zweckmäßig erscheint. Zweckmäßig erscheint dagegen eine Einteilung in

- Partikelprozesse (Partikeltechnologie) und
- Kontinuumsprozesse (Kontinuumstechnologie).

Diese Einteilung präzisiert sofort einen Modellierungszugang auf der Basis der Bilanzgleichungen, Konstitutivgleichungen etc. und entspricht der Verarbeitungstechnik und der Fertigungstechnik, denn beide Disziplinen kennen diese Differenzierung der Verfahrenstechnik nicht. Außerdem erfordert diese Betrachtungsweise zunächst immer eine Ganzheitsbetrachtung der Prozesse aus der Sicht aller Transportphänomene und führt dann zu entsprechenden Einschränkungen. Für Lehre und Forschung ist diese Vorgehensweise stets empfehlenswert.

12.4 Zu erwartender Nutzen aus der Allgemeinen Prozesstechnik

Die Allgemeine Prozesstechnik ist die theoretische Grundlage zur Modellierung, Simulation und Optimierung aller technologischen Prozesselemente der Stoffwandlungstechnik auf der Grundlage der Erhaltungssätze (Impuls, Energie, Stoff), der Konstitutivgleichungen ebenfalls für den Impuls, den Stoff und die Energie, der kinetischen Gleichungen bei Stoffwandlungsprozessen (physikalische, chemische, biologische, gemischte Kinetiken) und entsprechender Anfangs- und Randbedingungen. Dabei spielt weder der Ausgangszustand des zu verarbeitenden Stoffes noch der Endzustand eine Rolle.

Mit der Herausbildung der Allgemeinen Prozesstechnik (Metatheorie der Stoffwandlungsprozesse) sollen folgende Ziele verfolgt werden:

1. Wissenstransfer zwischen der Fertigungstechnik, Verfahrenstechnik und Verarbeitungstechnik. Der erreichte Wissenstand in den drei Disziplinen und die Anwendung der Informationstechnik erlauben, diese Probleme heute anzugehen. Die Naturwissenschaftler liefern dazu ständig Informationen über das Materialverhalten.
2. Aufbau eines technologischen Grundlagen-Lehrgebietes, aufbauend auf den ingenieurtechnischen Grundlagendisziplinen Festkörper- und Fluidmechanik, Thermodynamik, Transportprozesse (Konstitutivgleichungen).
3. Schaffung von theoretischen Berechnungsgrundlagen zum Entwurf, zur Konstruktion und zum Betreiben technologischer Ausrüstungen. Erarbeitung von Berechnungsmodulen in Form von Programmen für einzelne Wirkpaarungen, Mikroprozesse, Prozesseinheiten.
4. Anregung interdisziplinärer Forschungsarbeiten zwischen den Naturwissenschaften (z. B. Physik der Kontinua, Strukturreologie, Strukturmechanik, Kinetiken etc.), der Mathematik, Informatik (Lösung der Gleichungen der mathematischen Physik etc.) und den Ingenieurwissenschaften.

13 Einführung in den Schwerpunkt II: Fachdidaktische Gesichtspunkte

Bernd Meier

Auf der Basis der Sachanalyse sollen nun Folgerungen für die Profilierung und Gestaltung einer zeitgemäßen technischen Allgemeinbildung abgeleitet werden. Die nachstehend zusammengefassten Beiträge verdeutlichen sowohl Gemeinsamkeiten als auch gravierende Differenzen in den Standpunkten der Fachdidaktikerinnen und -didaktiker aus Polen, Vietnam und verschiedenen Bundesländern der BRD.

Die in der anregenden Diskussion während des Fachgesprächs geäußerten und die nachstehend vorliegenden Positionen der Fachdidaktikerinnen und -didaktiker widerspiegeln eine einheitliche Auffassung von ihrer Wissenschaftsdisziplin *Fachdidaktik*. Fachdidaktik wird als die Wissenschaft vom fachspezifischen Lehren und Lernen verstanden, die sich im Rahmen ihrer Forschung und Lehre mit der Auswahl, Legitimation und didaktischen Rekonstruktion von Lerngegenständen, der Festlegung und Begründung von Zielen des Unterrichts sowie der methodischen Strukturierung unter Beachtung der sozialen Ausgangsbedingungen von Lehrenden und Lernenden befasst. Aus der Perspektive heterogener Bezugs(fach)wissenschaften wird deutlich, dass „die Technikdidaktik weniger als ein geschlossenes, sondern mehr als ein offenes Wissenschaftssystem“ (Schulte 1999, S. 14) angesehen werden muss.

Alle Beiträge enthalten Bezüge zur Curriculumentwicklung für eine vorberufliche technische Allgemeinbildung. Während zum Technikunterricht in der gymnasialen Oberstufe weitgehend Konsens über die Rolle und Funktion der Allgemeinen Technologie sowie die Profilierung eines eigenständigen Faches im Rahmen des mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeldes zu verzeichnen ist, treten in Bezug auf die technische Bildung in der Sekundarstufe erneut gravierende Differenzen zutage. Einerseits wird auf die Notwendigkeit eines eigenständigen Faches, das in seinem curricularen Ansatz dem mehrperspektivischen Modell der Fachdidaktik folgt, insistiert. Andererseits wird darauf verwiesen, dass die wissenschaftlich notwendige Ausdifferenzierung verschiedener technikdidaktischer Modelle in der Praxis zu einer Zersplitterung vorberuflicher allgemeiner Bildung und zu einer defizitären Entwicklung geführt hat. Im Zuge der Ausprägung der Wissensgesellschaft (vgl. BMBF 1998; Meier 2001) geht es um eine Integration der fachdidaktischen Modelle im Sinne einer konstruktiven Synthese und um die Integration der

Partikularfächer „Technik“, „Wirtschaft“, „Berufsorientierung“ und „Hauswirtschaft“ in ein Lernfeld.

Mit Blick auf moderne Technologien („Zukunftstechnologien“) gilt es, das Vermittlungskonzept deutlich zu profilieren, damit Transformationsprozesse ausgelöst und gestaltet werden. Besonders auch in diesem Kontext sind didaktische Folgerungen notwendig, um den Anspruch nach einer „gestaltungsoffenen partizipativen Lernkultur“ (Oberliesen 1999, S. 223f.) einzulösen, und gleichsam zu berücksichtigen, dass Technik sich nicht anders als in der Tätigkeit erfassen und darstellen lässt.

Hans-Joachim Laabs schafft einen Übergang von allgemeintechnologischen und technikphilosophischen Betrachtungen von „Technikbildern“ zu fachdidaktischen Implikationen. Er beleuchtet Technik als Gegenstand unseres Alltags und ihre Widerspiegelung durch das Individuum selbst. Dabei greift er die psychologische, insbesondere kognitionspsychologische Dimension von Technikbildern auf. Ihn beschäftigt die Frage, wie sich individuelle Erfahrungen von Lernenden stärker herausstellen und sich technische Inhalte mit ihrer Erlebniswelt optimal in Einklang bringen lassen. Das Erleben selbst begreift er in seinem Ansatz als edukatives Element.

Gottfried Schneider geht vom „Tripelprinzip“ aus, womit er in abstrakter Weise die Beziehung Mensch-technisches Gebilde-Umwelt charakterisiert. Im Tripelprinzip sieht er einen wissenschaftlichen Ansatz zur Diskussion und Klärung der Herausbildung und Entstehung umgangssprachlicher, aber auch fachwissenschaftlicher technischer, technologischer und sozio-technischer Begriffe sowie entsprechender Grundstrukturen.

Hans Schulte fixiert, ausgehend von einem mehrperspektivischen Technikverständnis und der Akzentuierung von Prozessen der Technikgestaltung sowie -folgenabschätzung, ausgewählte fachdidaktische Prinzipien für den Technikunterricht. Dabei hebt er die Prinzipien der mehrperspektivischen Betrachtung von Technik, der Theorie-Praxis-Verschränkung technischen Handelns, der kreativen Problemlösung innerhalb der Technik und des Freilegens der Invarianten innerhalb der Technik hervor.

Wilfried Schlagenhauf wendet sich explizit dem Zusammenhang von Fachwissenschaft und Fachunterrichtswissenschaft zu und postuliert „eine grundlegende Klärung und Reflexion des Zusammenhangs von Techniktheorie und Technikdidaktik“. An Hand von Grundpositionen von Härtelt, Traebert und Reul verdeutlicht er die differenzierte Einschätzung in Bezug auf Funktion und Reichweite fachwissenschaftlicher Ausgangssysteme zur Entwicklung fachdidaktischer Konzepte in Theorie und Praxis. In einem anscheinend induktiven Schluss folgert er auf das Wesen der postulierten technikdidaktischen Ansätze: allgemeintechnologischer, mehrperspektivischer und arbeitsorientierter Ansatz. In seiner Argumentation unterstellt er mindestens zwei Prämissen: Einerseits geht er davon aus, dass die zitierten Aussagen von Härtelt, Traebert und Reul repräsentativ für die betreffenden Ansätze sind, und dass andererseits die Ansätze vor allem in den Einschätzungen hinsichtlich Funktion und Reichweite fachwissenschaftlicher Aussagensysteme differieren.

Auch *Andreas Hüttner* wendet sich in seinem Beitrag den fachspezifischen Modellen zu. Darüber hinaus postuliert er, dass Ropohls Positionen zur Technik zu den fundierenden Grundlagen des mehrperspektivischen Modells gehören. In einem weiterführenden Schritt fordert er, das Ziel-, Inhalts- und Methodenkonzept weiter zu entwickeln und schlägt ein

technikdidaktisches Interaktionsmodell vor, das an unterschiedlichen allgemeindidaktischen und technikdidaktischen Modellen anknüpft. In diesem Kontext bestimmt er vier Leitziele des Interaktionsmodells, vier technische Bildungsschwerpunkte und drei Leitlinien für die Auswahl der Repräsentanten. Generell versucht er, dieses Modell unter Berücksichtigung der Theorie-, Analyse-, Planungs- und Handlungsebene zu strukturieren.

Bernd Meier und *Hermann Zöllner* versuchen, Technik als spezifische Einheit natürlicher und gesellschaftlicher Momente im Kontext der aktuellen Curriculumentwicklung im Land Brandenburg zu charakterisieren. Das Rahmenplanmodell integriert sowohl differenzierte fachdidaktische Ansätze als auch eine Reihe relevanter sozialwissenschaftlicher Methoden. Ihre Absicht ist es, einen Beitrag zur fachdidaktischen Erschließung der Arbeits- und Wirtschaftswelt aufzuzeigen, die maßgeblich durch Technik geprägt ist. Für die Inhaltsauswahl und Strukturierung knüpfen sie an den Ansatz der Linienführung an und differenzieren zwischen Inhalts- und Prozesslinien. Anhand eines Beispiels werden die Annahmen illustriert.

Janina Pieranska und *Władysław Pieranski* greifen in ihren Thesen Diskussionen in unserem polnischen Nachbarland auf und verdeutlichen, dass auch sie Technik nur als Menschenwerk und Element der Kultur begreifen können. Für die Inhaltsauswahl heben sie drei grundlegende Elemente hervor: Erstens betonen sie die allgemeindidaktische Ziel-Inhalts-Relation, zweitens den mehr auf den Prozess der Aneignung bezogenen meritokratischen Rahmen sowie drittens das Tätigkeitskonzept als Quelle zur Erzeugung der Informationen.

Während die voranstehend skizzierten Beiträge sich insbesondere auf die Sekundarstufe I beziehen, widmen sich *Oberliesen* und *Czech* in ihren Beiträgen dem allgemeinbildenden Technikunterricht in der Sekundarstufe II.

Rolf Oberliesen zeigt einerseits die schwierige Genese einer allgemeinen technischen Bildung in Deutschland auf und kennzeichnet Defizite in den Schulstufen, insbesondere der gymnasialen Oberstufe. Hieraus leitet er die Feststellung ab, dass die Auseinandersetzung mit gesellschaftlichen Schlüsselproblemen der Veränderung von Arbeit und Technologieentwicklung auch in der Sekundarstufe II nicht mehr ausgeklammert werden darf. Besondere Akzente setzt er hinsichtlich des Interessenbezugs und der Werteproblematik technischer Entwicklungen sowie Forderungen zur Ausprägung von Kompetenzen zur Technikbewertung und -gestaltung im gesellschaftlichen Kontext. Neben diesen stark argumentativen Abschnitten nimmt er eine Charakteristik und Wertung der curricularen Entwicklungen zum Technikunterricht der Sekundarstufe II in den Bundesländern Nordrhein-Westfalen, Brandenburg und Sachsen-Anhalt vor.

Auch *Olaf Czech* konstatiert die defizitäre bildungspolitische Entwicklung im Bereich einer allgemeinen technischen Bildung in der Sekundarstufe II und fordert, die Technik im engeren Zusammenhang gesamtgesellschaftlicher Handlungs- und Wertesysteme zu sehen. Konform mit *Oberliesen* orientiert er auf die Ausprägung von Gestaltungs- und Bewertungskompetenz bei Schülerinnen und Schülern. Nach deskriptiven Ausführungen zum gegenwärtigen curricularen Ansatz für den Technikunterricht der gymnasialen Oberstufe im Land Brandenburg unterstreicht er die besondere Bedeutung der Allgemeinen Technologie als Bezugswissenschaft für ein allgemeinbildendes Fach Technik in der Sekundarstu-

fe II. Mit Bezug auf das mathematisch-naturwissenschaftlich-technische Aufgabenfeld für die gymnasiale Bildung vergleicht er die differenzierten Bildungspotenzen von Naturwissenschaften und Technik/Technologie, um dann über die Gegenstandsbereiche des Technikunterrichts Elemente curricularer Entwicklungen zu skizzieren. Einen besonderen Stellenwert sollen auch in seinem Verständnis eine deutlichere Sozialorientierung der Technik sowie die curriculare und unterrichtspraktische Erschließung sozio-technischer Systeme erhalten. Zugleich werden Ziele und Inhalte des Technikunterrichts bestimmt, wobei – vom weiten Stoffbegriff ausgehend – Grundlagen der Allgemeinen Technologie, die Struktur technischen Handelns, Produktlinienanalysen und Erkenntnisperspektiven explizit herausgestellt werden.

Nguyen Van Cuong beschäftigt sich mit der Genese und dem Wandel der Begriffe Technik und Technologie in Vietnam und skizziert Entwicklung und Stand der technischen Bildung in seinem Heimatland in den Jahrgangsstufen 1 bis 12. Dabei stellt er besonders die Intentionen der Kurse „Allgemeine Berufsausbildung“, „Allgemeine Technik“ und „Technologieunterricht“ heraus und gibt einen Einblick in die Schulreform zur allgemeinen technischen Bildung für das 21. Jahrhundert.

14 Technikbilder im Kopf

Hans-Joachim Laabs

Etwas „zum ...“ aussagen, kalkuliert von vornherein die Einschränkung. Mit dieser Absicht will der erste Abschnitt einleitend gezielt von wissenschaftlichen Abstraktionen und ihren Verallgemeinerungen abgrenzen. Der Gegenstand Technik soll nicht aus Blickwinkeln einschlägiger Wissenschaften heraus reflektiert werden, um irgendwelche Theoriegebäude zu untermauern oder zu erschüttern. Statt dessen sucht dieser Teil den Blick, von dem angenommen wird, dass er so oder ähnlich den meisten Menschen zugesprochen werden kann.

Der Blick richtet sich zuerst auf den Gegenstand Technik. Er steht für das Entgegenstehende, also für Sachen, Dinge und Objekte, die nach grobem Zuschnitt so in etwa allen Menschen zur Wahrnehmung bereitstehen. In Aussehen, Größe und Daseinsweise erscheinen sie schier grenzenlos. Sie gibt es in den unterschiedlichsten Formen, Farben und Materialien, als Sammelsurium von lauter Unikaten (schiefer Turm von Pisa, Ärmelkanal, Brennerpass, Potsdamer Platz in Berlin, ...), gleichwohl in zwecktypischen, wiederkehrenden Strukturen (Staubsauger, Auto, Eisenbahn, Wäschetrockner, ...), um hier nur Bruchteile sie äußerlich beschreibender Merkmale zu bemühen.

In den Facetten von Weltanschauungen existiert die Technik überwiegend unabhängig, ja sogar auch ungewollt von einzelnen Menschen. Im Grunde genommen sehen alle Menschen die Technik in ihren Entäußerungen sehr ähnlich. Dennoch, so kann die Trennung zwischen Mensch und seiner Außenwelt Technik in letzter Instanz eigentlich doch nie funktionieren. Technik wird schließlich von Menschen für Menschen gemacht, und sie erfüllt den ihr zgedachten Sinn erst durch die persönlichen und sozialen Bezüge. Der eigentliche Wert von Technik erfüllt sich demnach durch Daseinsweisen und Wirkungen in der „Innenwelt“ des Menschen. Äußeres und Inneres sind untrennbar miteinander verwoben.

Das Wirklichkeitsempfindungen des Einzelnen relativiert diese und andere hier zu Haufe nicht einmal erwähnten Phänomene von Technik im höchsten Grade, wenn man sich der biologischen Institution, dem Gehirn, bewusst wird, die uns diese Wirklichkeit nur indirekt und vage serviert. Jeder Mensch sieht Technik mit seinem nur ihm eigenen Erkenntnisapparat. Dem Einzelnen sind dabei in seinem ureigenen Bezugssystem unendlich viele individuelle Bewertungsnuancen gegeben. Für Menschen außer ihm können diese, streng genommen, gar nicht gelten. Das hat mit dem Wahrnehmen und Erkennen, mit Einstellungen, mit Wissen und mit den vielen anderen Eigenarten zu tun, die ihren Sitz im

Persönlichen, genauer noch im Kopf haben, aus dem heraus sich letztlich Gegenüberstehendes einzig und allein erklären lässt, das persönliche Bild von Technik entsteht.

Von den Sinnesorganen des Menschen muss angenommen werden, dass sie nur einen sehr schmalen Ausschnitt der äußeren Wirklichkeit erfassen. In der Regel sind Menschen dazu verdammt, gerade mal mit einem Bruchteil des tatsächlichen Geschehens auskommen zu müssen. Die Welt im Allgemeinen und die Technik im Besonderen zeigt sich jedem Menschen als Fülle von Elementarereignissen, die zeitlich weit auseinanderliegen können, dennoch zum individuellen Gesamtbild von Technik beitragen. Schon das Motorengeräusch, der Türschlag, die Art der Fortbewegung lässt im Kopf das Fahrzeug entstehen.

Also ist die Technik ein Konstrukt des Gehirns? Ohne Zweifel ist sie jedenfalls weit mehr, als die Sinnesorgane vermitteln können. Der große „Rest“ entsteht fürwahr im Kopf, wird auf Annahmen beruhend zusammengesetzt. Übrigens treten dabei auch Fehler auf, erweist sich manches als Illusion oder Irrtum. Deshalb kann die Wirklichkeit noch lange nicht durch die Willkürlichkeit ersetzt werden. Das geht schon darum nicht, weil wahrgenommene Eindrücke die Funktion der Kontrolle und des Überlebens von Individuen in der Welt sichern müssen. Dies berechtigt im großen Umfang, ähnliche Bewusstseinsinhalte auch anderen Menschen zuzusprechen. Mit ihnen kann ich mich schließlich auch über konkrete Dinge austauschen.

Bereits daraus lässt sich ableiten, dass die Vorgänge des Erkennens und Verstehens bei allen Menschen im Großen und Ganzen vergleichbar ablaufen. Es ginge jedoch zu weit, hier gleich von identischen Abläufen auszugehen. Diese Annahme ist geradezu vermessen, weil eben die konkreten Technikbilder mehr als Sinneseindrücke sind, sie als Produkt des Kopfes selbst entstehen und vergehen. Die Individualisierung von Technik beansprucht im Beitrag seinen eigenen Stellenwert.

Das individuelle Erleben von Technik pointiert in besonderer Weise die bewusst gewordene Beziehung zur Technik und lässt sich als Grund- und Schlüsselerlebnisse reflektieren. Der letzte Teil der Ausführungen will etwaige Prozesse im Individuum transparent machen. Aber er will noch einen Schritt weiter gehen. Die Kenntnis über Prozesse des Erlebens und über die Bedeutung von Erlebnissen stellt edukative Instrumentarien bereit, die einer Fachdidaktik große Dienste leisten können.

Der Gegenstandsbereich Technik ist im Grunde genommen viel zu umfangreich, zu komplex und vielgestaltig, als dass die Auseinandersetzung mit ihm allein auf Typisches reduzierbar wäre. Mit Sicherheit sind „Nichttechniker“, eine aus allgemeinbildender Sicht ohnehin nicht akzeptierte Menschengruppierung, viel mehr mit Fragen der Technik konfrontiert, als sie von sich selbst annehmen. Die Erlebensbasis bietet Anknüpfungspunkte, die zumindest konzeptionell neuartige Mobilisierungsmöglichkeiten eröffnen, die bei Weitem nicht primär im Technischen ihre Wurzeln haben, aber zwangsläufig auch dort hinführen. Dazu liefert die jüngste Wissenschaft viel neues Material.

14.1 Zum Gegenstand Technik

Zweifellos müssen der Technik eine Reihe von typische Erscheinungen zuerkannt werden. Eine derer ist ihre extensive Ausbreitung: Seit der Existenz von Menschen überformen sie die Natur mit Technik. Die wissenschaftlich-industrielle Entwicklung besorgt das zunehmend umfassender und nachhaltiger. Unter dem Strich sammelt sich immer schneller und vor allem mehr Technik an.

Neben diesen Symptomen der Vermassung stechen weitere Äußerlichkeiten ins Auge, die sich ebenfalls schwerlich durch vollkommen anders geartete Sichtweisen ersetzen lassen, also eine gewisse Typik ausweisen. So wird Technik immer kleiner, leistungsfähiger und effizienter, sie schafft immer perfekter künstlichen Ersatz. Alles läuft augenscheinlich darauf hinaus, sukzessive die „natürliche“ Natur durch eine „technische“ Natur zu ersetzen.

Als besonderen Trend mag man herausstellen, dass die Bedienschnittstellen von Technik merklich menschengerechter und -freundlicher ausfallen. Hier klingt der gebeutelte Begriff Humanisieren durch, meint aber in erster Linie die höhere Verfügbarkeit. Fakt ist, dass verbesserte Benutzerfreundlichkeit der Technik ausgeprägt dazu verhilft, eben noch als überflüssigen Luxus Deklariertes in allgemein erreichbare technisch-kulturelle Bedürfnisse einzugliedern, sich vorsorglich vielleicht schon einmal für einen Mondausflug anzumelden.

Und noch viel mehr Typisches des Gegenstandes Technik möchte man aufzählen. Der „gesunde“ Menschenverstand entwarf zu diesem Zweck eine Reihe von überschaubaren Modellen. Sie helfen, den progressiven Technikausstoß noch straff genug, mit Überblick verschaffenden Charakteristika zu bündeln und sind aus verschiedenen Gründen und zu Recht geeignet, die neue Qualität von Wirklichkeit exakter darzulegen. In einzelnen Bestandteilen sind sie zum Allgemeingut geworden. Drei Beispiele sollen zur Illustration genügen:

- Jedes Produkt lässt sich anhand seiner Daseinsweisen von der Ideenfindung über die Herstellung und Nutzung bis hin zur Entsorgung und Wiederverwendung beschreiben. Gerade die letzten Zyklen erregten noch nie so auffällig das öffentliche Interesse, wengleich ein nicht unkritisches Desinteresse auf breitester Ebene damit einhergehendes Engagement schnell auch wieder verblassen lässt.
- In der Technik laufen Prozesse ab, die sich als Stoff-, Energie- und Informationsflussänderungen praktikabel gliedern lassen. Der Laie erfährt über sie indirekt durch verschiedene Angaben auf den Produkten, wird mit dem innewohnenden Ressourcenproblem konfrontiert und findet seine Einstellung als „mündiger“ Verbraucher. Scheinbarer Transparenz und gekonnter Bedeutungsabschätzung stehen Undurchschaubarkeit und Manipulation gegenüber.
- Die Vernetzung, Maß und Motor für das Zusammenwachsen von Technik bis in erdumspannende Dimensionen hinein, ist ein fast alles überragendes Ereignis moderner Zivilisation. Informationen, über welche Ereignisse auch immer, erreichen Jeden zu je-

der Zeit und überall. Gleichzeitig verschmelzen Informations-, „Weizen“ und Informations-, „Spren“ zu einem undefinierbaren Informationsbri.

Der Blick für das Typische von Technik unterliegt auch dem Zeitgeist. Gemeint sind nicht nur die Epochen, Phasen, Etappen und wie noch die einzelnen Abschnitte ihrer Entwicklung namentlich systematisiert und strukturiert werden. Es klappte bisher ja auch ganz gut, tragende Erfindungen, verwendete Materialien, Energiequellen und deren Nutzung, Arten von Stoffumformungen etc. abgegrenzten historischen Zeiteinheiten zuzuordnen. Aber die Neuerungen betreffen mittlerweile eine kaum überschaubare Vielfalt, und ihre Auswirkungen sind heftiger und breitflächiger angelegt. Wenn die Geschichtsschreibung also Abschnitte in dieser Machart fortsetzt, wird sie deutlich kürzere Zeiträume überstreichen oder auf höhere Abstraktionsebenen zurückgreifen müssen. Jedenfalls wachsen die Menschen immer weniger so p. a p., quasi von Generation zu Generation in sie hinein, sondern erfordern zunehmende Anstrengungsbereitschaft und Fähigkeit zu ihrer Bewältigung.

Ein anderes Phänomen der Technik ist, dass sie bis in die letzten Fasern höchst privater Lebensbereiche vordringt. Wohl kaum ein Mensch sieht darin unbedingt eine Intervention. Im Gegenteil! Das Gros neuer und zusätzlicher Abhängigkeiten ist sogar ausdrücklich gewünscht und gewollt, weil sie vordergründig als Verbesserungen von Lebensverhältnissen angesehen werden. Es mutet nur etwas merkwürdig an, wie die damit notgedrungen breiteren und intensiveren Beschäftigungs- und Auseinandersetzungsformen mit dem Gegenstand Technik im Volksmund beharrlich den „Techniker“ vom „Nichttechniker“ ziemlich klar zu trennen weiß. Gewiss, der Verlauf und die Struktur von Handlungen etwa beim Lösen technischer Probleme werden weitgehend durch den Gegenstand Technik determiniert. Welcher Gegenstand aber ist so frei von Technik, dass er ihren Einflüssen nicht unterliegt? Sind es nicht eher nur anders geartete technische Tätigkeiten, die zumindest hineinspielen?

14.2 Technik wahrnehmen, erkennen und speichern

Der Behaviorismus verkürzt menschliches Verhalten auf Beziehungen, die sich auf Reize und Reaktionen zurückführen lassen. Die elementarsten Lernformen dieser Art sind als Versuch und Irrtum sowie als Verstärkungslernen bekannt. Ausschließlich Subjektives wird abgelehnt, alles sei auf Reize von Außen und deren innere Verarbeitung zurückführbar.

Natürlich zeigte sich bei näherer Untersuchung bald, dass Reize nicht die alleinigen intervenierenden Variablen im Menschen sein können. Keiner wird heute noch leugnen wollen, dass seine Informationsaufnahme und -verarbeitung eng mit Aufmerksamkeit, Vorwissen, Erwartungshaltung, Vorstellung, Wissen, Motiven, Sprachverstehen und Sprachproduktion, Problemlösungen und Handlungsstrategien usw. verwoben sind. Mit solchen subjektbezogenen Zuständen beschäftigt sich im Schwerpunkt die Kognitionspsychologie, die insbesondere durch die Computertechnik und damit einhergehende Bemühungen um

Künstliche Intelligenz zusätzliche Impulse erfährt. Sie versucht, mentale Prozesse vordergründig als eine Angelegenheit der Informationsverarbeitung zu beschreiben.

Kognition auf der einen Seite erhebt die Frage nach Inhalt und Bedeutung der Nicht-Kognition auf der anderen Seite. Insbesondere neuere Forschung zeigt, dass eine solche Trennung zwar produktiv dazu beitragen kann, die bewusstseinsbildenden Prozesse transparent zu machen, sie aber de facto so mit Sicherheit nicht im Gehirn ablaufen. Kognitive und nicht-kognitive Leistungen sind weit enger als bislang angenommen miteinander verknüpft. Dem Unbewussten, also dem, was vereinfacht gesprochen nicht ins Bewusstsein vordringt, wird in letzter Zeit Bedeutung viel stärker auch für menschliches Verhalten, im hohen Maße für seine kognitiven Leistungen und Sprache zuerkannt.

Das Wahrnehmen konzentriert sich funktionell und von den Aufgaben her in erster Linie auf die Kontrolle der Umwelt und dient dem hauptsächlichsten Zweck des Lebens und Überlebens. Abgesehen von den hoch entwickelten Fähigkeiten der Begriffsbildung, der begrifflichen Repräsentation und Kommunikation kommt den Menschen noch das besondere Moment des sozialen Lebens und Überlebens zu. Wahrnehmen ist dem Zweck untergeordnet, Antwort auf die Frage zu finden, was (als nächstes) zu tun ist.

Unser Sinnessapparat ist für bestimmte physikalische Reize ausgelegt. Die Reize der Außenwelt besitzen unterschiedliche Eigenschaften:

- Reize haben abgegrenzte Gültigkeitsbereiche. Konkret der Mensch kann visuelle, auditive, somatosensitiv, olfaktorische und gustatorische Reize wahrnehmen.
- Jeder Reiz verfügt darüber hinaus über bestimmte Qualitäten. Dies können unter anderem variierende Drücke, Tonlagen, Farben und Helligkeiten sein.
- Auch Intensitäten der Reize entziehen sich nicht der Wahrnehmung. Attribute wie laut, leise, hell, dunkel, stark, schwach sind nur einige Beispiele dafür.
- Reize unterscheiden sich in ihren zeitlichen Verläufen. Sie sind kurz oder lang, periodisch wiederkehrend, treten zufällig auf und dergleichen mehr.
- Schließlich sind Reize immer irgendwie lokalisierbar. Das heißt, sie füllen einen Raum, gehen von einer Oberfläche aus, überdecken Gebiete etc.

Die Grundlage aller Wahrnehmung sind diese Reizstrukturen. Deshalb aber gleich die Sinnesorgane für Wahrgenommenes voll verantwortlich zu machen, würde an der tatsächlichen Komplexität eines Ereignisses vorbeigehen, die an sich überholte schematische Abbildtheorie nähren, wonach Äußeres wie eine Fotografie oder Bandaufzeichnung im Gedächtnis abgelegt sei. Die physikalischen Eingänge signalisieren lediglich bedeutungslose Elementarereignisse, die auf dem Hintergrund unbewusst ablaufender Prozesse vom Individuum in semantische Inhalte und zunehmend komplexere Wahrnehmungsinhalte überführt werden. Das Gedächtnis ist dabei ein sehr notwendiger Bestandteil, des Menschen wichtigstes Sinnesorgan überhaupt.

Eine virtuelle Täuschung veranschaulicht die tragende Rolle des Gedächtnisses. Im Vordergrund in Abbildung 24 erscheint ein hell ausgeleuchtetes Viereck. Warum eigentlich? Dafür ist keine einzige Kante gezeichnet.

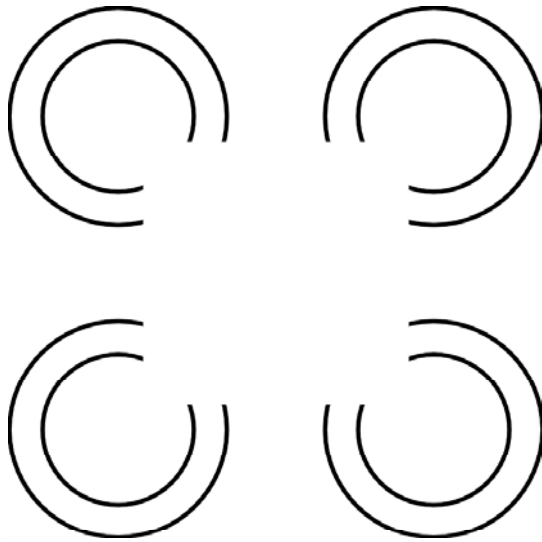


Abbildung 24: Sehen eines nichtvorhandenen Vierecks

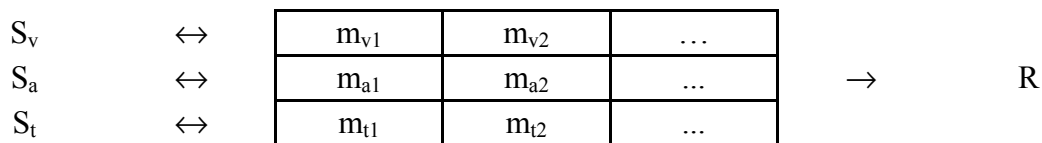
Umgekehrt im anderen Bildbeispiel (vgl. Abbildung 25). Schon im Originalfoto würde man zwar den Mann, aber nur mit diesbezüglicher Erfahrung sehen, dass er an einer Ständerbohrmaschine steht. Die Entstellung erzeugt zum Erkennen dieses Sachverhalts vielleicht schon richtig schwere Gedankenarbeit.



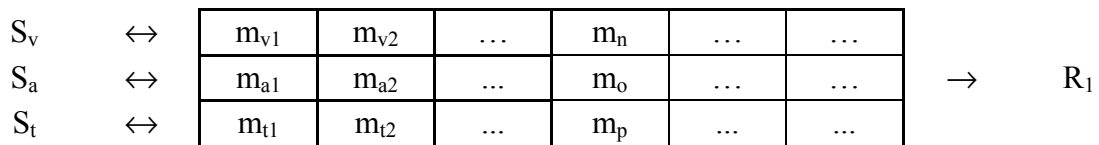
Abbildung 25: Arbeiter an einer Ständerbohrmaschine

„Wahrnehmung ist die Bestätigung (oder Zurückweisung) einer Hypothese, die ein Subjekt in einem gegebenen Augenblick über den Zustand der Welt oder das Verhalten beziehungsweise die Erscheinungsweise anderer hat“ (Pöppel 1989, S. 19). Ihr geht eine Eigenaktivität voraus, die sich durch eine Erwartung bzw. Hypothese begründet (vgl. Popper, Elvea 1982).

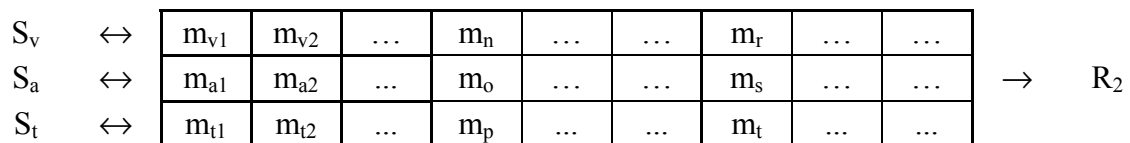
Die Reizaufnahme erfolgt also über verschiedene Sinnesorgane, Module (m), beispielsweise dem visuellen System (S_v), dem auditiven System (S_a) oder dem taktilen System (S_t). Diese sind für differenzierte Reizaufnahme verantwortlich.



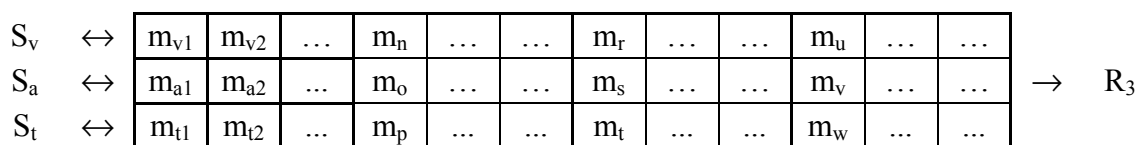
Die Reizbearbeitung sorgt unter anderem dafür, dass dem Organismus anhand der aufgenommenen Reize auch in Zukunft bestimmte Formen zur Verfügung stehen. Dies entspricht vornehmlich den Lern- und Gedächtnisfunktionen. Die verschiedenen Funktionen der Reizbearbeitung sind im Gehirn ebenfalls modular aufbewahrt.



Jeder Kontakt mit der Umwelt wird durch emotionale Bewertungen, den Reizbewertungen begleitet. Als Grunddimensionen gelten Lust und Unlust.



Auf ausreichende Kenntnis kann sich schließlich die Annahme stützen, dass auch Aktion beziehungsweise Reaktion von modularem Aufbau sind. Alle vier Funktionen können dem Menschen psychisch verfügbar sein.



ter nimmt die Fähigkeit des bildlich-anschauliche Denkens merklich ab, aber die begriffliche Kodierung ist stärker ausgeprägt.

Der Mensch ist in der Lage, seine Beziehungen zur Außenwelt auf einem ihm vorteilhaften Niveau zu halten, zu optimieren und zu verbessern. Das aktive Verhalten dafür liegt in der Situation als unmittelbares Wirkungsfeld des Menschen begründet. Das Ereignis lässt sich als ein in der räumlichen Ausdehnung definierter Ausschnitt der Außenwelt kennzeichnen. Es repräsentiert sich dem Individuum in unterschiedlicher Weise:

- a) Das sensorisch wirksame Ereignisfeld ist unmittelbar gegeben und wahrnehmbar durch Reizeinwirkung auf die Sinnesorgane sowie als Träger von Informationen über Zustände.
- b) Das erzeugbare Ereignisfeld ist nicht unmittelbar wahrnehmbar, aber als Zustand oder Prozess in der Umgebung gegeben. Seine Wahrnehmung bedarf der Verschärfung von Sinnesleistungen im Sinne einer aktiven Veränderung der Umgebung.
- c) Im latenten Ereignisfeld sind die Eigenschaften und Veränderungen eingeschlossen, die nur logisch erfasst werden können, also der Wahrnehmung nicht zugänglich sind.

In diesen wahrgenommenen Ausschnitt – eben auch der Technik – gehen vielfältige individuelle Bedingungen ein, die menschliches Verhalten in ganz spezifischer Weise stimulieren, orientieren und regulieren. Für das Zustandekommen der Persönlichkeits-Situations-Beziehung lassen sich abhängig von der wirkenden Dominanz wesentlich vier Wege unterscheiden:

- a) Die Persönlichkeit gerät unerwartet in eine Situation.
- b) Die Persönlichkeit wird durch den Reiz der Situation angezogen.
- c) Die Persönlichkeit sucht die erwünschte Situation auf.
- d) Die Persönlichkeit erzeugt selbst die gewünschte Situation.

Von a) bis d) nimmt tendenziell die Wirkung situativer Bedingungen ab und der Einfluss von Persönlichkeitseigenschaften zu. Dennoch muss konsequent von einem wechselseitigen Verhältnis ausgegangen werden, bei dem sich die Persönlichkeitsmerkmale und Situationsvariablen gegenseitig beeinflussen. Das Subjekt übt einerseits Einfluss auf die Situation aus:

- Einwirken: Das Subjekt verändert die Situation durch sein Einwirken.
- Wählen: Das Subjekt verändert die Situation durch das Herstellen von neuen Verknüpfungen. Ältere Verknüpfungen können gelöst werden.
- Symbolisieren: Das Subjekt stellt Verbindungen von Zeichen und Bedeutungen her. Die Situation erschließt sich ihm in bestimmter Bedeutung.

Die Situation übt andererseits Einfluss auf das Subjekt aus:

- Begrenzen: Die Variabilität des Subjekts wird durch die Situation eingeschränkt. Je geringer die darin enthaltenen Möglichkeiten sind, umso mehr wird das Subjekt durch die Situation geprägt.

- Nahelegen: Die Situation beeinflusst die relativ stabilen Dispositionen des Subjekts, indem es Lernprozesse in Gang setzt.
- Auslösen: Die Situation aktiviert Dispositionen des Subjekts, indem sie das Subjekt mit neuem Material konfrontiert (vgl. Schulze 1997, S. 199ff.).

Persönliche Technikbilder sind also das Ergebnis von sehr individueller Wahrnehmung und Erkenntnis, wobei dem Gedächtnis eine Sonderstellung eingeräumt werden muss. Aber die hier skizzierten Vorgänge reichen bei Weitem nicht aus, um plausibel schon das Entstehen von Technikbildern hinreichend zu erklären. Dazu ist der Prozess von Bewusstseinsbildung tiefer auszuleuchten.

Bewusstsein wird hier verkürzt als die Gesamtheit der Erlebnisse aufgefasst. Die Erlebnisse treten als psychische Zustände und Aktivitäten einer Person hervor und umhüllen quasi alles Tun des Menschen. Hierbei vom Wirken immanent begleitender Emotionen auszugehen ist ziemlich neu und in vieler Hinsicht auch noch unerforscht. Dies verwundert nicht einmal. Über Jahrhunderte hat sich im Denken des Menschen ein Dualismus verfestigt, der dem Verstand die Gefühle, dem Geist den Körper und der Willensfreiheit den Trieb entgegenstellt. Mit der Zuwendung auf die tatsächlich viel komplexer ablaufenden Prozesse gewinnt das Erleben von Etwas, das Erleben von Technik zum Beispiel, geradezu extraordinary Bedeutung, löst sich zugleich der Dualismus vom Denken abgeleiteten Handelns allmählich auf und wird durch Ganzheitsbetrachtungen ersetzt.

14.3 Technik erleben

Erlebt werden konkrete Beziehungen zwischen dem Individuum in seinem psychophysischen Zustand und der äußeren Wirklichkeit. Die Verkopplung der Sinneszellen mit dem Zentralen Nervensystem als das aktivierende Moment im System objektiv und subjektiv gegebener Bedingungen mit Merkmalen des Ereignisses und des Individuums kanalisiert das Erleben auf einen individuellen Informationsverarbeitungsprozess. In der konkreten Bedarfslage des Individuums liegt die Wertorientierung für menschliche Tätigkeit überhaupt. Die Bedürfnisse sind grundlegend für die Bereitschaft und den Vollzug von Tätigkeiten.

Bedürfnisse sind phylogenetisches Bedarfserbe und Ergebnis von Lernvorgängen. Gewebedefizite und Mangelzustände initiieren die Befriedigung biologischer Bedürfnisse nach Nahrung, Sexualität und Geborgenheit. Ihre Absicherung ist für das Individuum von existenzieller Bedeutung. Die Vorsorge dafür erfolgt durch Teilhabe an gesellschaftlicher Realitätskontrolle, es sind sinnlich-vitale Bedürfnisse. Produktive Bedürfnisse hingegen zielen auf die vorsorgende gesellschaftliche Absicherung, auf die Kontrolle über die Lebensbedingungen und bergen in sich die Tendenz zu ihrer Ausdehnung (vgl. Holzkamp-Osterkamp 1981, S. 367).

Da in der Regel und im Allgemeinen die Mittel zur Befriedigung biologischer Bedürfnisse vorsorgend durch die Gesellschaft abgesichert werden, kann das Bedürfnis nach

Ausdehnung der Realitätskontrolle und -beherrschung als tragender Stimulator weiterer Persönlichkeitsentwicklung dienen (vgl. Ananjew 1963, S. 86).

Das Erleben von Bedürfnissen wird durch ihre Kognition, emotionale Bewertung und gedächtnismäßige Speicherung objektiviert. Obgleich den Bedürfnissen die Bedeutung von Grundmotiven zukommt, sind sie nicht eigentliche Motivation. Sie kennzeichnen eine bestimmte Qualität von Umweltzugewandtheit und bedürfen zur Erzeugung von Handlungsbereitschaft und Handlungsvollzug einer Aktualisierung.

Erst in den Relationen Bedürfnis, Anforderung und Handlungsbereitschaft werden Bedürfnisse durch psychische Wertphänomene vermittelt. Sie werden zur eigentlichen Motivation und organisieren schließlich zielgerichtetes Handeln. Eine Schlüsselrolle in der Motivation kommt den Emotionen zu. Sie sind faktisch das Regulativ menschlicher Orientierungstätigkeit. Sie steuern informationsverarbeitende Prozesse des Menschen von der Reizaufnahme über die Speicherung im Gedächtnis bis hin zur handelnden Reizverarbeitung und sind somit auch Grundlage der Kognition.

In emotionalen Wertungen sind Umweltinformationen zweifach determiniert, zum Einen als qualitativer Aspekt ihrer inneren Repräsentation und zum Anderen als emotionale Bewertung (Valenz) des damit veranlassten beziehungsweise gegebenen Gesamtzustandes des Individuums, was eine bestimmte Handlungsbereitschaft ausmacht. Allein über die emotionale Bewertung sind die kognitiv abgebildeten und gedächtnismäßig gespeicherten Bedürfnisse erlebnisfähig. Für die Spannweite individueller Umweltkontrolle ergeben sich mindestens drei Momente:

- Im Streben nach Lernen, Selbständigkeit und Selbstwerterleben wird die Entwicklung der eigenen Persönlichkeit subjektiv erlebt.
- Im Erkenntnisstreben wird die Vervollkommnung und Validierung des internen Modells der Realität subjektiv erlebt.
- Im Wohlbefinden, in körperlicher Abwechslung, in Anstrengung, wird die Erreichung beziehungsweise Aufrechterhaltung eines optimalen Aktivitätsniveaus subjektiv erlebt.

Erleben steht hier für polare innere Zustandsqualitäten, wie sie aus Aktivitäten der Befriedigung beziehungsweise ihrer Antizipation von Bedürfnissen vermittelt werden. Natürlich muss es neben Bedürfnissen auch andere persönliche Merkmale für emotionale Bewertungen geben. Dies schon, weil sonst die Genese neuer und die Aufgabe bereits existenter Bedürfnisse unerklärbar bliebe.

Die emotionale Bewertungsinstanz wird im limbischen System vermutet. Dieser phylogenetisch älteste Teil durchzieht ausgedehnt das ganze Gehirn. „Die allgemeine Funktion des limbischen Systems besteht in der Bewertung dessen, was das Gehirn tut. Dies geschieht einerseits nach Grundkriterien ‚Lust‘ und ‚Unlust‘ und nach Kriterien, die davon abgeleitet sind. Das Resultat dieser Bewertung wird im Gedächtnissystem festgehalten. Bewertungs- und Gedächtnissystem hängen damit untrennbar zusammen, denn jede Bewertung geschieht aufgrund des Gedächtnisses. Umgekehrt ist Gedächtnis nicht ohne Bewertung möglich, denn das ‚Abspeichern‘ von Gedächtnisinhalten geschieht aufgrund früherer Erfahrungen und Bewertungen und des gerade anliegenden emotionalen Zustandes“ (Roth 1996, S. 209).

Diese selbstorganisierende Funktionseinheit steht beim Menschen mit höchst zentralnervösen Abschnitten, in Besonderheit mit dem Frontalhirn in Wechselwirkung. Mit dieser Verbindung ist ihr durch kognitive Strukturen und Leistungen eine große Differenzierungsfähigkeit gegeben, die ihre Abhängigkeit vom Entwicklungsniveau des Individuums augenfällig macht.

Das Erleben im Sinne eines Prozesses lässt sich nicht in einzelne Emotionen von Abbildern und Werten auflösen. Emotionen stellen für sich genommen jeweils statische Momente dar. Als Wertkategorie bleiben die Emotionen unverstänlich, wenn sie keine Grundlage besitzen, von deren Standpunkt aus die Wertung vollzogen wird und aktuell einen Wertungsmaßstab findet. Aus dem energetischen Aspekt heraus betrachtet bleibt auch die antizipierte Emotion in den Fesseln der Richtungslosigkeit. Sie ist lediglich Ausdruck generalisierter, keineswegs schon individualisierter Beziehungen zur Außenwelt.

Das Erleben im Sinne emotionaler und kognitiver Neubildungen ist kein Produkt von Reaktionen und Reproduktionen, sondern Ergebnis motivierten Handelns. „Ein Leben echter, großer Erlebnisse lebt nur der, der sich unmittelbar nicht mit seinen Erlebnissen, sondern mit realen, für das Leben bedeutsame Taten befasst, ebenso umgekehrt echte, einigermaßen für das Leben des Menschen bedeutsame Taten immer aus dem Erleben hervorgehen. Wenn man ausschließlich das Erlebnis sucht, findet man ein Vakuum. Aber sobald sich der Mensch dem Handeln hingibt, einem echten, lebensvollen Handeln, dann strömen auch die Erlebnisse herbei“ (Rubinstein 1971, S. 28).

Mit der Emotion allein ist also nicht die motivationale Wirkung zu fassen. Erst ihre Dynamisierung, das heißt die Änderung beziehungsweise Lösung emotionaler Zustände und affektiver Spannungen in Verbindung mit dem Setzen von Handlungszielen erzeugt ein Verhalten. Die Bewertung bleibt darin enthalten, dass erreichte Handlungsziele als Erfolge, nicht Erreichtes als Misserfolge durch den Affekt ihre positive oder negative Valenz bekommen. „Aber Motivation ist natürlich mehr als Affekt: Das Setzen von Zielen, insbesondere von Leistungszielen, ihre Auswahl nach Beachtung des Risikos und der Erreichungschance als Leistungsmotivation, die Kalkulation des Schwierigkeitsgrades“ (Klix 1985, S. 110f.).

Emotionen erhalten ihre, das Subjekt auf ein Handlungsziel orientierende und stimulierende Wirkung nicht in der Zustandsbewertung, sondern in der Registrierung einer Zustandsveränderung. Es ist die Registrierung einer Verschiebung im Lust-Unlust-Erleben. Je krasser die Bewertungsänderung zum positiven oder negativen Pol hin erfolgt, umso intensiver sind auch die Emotionen und Motivationen. Dies entspricht allerdings keiner Proportionalität etwa zur Leistungsfähigkeit. Die Bewältigung extrem hoher Anforderungen verschlechtert sich bei großer emotionaler Erregung, wohingegen Anforderungen von geringerer Schwierigkeit in schwächeren emotionalen Erregungen ihr Optimum finden. Da in der Bewältigung einer Anforderung sich die Qualität des Erlebens ausdrückt, das Erlebnis selbst zum Motiv wird (vgl. Mehlhorn, Mehlhorn 1981, S. 150), kann die Abhängigkeit vom Erregungszustand auf das Erleben übertragen werden.

Das Erlebnismotiv richtet die Aktivität des Individuums auf einen Zusammenhang, der über dem Informationsgewinn und dem Erregungszustand im menschlichen Erkenntnisprozess steht, die Erlebenseite darstellt. „Hier drückt sich die bezeichnete Wechselwir-

kung als ein den Informationsgewinn begleitender Affekt aus, der nicht nur bei großer Entdeckung, sondern auch bei echten Problemlösungen im kleinen (vielleicht auch als ein treibendes Moment der Entdecker- und Erfindergefreude) zur Seite steht“ (Klix 1980, S. 502).

In dieser Verschmelzung werden sie als „Erlebnisbilder“ auch gedächtnismäßig abgespeichert. Rückmeldungen bei der Ausführung von Tätigkeitsprogrammen und die Ergebnisse der Tätigkeit werden kognitiv und emotional bewertet, und sie sind an der Regulation des Tätigkeitsverlaufs beteiligt. Der Bewertungsmaßstab ist dabei zweifach determiniert, einmal als bereits gedächtnismäßig gespeicherte Wertung und dann in der konkreten Situation aktueller Bedürfnisbefriedigung:

- Von der Seite gedächtnismäßig gespeicherten Erlebnisse her ist dieser Prozess als eine Erlebnisverarbeitung aufzufassen. Er kennzeichnet das innere Verhalten einer Persönlichkeit, durch das der persönliche Bedeutungsinhalt von Ereignissen aus der Beziehung zu anderen Menschen, zur Außenwelt und zu sich selbst geklärt wird.
- Von der Seite der situativen Bedingungen her ist dieser Prozess als Erleben zu bezeichnen. Ausgehend von der Funktion des Gedächtnisses sind Erleben und Erlebnisverarbeitung tatsächlich nicht zu trennen.

Jedes menschliche Verhalten kann als die Wirkung eines komplexen Regulationssystems aufgefasst werden, das auf der Basis einer internen Informationsverarbeitung funktioniert. Der besondere Stellenwert der Emotionen ergibt sich aus dem Prinzip der Wirkungseinheit emotionaler und intellektueller Prozesse.

Allein das aktive Dabeisein des Menschen in einer Situation führt in der Wechselwirkung von sachlichem Anforderungsinhalt, äußeren Bedingungen und psychischen Wertphänomenen zu emotionalen Verschiebungen, die als Erleben registriert werden. Wenn auch die individuellen Ausgangsbedingungen für die Bewältigung von Anforderungen aus einer Vielzahl von Gründen zwischen den Menschen sehr weit auseinander gehen können, so wird über die Auslösung äußerlich vergleichbarer Anforderungen die Erlebensbasis wenigstens in groben Zügen einander angeglichen. Bei allen bislang herausgestellten Unvergleichbarkeiten und Unbestimmtheiten im Inneren des einzelnen Menschen lässt sich der Prozess des Erlebens anhand seines Gegenstands sowie aus der Beziehung zu ihm provozierten Handlungen in einigen Zügen objektivieren. Gerade sie sind von besonderem pädagogischen Interesse.

14.4 Edukativ nutzbare Erlebensgrundlagen

Das pädagogisch beabsichtigte „Schaffen“ von Erlebensgrundlagen bedarf einer Bildungs- und Erziehungskonzeption, die eine Wegestrategie zur Erreichung des Ziels Erlebnis bereitstellt. Bereits die vorangestellte Skizze zeigt aber, dass dem Erleben ein sehr komplizierter psycho-physischer Prozess zu Grunde liegt. Seine Beschreibung wird durch die Tatsache erschwert, dass jede sie konstituierende Komponente wiederum zerlegbar ist und

ihnen eigenständige Teilfunktionen zukommen: Ziele werden über Teilziele realisiert, Motive sind Bestandteile eines ganzen Motivgefüges, Bedürfnisse sind in großer Vielfalt gegeben und Situationen durch das konkrete Moment stets verschieden (vgl. Magnusson 1982). Schließlich sind die unteretzten Komponenten noch einer ständigen Dynamik und Umgestaltung unterworfen, eine starre Abgrenzung von Ziel und Motivation, von Bedürfnis und Motiv oder von individuellen Wertkategorien wäre unter Berücksichtigung der Entwicklungen des Individuums unzulässig formal.

Der tatsächliche Prozess des Erlebens ist beim gegenwärtigen Stand der Forschung kaum wirklich zu beschreiben (vgl. Gadenne 1996). Große Schwierigkeiten bereiten dabei vor allem die Komponenten, die im Unbewussten angesiedelt sind. Andererseits ist mit dem Erlebnis ein relativ überschaubares, in der Erinnerung gar objektiviertes komplexes Wertphänomen und „Abbild“ von einem konkreten objektiven Sachverhalt gegeben. Es vermag ungefähr den Grad des Erfolgs/Misserfolgs pädagogischer Prozessgestaltung wiederzugeben. Methodologisch ist es darum effektiver, die Invarianten des Erlebens aus dem „produzierten“ Erlebnis quasi rückschreitend abzuleiten.

Positiv wirken dabei endlich die wissenschaftlich erhellten Grundannahmen zur Phylogenese, Ontogenese und Struktur des Individuums. In diesem Sinne wurden in den letzten Jahren umfassende Handlungskonzepte ausgearbeitet, die auf die optimale Persönlichkeitsentwicklung zielen. Der Mensch entwickelt sich in der Tätigkeit. Jeder Mensch ist aber durch eine einmalige, unwiederholbare Struktur psychischer Eigenschaften gekennzeichnet. Sie ist genetisch vorbestimmt, aber auch in weiten Grenzen – vor allem im Kindesalter – entwickelbar. Eben dies befähigt das Individuum zur Lösung von Aufgaben in ungleichem Maße. Berücksichtigend dann auch die unterschiedlichen Tätigkeitsstile, die aus den objektiven Anforderungen der Aufgaben und den psychischen Besonderheiten hervorgehen, können individuelle „Defizite“ in weiten Grenzen kompensiert werden.

Psychische Struktur und Handlung verschmelzen zum Erlebnis. Eine Differenzierung ist für die Ableitung von Maßnahmen der Erziehung und Selbsterziehung als Forderung der Individualisierung im pädagogischen Prozess notwendig. Die gegenständliche Tätigkeit kann nur begriffen werden „als Prozess, der jene inneren Widersprüche, Differenzierungen und Transformationen in sich trägt, die das Psychische erzeugen, das ein notwendiges Moment der Eigenbewegung der Tätigkeit, ihrer Entwicklung ist“ (Leontjew 1979, S. 17).

Tätigkeiten als spezifisch menschliche Bewegungsformen, die in ihren Handlungsgliedern die Motivation und Zielorientierung integrieren, und Verhalten als Bewegung ohne Zielkomponenten lassen sich kaum wirklich scharf voneinander trennen. Ein Zustand der Untätigkeit kommt beim Menschen so gut wie nie vor. Sein Verhalten ist immer an informationstragende Mitteilungen gebunden, die neben dem Senden von Reizen auch ihres Empfangs durch das Individuum bedürfen. Ist dies nicht gegeben, bleiben die Informationen unwirksam für das Verhalten. Verhalten ist also ebenfalls motiviert. Ereignisse, welcher Art auch immer, werden nur dann verhaltenswirksam, wenn sie die nervalen Trägerprozesse psychischen Geschehens beeinflussen.

Tätigkeiten und Verhalten als Aktivitätsformen in ihren volitiven Zuwendungen zu informationstragenden Ereignissen durch das Individuum berücksichtigend lassen sich durch

Reizeinwirkung als reaktives Moment und durch die innere Aktivierung als Suche nach Informationen als aktives Moment auslösen. Ist die Aktivität dann ausgelöst, verschwinden die sie unterschiedenen Merkmale; sie ist der aktualisierten Motivation untergeordnet und erhält mit ihr eine konkrete Ausrichtung mit einer bestimmten Intensität in einer definierten Situation.

Nur in den Grenzen der Auslösung ist eine Trennung zwischen passivem und aktivem Erleben haltbar, da der Prozess des Erlebens stets aktive Informationsverarbeitung erfordert, wenngleich in diesem Zusammenhang aber auch sinnvoll. Diese Anerkennung involviert nämlich die Erlebnisträchtigkeit von Ereignissen, die nicht von vornherein im Zeichen willkürlicher Aufmerksamkeit stehen und womöglich nicht einmal der pädagogischen Zwecksetzung entsprechen (vgl. Laabs 1990, S. 96ff.).

Es erhebt sich die Frage, welche Merkmale, Ereignisse und Ereignisfolgen ein Unterricht aufweisen sollte, damit sie solche Wertphänomene initiieren, aktualisieren und habituierten, die Neugier und Interesse für den Gegenstand Technik wecken und wach halten. Erleben ist in erster Linie eine psychische Teilfunktion der Auseinandersetzung mit Anforderungen. Das Individuum ist darin durch Aktivitäten von Hirn- und Körperfunktionen emotional und kognitiv verwoben.

Der Prozess menschlicher Informationsverarbeitung wird wertmäßig gesteuert und als Wertverschiebung individuell erlebt. Das Erlebnis als psychisches Wertphänomen ist die zwischen unbewusst und bewusst registrierte und gespeicherte Gesamtverschiebung des psychischen Zustands als Folge der dynamischen Wechselbeziehung zwischen Individuum und Ereignis. In dieser Weise hängt es vom Umfang des Wahrgenommenen sowie seiner wertmäßigen Verarbeitung ab. Das Erlebnis ist die Wirkung von Intensität und Tiefe des Erlebens. Im Erlebnis ist das Ereignis durch die Außenwelt, die Beziehung zur Außenwelt und den ausgelösten psychischen Zustand abbildbar. Das erzeugte Abbild ist mehr oder weniger kognitiv strukturiert und existiert als emotionale Wertigkeit auf zwei Ebenen:

- a) Als quantifizierte Valenz spiegelt das Erlebnis die Gesamtverschiebung des emotionalen Zustands im Erleben wider. Situative Bedingungen und Aktivitäten haben eine pauschale Wertigkeit formiert.

Ein verbalisiertes Beispiel: Das Erlebnis war schön, aufregend, interessant, traurig oder dergleichen mehr. Ein aus der Anforderung hervorgegangenes Erlebnis motiviert in dieser Weise in ähnlichen Anforderungssituationen.

- b) Eine andere Ebene wird durch partielle Valenzen verwirklicht. Verlauf und Struktur des Ereignisses, der Beziehungen zu ihm und die jeweils aktuellen Zustände sind mehr oder weniger differenziert wertmäßig abgebildet.

Ein verbalisiertes Beispiel: Das Ereignis entsprach der individuellen Bedarfslage. Es wird positiv bewertet. Die instrumentale Befriedigung des Bedürfnisses jedoch gelang nicht. Negativ wird die Bewältigbarkeit bewertet. Bleibt das Bedürfnis erhalten, ist eine neuerliche Entscheidung in einer ähnlichen Situation qualifiziert.

Als Resultat der Speicherung von Informationen trägt die Erfahrung zur Verbesserung des internen Modells der Außenwelt bei. Jede Erfahrung mehr verbessert das Orientierungsverhalten und die Erkenntnistätigkeit des Individuums. Ob als Handlungsprogramm oder als Leistungsdisposition bergen Erfahrungen in sich immer Momente der nichtkognitiven und kognitiven Verallgemeinerung. Das Einmalige, Konkrete einer Situation verliert sich mehr oder weniger. Es widerläuft den notwendigen Ökonomiebestrebungen des Individuums, sich der Vielzahl von Sinneseindrücken zu erwehren und einen Mechanismus zu schaffen, Behaltenswertes aus der Sicht einer Entscheidungsoptimierung im Wesen gedächtnismäßig zu speichern.

Die Orientierungs- und Regulierungsfunktionen des Menschen werden wesentlich durch den pragmatischen Aspekt der Informationen gewährleistet. Durch diese grundlegende Eigenschaft ist das Erlebnis ein Bestandteil von Erfahrung. In Besonderheit ist es jedoch das konkrete Situationsabbild als Gedächtnisbesitz, das nicht minder unter dem Einfluss des Vergessens steht. Das Situationsabbild Erlebnis und die Erfahrung (Wissen) bilden eine Einheit. Das Erlebnis ist unterschiedlich ausgeprägt von motivationaler Bedeutung. Selbstverständlich ist es auch einer weiteren Verarbeitung zugänglich. Es löst sich dabei nicht auf, sondern erfährt eine kognitive Verarbeitung. So wird das Erlebnis eine entscheidende Grundlage für die Einstellungs- und Verhaltensentwicklung.

Solange die konkrete Anforderung in ihrer Struktur Ziel-Bedingung/Operation-Resultat der Handlung erlebnisfähig bleibt, werden nur „Detailerlebnisse“ hervorgebracht; die Erlebnisse beziehen sich auf einzelne Strukturglieder oder bilden die Gesamtbeziehung nur unvollständig ab. Wird die Beziehung vollständig als Erfahrung im Gedächtnis abgespeichert, ist in ihr keine weitere Erlebensgrundlage mehr gegeben.

Jedes Erlebnis unterliegt vielfältigen Einflüssen des Gegenstandsbereichs Technik. Über ihre Inhalte, Strukturen und Handlungen zur Bewältigung konkreter Anforderungen formiert sich das Technikerlebnis. Mit dem Grad an Kenntnis dieser Einflussgrößen erhöht sich maßgeblich die Treffsicherheit bei der Ereignisgestaltung im Unterricht zur „Schaffung“ pädagogisch vorgedachter und begründeter Erlebnisse der Schülerinnen und Schüler (vgl. Abbildung 26).

In der pädagogischen Praxis ist der Stellenwert der Erlebens nahezu unbestritten, in weiten Teilen über gleichnamige Reformbestrebungen in die Schule bereits eingeflossen: Erlebnisse, die profunde Eindrücke längerer Wirksamkeit vermitteln, werden als Grunderlebnisse definiert. Ihr entscheidendes Merkmal ist die Emotionalität ihres Entstehens und Wirkens, die gegenüber dem vorhandenem kognitiven Element scharf dominiert.

Die Grundformen des Erlebens wurden aus den emotional-kognitiven Beziehungen zu den psychischen Anforderungen und deren Bewältigungen abgeleitet. Sie sind nicht isoliert voneinander zu sehen, sondern erscheinen lediglich dominant in der quantifizierten Valenz des im Erlebnis gedächtnismäßig gespeicherten Ereignisses.

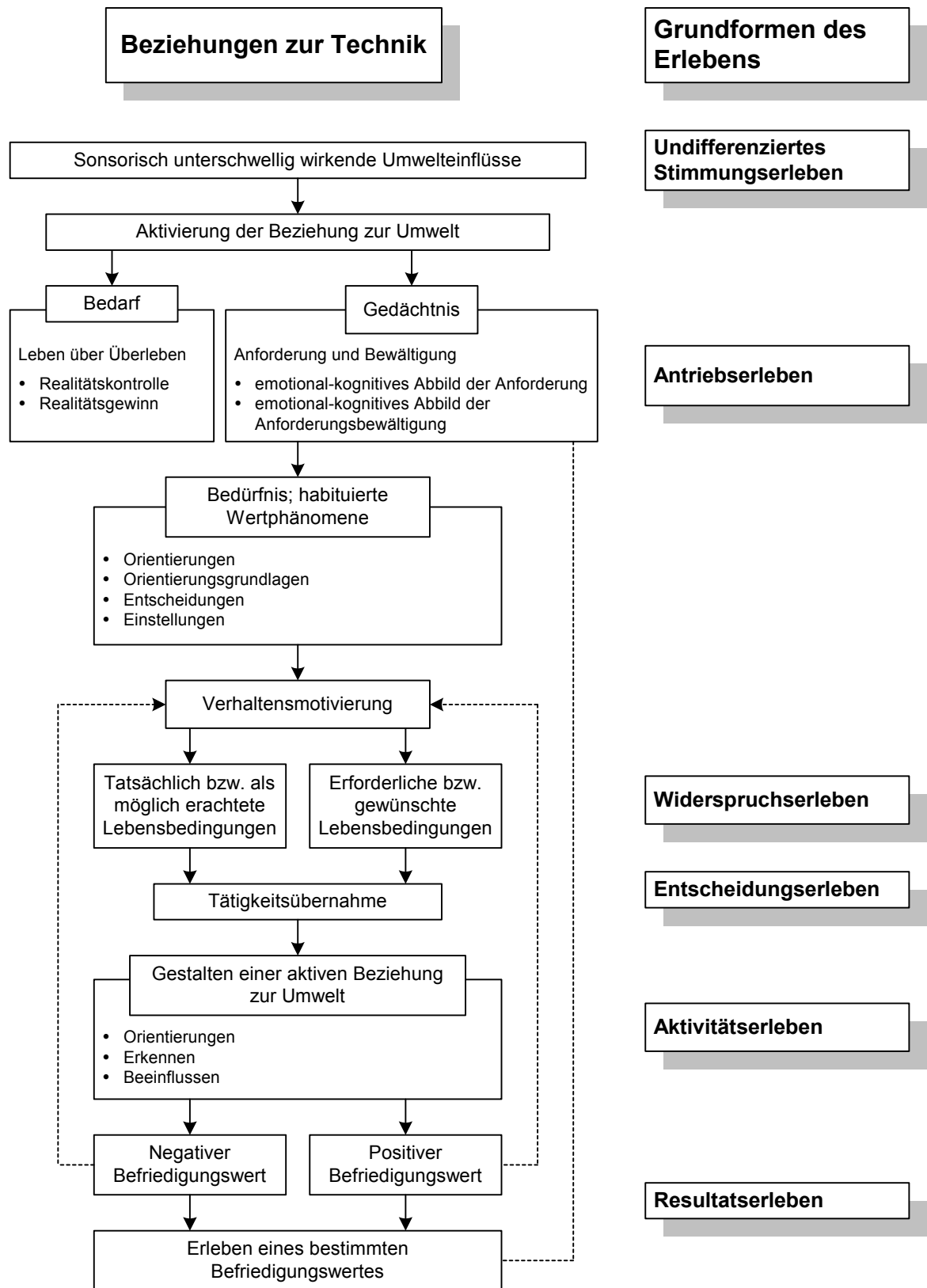


Abbildung 26: Erleben von Technikanforderungen und ihren Bewältigungen

Das undifferenzierte Stimmungserleben

Als Ausgang einer Anforderungsbewältigung wird eine lediglich unterschwellige Reizeinwirkung durch die Außenwelt und des eigenen Ichs angenommen. Solche Reize können Lichtverhältnisse, Raumausstattung, Farben, Geräuschpegel, Temperatur und vieles mehr sein, aber auch vom eigenen körperlichen Befinden ausgehen. Sie erzeugen einen emotionalen Zustand. In der Regel erlebt das Individuum dies als eine undifferenzierte Stimmung. Über die emotionale Wirksamkeit bekommen anscheinend nebensächliche Dinge schließlich indirekt eine Bedeutung. Eher in Ausnahmefällen, zum Beispiel als großer Kontrast zur vorherigen oder ansonsten üblichen Lage, gelangt damit Zusammenhängendes ins Bewusstsein. Typisch für diese Erlebensform ist, dass mit ihr keine Bezüge zu irgendwelchen konkreten Erinnerungsinhalten hergestellt werden können.

Das Antrieberleben

Hier tritt der Mensch in eine aktive Beziehung zur Außenwelt, hier liegt aus psychischer Sicht der eigentliche Anfang einer Anforderungssituation. Im Antrieberleben wird sich der Mensch seiner konkreten Beziehung zur Anforderung gewahr. Je nachdem, inwieweit er in der Anforderung aufgrund seiner Lebenserfahrungen und Wertvorstellungen einen persönlichen Sinn findet, reagiert er auf sie letztlich mit Annahme oder Ablehnung. Im Verhältnis zwischen Werterwartung und Realisierungserwartung wird das notwendige Aktivitätspotenzial als Antrieb zur Bewältigung der Anforderung in unterschiedlicher Heftigkeit und Verknüpfung mit dem kognitiven Inhalt erzeugt und erlebt.

Das Widerspruchserleben

Abhängig von der Beschaffenheit äußerer und innerer Bedingungen zur Realisierung der Bedürfnisbefriedigung teilt sich dem Individuum ein Verhältnis zwischen der Anforderung zur Bedürfnisbefriedigung auf der einen Seite und der Anforderungsbewältigbarkeit auf der anderen Seite als Widerspruchserleben mit. „Warum“ – nicht unbedingt bewusst – ist hier ein häufig initiierendes Fragewort, wobei dem immer gleich das „Wie“ folgt und die Möglichkeiten recherchiert, um hier wieder den inneren Gleichgewichtszustand zu finden. Dabei setzt das Widerspruchserleben nicht unbedingt manuelle Eigenaktivität, in jedem Falle aber die emotional-kognitive Repräsentanz des Widerspruchs in der Situation voraus.

Das Entscheidungserleben

Die erlebte Widerspruchslage in den Lebensbedingungen des Einzelnen ist zunächst nicht mehr als das „Abbild“ eines Möglichkeitsfeldes, aktive Beziehungen zur Umwelt herzustellen. Wie dieses Potential von Aktivitäten dann tatsächlich wirksam wird, hängt von Entscheidungsprozessen ab, die durch das aktuell wirksame Wertgefüge gelenkt und beein-

flusst werden. Jede antizipierte und realisierte Entscheidung ist das Ergebnis einer unendlichen Zahl von Verwirklichungsvarianten in einem komplexen Bedingungsgefüge. Die eigentliche Funktion jeder Entscheidung ist letztlich die Verbesserung der Lebensbedingungen und die Erhöhung der Umweltkontrolle.

Das Aktivitätserleben

Von zentraler Bedeutung ist das Handeln zum Herstellen und Gestalten einer aktiven Beziehung zur Außenwelt. Orientieren, Erkennen und Beeinflussen bedingen einander. Im Prozess der Anforderungsbewältigung wird die Beziehung des Individuums zur Anforderungssituation auf der Grundlage habituierter Wertphänomene beurteilt. Dabei entstehende Wertverschiebung registriert das Individuum dominant als Aktivitätserleben.

Das Resultatserleben

Im Resultatserleben drückt sich der erzielte Wert einer Anforderungsbewältigung als Maßstab zur angestrebten Bedürfnisbefriedigung aus. Die Verhaltensregulation steuert zu Erfolg oder Misserfolg und ist damit von ausschlaggebender Bedeutung. Was sich tatsächlich im Gedächtnis manifestiert, beeinflusst als Zwischenergebnis ein unter veränderten Vorzeichen stehendes erneutes Durchlaufen von Grundformen des Erlebens, ist als Endergebnis weiteres Handeln so oder so beeinflussender Gedächtnisbesitz.

Eine höhere Stufe der Erlebnisse ist weitgehend von Zufälligem und Bloß-Individuellem abgehoben, stärker kognitiv geprägt und mit allen Unsicherheiten pädagogisch organisierbar. Erlebnisse dieser Art üben im pädagogischen Prozess eine Schlüsselfunktion aus und seien als Schlüsselerlebnisse definiert. Ihnen kommt in Abgrenzung zu den Grunderlebnissen noch das kognitiv strukturierende Moment zu.

Für den Erkenntnisprozess sind gerade die Schlüsselerlebnisse von großer Wichtigkeit, liefern sie doch zu der ungewöhnlich hohen gefühlsbetonten Zuwendung auch noch den „Schlüssel“, diese Wertbeziehung zum Gegenstandsbereich Technik verstandesgemäß zu erfassen. Die Beziehung des Individuums zum Ereignis ist mehr, als eine emotionale Wertverschiebung registriert. Sie erlangt die Qualität einer verbalisierbaren, unerschütterlichen Bewusstseinstatsache, die diese Beziehung in den grundlegenden Fragen nach dem „Warum?“, „Was?“, „Wie?“ und „Wann?“ mehr oder weniger präzise zu beantworten in der Lage ist. Das Schlüsselerlebnis wird zu einem Prisma, durch das der Einfluss der Außenwelt auf die Entwicklung der Schülerinnen und Schüler wirkt.

15 Zwölf Thesen zur Soziotechnik³¹

Gottfried Schneider

1. Soziotechnik (Soziotechnische Wissenschaftsdisziplin/Soziotechnische Systeme/Soziotechnische Entwicklungen):
 - Eine Gesamtheit von „Technischem und Sozialem“ bzw. einschränkend:
 - Dialektische Einheit und Wechselbeziehung des Menschen mit den von ihm hervorgebrachten technischen Gebilden, Verfahren und Einwirkungsobjekten bei Entwicklung, Herstellung, Einsatz, Reproduktion und Recycling.
2. Technik/Technologie und die Technischen Wissenschaften umfassen im wesentlichen die Gesamtheit aller technikrelevanten materiellen und ideellen Mittel, Methoden, Strategien und Konstrukte, die der Mensch bewusst zur Realisierung seiner materiellen und ideellen Zwecke einsetzt.
3. Der „nackte Mensch“ M setzt zur Realisierung seiner Zwecke letztlich zwischen sich und seine Umwelt/Umgebung U die von ihm geschaffenen „materialisierten Mittel“ der Technik als technische Gebilde TG (Artefakte) und ihre Anwendungsmethoden (Technologien). Noch gibt es keine technischen Gebilde, die ausschließlich aus „Strahlen und Feldern“ bestehen.

Es wirkt das Tripel $M \Leftrightarrow TG \Leftrightarrow U$ mit den zweckorientierten „Einwirkungsobjekten“ Stoff S, Energie E und Information I sowie mit stoff-, energie- und informationsdeterminierten „Funktionen, Vorgängen und Effekten“ in den Schnittstellen des Tripels („Tripelprinzip“). Dabei realisiert der Mensch mit seinen technischen Gebilden „gewollte und ungewollte“, „unschädliche und schädliche“, „absehbare und unabsehbare“ ... Funktionen, Vorgänge und Effekte.
4. Obwohl etwa $\frac{1}{4}$ der Menschheit immer noch in großem Elend lebt, wäre ohne die Technik die Existenz der über 6 Milliarden Menschen auf der Erde nicht mehr möglich; bei radikaler Abschaffung der Technik – wenn auch utopisch – müsste sich die Zahl der Menschen auf der Erde in kurzer Zeit erbarmungslos und analog zu den Primaten auf wenige Millionen reduzieren.

31 Bei diesem Text handelt es sich um ein zum Fachgespräch vorgelegtes kurzes Material.

5. Die Arbeits- und Lebenswelt des Menschen und seiner sozialen Gruppen kann ohne Technik nicht mehr gestaltet und bewältigt werden. Jeder einzelne Mensch ist mit Technik konfrontiert, kontaktiert und mehr oder weniger kreativ gefordert.
6. Der Mensch als Spezies kann nicht als „Robinson“ überleben, sondern kann das nur in der Gruppe und mit der Vielfalt notwendiger sozialer, soziokultureller und soziotechnischer Beziehungen und in einer entsprechenden Zivilisation.
7. Sowohl die sozialen, soziotechnischen und soziokulturellen Beziehungen in einer überschaubaren zahlenmäßig kleinen Gruppe als auch die Beziehungen in größeren Einheiten wie Kommunen, Regionen, Ländern, Staatenbündnissen, Kontinenten, ... werden vom Entwicklungsstand, der Verfügbarkeit und vom Einsatz der vom Menschen geschaffenen technischen Gebilde (Artefakte) sowie ihren Entwicklungs-, Fertigungs- und Anwendungsmethoden wesentlich geprägt, verstärkt, z. T. erst ermöglicht und vielfältig weiterentwickelt.
8. Einseitige organisatorische, technizistische, ökonomistische, militaristische und finanzspekulative Zielstellungen, Entwicklungen und Überbewertungen von Technik, Wirtschaft und Geld mit wenig Rücksicht auf das Individuum und die sozialen Umstände sind entweder utopisch oder führen zu extremen Verformungen von sozialen und humanistischen Bedingungen und Werten (Technikeuphorien, Technikutopien, Technokratien, Manchesterkapitalismus, Kriegswirtschaft, Militärdiktatur, Krieg, antisoziale Finanz- und Machtglobalisierungen, globaler Wirtschafts-Darwinismus, Weltwirtschaftskrisen, ...).
9. Unrealistische technikfeindliche „natur- und geisteswissenschaftliche“ Schwärmereien, bildungs- und technikabwertende Glaubenslehren, fehlende technikwissenschaftliche und soziotechnische Bildung sowie politische und machtttragende technische Inkompetenz und Ignoranz sind existenz- und zivilisationszerstörend und führen die Menschheit letztlich zum physischen Untergang (Welt- und Technikpessimismus, Technikfeindlichkeit, Umwelt- und Blumenkinderutopien, elitäre Gesellschaftsutopien, Heilslehren, Steinzeitkommunismus, Misswirtschaft, Anarchie, Völkermord, Diktatur, ...).
10. Phylogenese und Ontogenese des Menschen sind seit Millionen von Jahren untrennbar mit der Entwicklung, Herstellung, Anwendung und Nutzung der technischen Mittel und Methoden verbunden. Technik und Technikwissenschaften sowie ihre Methoden und Artefakte wachsen nicht auf der Wiese oder auf Bäumen, sondern müssen kreativ entwickelt, produziert und gekonnt eingesetzt werden. Das know-how dazu muss heute millionenfach, kompetent individuell und gesellschaftstragend mit einer modernen auch natur- und technikwissenschaftlich ausgestatteten Allgemeinbildung, mit den Technischen Wissenschaften sowie mit einer entsprechenden arbeitsteiligen beruflichen Aus- und Weiterbildung von Generation zu Generation weitergegeben und weiterentwickelt werden. Selbstlaufoptimismus und Gedankenlosigkeit zur Technik oder gar ihre Abwertung sowie kompetenzlose Technikeuphorie sind mindestens ebenso gefährlich wie destruktiver und fortschrittsfeindlicher Technikpessimismus.

11. Die komplexe Darstellung und Überschaubarkeit unserer „technischen Zivilisation“ und ihre „soziokulturellen Entwicklungen“ in der dialektischen Einheit und Wechselwirkung z. B. von Natürlichem, Individuellem, Moralischem, Gesellschaftlichem, Kulturellem, Technischem und Soziotechnischem ist durch eine integrale fachübergreifende und allgemeinbildende Wissens- und Bildungsvermittlung für jeden bildungsfähigen Menschen und an Hand repräsentativer soziotechnischer Sachverhalte unumgänglich. Dazu muss eine moderne und kompetente Wissenschaftsdisziplin „Soziotechnik“ einen wesentlichen Beitrag leisten.
12. Eine Wissenschaftsdisziplin „Soziotechnik“ mit dem Gegenstand entsprechender repräsentativer soziotechnischer Entwicklungen, Systeme und Effekte ist als Bestandteil der Ausbildung in Fachdisziplinen, in der Aus- und Weiterbildung sowie einer modernen Bildung und Allgemeinbildung heute eigentlich unverzichtbar und keinesfalls z. B. durch bloße technik- und naturwissenschaftliche sowie soziale und wirtschaftliche Bildung ersetzbar.

16 Didaktische Prinzipien innerhalb der allgemeinen technischen Bildung

Hans Schulte

Es sollen didaktische Prinzipien zur allgemeinen technischen Bildung herausgestellt werden, um zu verdeutlichen, welcher allgemeinbildende Technikunterricht von seiner didaktischen Zielsetzung her zu fordern ist. Folgende übergeordnete Prinzipien sind zu nennen:

- Das Prinzip der mehrperspektivischen Betrachtung von Technik
- Das Prinzip der Theorie-Praxis-Verschränkung technischen Handelns
- Das Prinzip der kreativen Problemlösung innerhalb der Technik
- Das Prinzip des Freilegens der Invarianten innerhalb der Technik

16.1 Prinzip der mehrperspektivischen Erschließung von technischen Inhalten

Das mehrperspektivische Erschließen von technischen Inhalten ist ein bestimmendes Prinzip im Technikunterricht. Dadurch ist Technik in unterschiedlichen, meist komplex vernetzten technischen Situationen zu erfassen. Da Technik außer den gewollten auch immer ungewollte Folgen hat, die häufig nicht einmal eindeutig vorherzusagen sind, muss ein Prinzip der Technikdidaktik darin bestehen, die Folgen der Nutzung von Technik in die unterrichtliche Betrachtung aufzunehmen. In Lernsituationen des Technikunterrichtes muss bei jeder zu realisierenden technischen Lösung danach gefragt werden, ob diese Lösung nicht mehr Probleme schafft, als sie löst. Das bedeutet, dass das Individuum zu selbstverantwortetem Handeln geführt wird, indem es Verantwortung bei der Gestaltung von Technik übernimmt. Fragestellungen zur Technik sollten daher von unterschiedlichen Standpunkten der Betroffenheit her ausgehen.

Dieser didaktische Ansatz korrespondiert mit einem Technikverständnis, welches sich heute mehr und mehr durchsetzt. Dazu möchte ich einige Anmerkungen machen. So wie sich in der Organisationsstruktur von Betrieben aufgrund der Technisierung Veränderungen ergeben haben, so ist auch heute eine fundamentale Wandlung im Technikverständnis festzustellen. Herrschte bis in die fünfziger Jahre noch eine sehr eindimensionale Sichtweise der Technik vor, so wurde spätestens seit den sechziger und siebziger Jahren dieses

Jahrhunderts der uneingeschränkte Gedanke an die Nutzung und Beherrschbarkeit der Technik gebrochen. Themen wie „Technik als Risiko“ oder „Gesellschaftliche Verantwortung des Ingenieurs“ rücken ins Zentrum der Betrachtung. Der Technikdeterminismus verliert Mitte der achtziger Jahre ähnlich wie der Taylorismus für die industrielle Arbeitsorganisation an Bedeutung. Technik wird nun unter mehreren Perspektiven betrachtet (vgl. Abbildung 27).

Traditionelles Technikverständnis

Eindimensionale Sichtweise: z. B.

- Auf Sachtechnik verengt (technischer Gegenstand und technischer Prozess)
- Dominanz des Technisch-Funktionalen

Heutiges/zukunftsorientiertes Technikverständnis

Mehrperspektivische Sichtweise: z. B.

- Auf technischen Gegenstand und technischen Prozess sowie auf Bedingungs- und Auswirkungsgefüge bezogen
- Hinterfragen von Technik aus ökologischer, sozialer und politischer Sicht

Abbildung 27: Traditionelles und mehrperspektivisches Technikverständnis

Das heißt, dass bei jeder Technikgestaltung nicht nur nach der Funktionalität und Wirtschaftlichkeit, sondern auch nach der sozialen und ökologischen Rentabilität von Technik gefragt werden muss. Technisches Handeln ist daher an sehr unterschiedlichen Zielperspektiven ausgerichtet, deren Bewertungen im einzelnen oft sehr schwierig sind. Technisches Handeln ist daher immer ein Handeln im Zielkonflikt (vgl. Abbildung 28). Technik hat angesichts ihrer Kompromisshaftigkeit, die notwendig ist, um überhaupt zu einem technischen Ergebnis zu kommen, immer einen komplexen Charakter. Daher kann sie auch nicht mit Hilfe monoteknischer Strategien erschlossen werden. Gestaltungsfragen müssen also im Grunde mehrperspektivisch angelegt sein.

Das eben Gesagte macht nicht nur den fundamentalen Unterschied zu den Naturwissenschaften deutlich, sondern es zeigt auch das hohe Potential an Motivation für technische Fragestellungen auf. Meiner Beobachtung nach scheint dieser Zusammenhang sehr oft die Attraktivität des Faches Technik auszumachen. Denn Schüler haben die Chance, über kreative Gestaltungsprozesse technische Entscheidungen zu fällen. Ich werde auf diesen Punkt noch einmal zu sprechen kommen. Des weiteren ist aber ein anderes Prinzip von elementarer Bedeutung für die allgemeine technische Bildung.

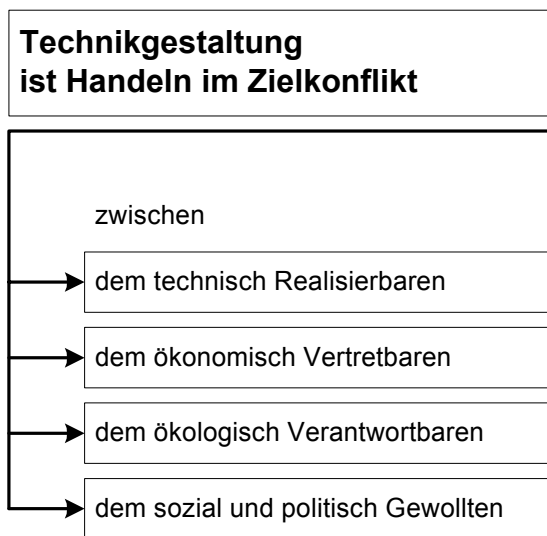


Abbildung 28: Handeln im Zielkonflikt

16.2 Prinzip der Theorie-Praxis-Verschränkung

Ein typisches Merkmal der Technik ist die inhaltliche Verschränkung von Theorie und Praxis, von theoretischem Konstrukt und realer Handlung in der Praxis. Die Technik-Didaktik hat zum einen die Aufgabe, die Gesamtheit technischen Handelns ganzheitlich zu erfassen, aber auch zum anderen das Prinzip des arbeitsteiligen Vorgehens innerhalb technischer Handlungsprozesse zu verdeutlichen. Es müssen daher Lernsituationen geschaffen werden, in denen zum einen Entwurf, Planung, Ausführung und Bewertung ganzheitlich in einer Hand liegen, aber auch solche, die diesen Prozess in kleine Teilverrichtungen bzw. Arbeitsgänge zerlegen, da dies immer noch der betrieblichen Praxis entspricht.

Es muss hervorgehoben werden, dass gerade bei Lernprozessen im Bereich Technik die Chance gegeben ist, technisches Denken und technisch-praktisches Tun zu verschränken und somit ganzheitliches Lernen unter gleichzeitiger Einbeziehung der theoretischen und der praktischen Seite technischer Handlungen zu verwirklichen. Diese Forderung nach Integration theoretischen und praktischen Lernens sowie nach stetigem Wechsel von Theorie und Praxis im Unterricht bezieht sich nicht nur auf die rein technische Sachstruktur eines technischen Ausschnittes. Vielmehr können auch jene Lernziele, die sich auf das Bedingungs- und Auswirkungsgefüge der Technik beziehen, die normalerweise ausnahmslos dem reinen „Sprech-, Schreib- und Leseunterricht“ zugeordnet werden, über die Ausführung praktischer Handlungsgefüge miteingeschlossen werden.

Dabei können praktisch-handelndes Erfassen und theoretisches Erkennen in einem sich gegenseitig befruchtenden bzw. sogar bedingenden Wechsel stehen. Bedingungen und Auswirkungen der Technik sind damit nicht nur rational erschließbar, sondern ebenso intuitiv erfassbar. Eine auf diese Weise verwirklichte Integration von Theorie und Praxis könnte letztlich dazu führen, dass der Lernende eine umfassende allgemeine Handlungskompe-

tenz erlangt hat, die ihn befähigt, sich auf den unterschiedlichen Ebenen soziotechnischer Problemfelder zu orientieren. Eine besondere Bedeutung hat dies für die Berufsorientierung in einer durch Technik geprägten beruflichen Umwelt.

Welche Bedeutung praktische Handlungen im Unterricht – vor allen Dingen unter Berücksichtigung der sensomotorischen Aspekte – bzw. handlungsintensives Lernen insgesamt in der Schule haben, und welche stiefmütterliche Rolle in diesem Bereich dem normalen Schulsystem – vor allen Dingen im allgemeinbildenden Schulwesen – „zukommt“, ist heutiger Erkenntnisstand der Pädagogik.

16.3 Prinzip der kreativen Problemlösung

Vor jeder technischen Handlungssituation muss deutlich sein, dass Technik immer nur auf der Grundlage konkreter individueller, gruppenbezogener oder gesamtgesellschaftlicher Bedürfnisse entsteht. Ziel und Zweck technischer Handlungen sind somit festgelegt, nicht aber die technischen Lösungen. Für technische Problemlösungen müssen daher mehrere alternative Lösungen möglich sein. Ich erinnere hier an die Abbildung 29 „Technikgestaltung ist Handeln im Zielkonflikt“. Die Kreativität der Lernenden darf nicht durch eine zu enge Vorgabe von z. B. Werkstoffen, Arbeitsmitteln und technischen Verfahren eingeengt werden. Bei der Lösung eines technischen Problems – einschließlich der Untersuchung der Wirkungen technischer Lösungen im nichttechnischen Bereich – muss die Kreativität des Lernenden entfaltet werden. Hier kann auch innerhalb der technischen Bildung der Auftrag zum „forschenden Lernen“ erfüllt werden.

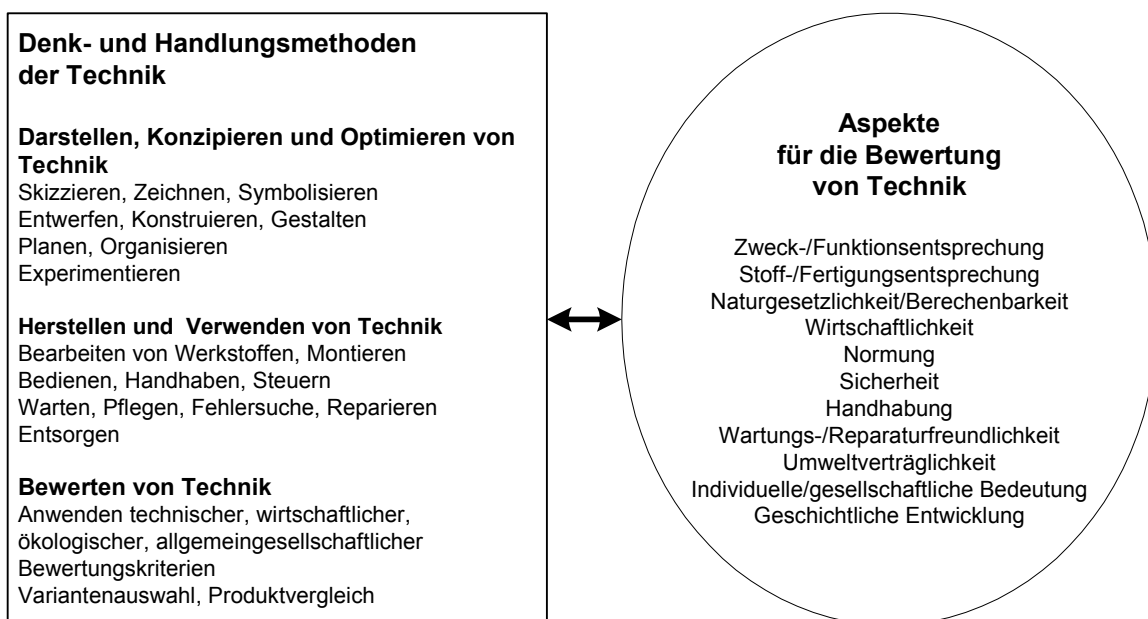


Abbildung 29: Wechselbeziehungen

16.4 Prinzip des Freilegens der Invarianten innerhalb der Technik

Die „Invarianten-Diskussion“ hat wohl in der Didaktik immer eine große Rolle gespielt. Angesichts des Auftrages der Schulen, Schlüsselqualifikationen zu vermitteln, kommt ihr allerdings verstärkt Bedeutung zu. Ich möchte diese Aussagen mit Erfahrungen und Erkenntnissen verbinden, die in der allgemeinen Technischen Bildung in den letzten zwanzig Jahren herauskristallisiert wurden.

Hier nun einige wesentliche Positionen für technikdidaktische Entscheidungen:

- Nicht das Spezielle im Bereich der Theorien, Verfahren und Methoden einer Disziplin sollte im Vordergrund stehen, sondern das Allgemeine, verbunden mit der Frage nach übergeordneten Prinzipien, Wissens- und Denkstrukturen einer Disziplin.
- Die ungeheure Vielfalt der Technik innerhalb einer technischen Disziplin, die hohe Dynamik ihrer Entwicklung und ihre zunehmende Vernetzung mit benachbarten technischen Bereichen und auch nichttechnischen Bereichen verlangt ein übergeordnetes Handhabungswissen, welches sich nicht im technischen Einzelwissen und Einzelkönnen erschöpft.
- In den Mittelpunkt sind vor allen Dingen die allgemeinen Funktions-, Struktur- und Organisationsprinzipien technischer Systeme so wie ihre sozioökonomischen Entstehungs-, Nutzungs- und Wirkungszusammenhänge zu stellen.
- Die Auswahl von Fachinhalten sollte eine angenähert „querschnittsartige“ Repräsentation der spezifischen Klassen von Sachinhalten, die grundlegenden Denk- und Handlungsweisen sowie die für ein Gesamtverständnis der Technik bedeutsamen Sinn- und Wertungszusammenhänge erreichen. Weiterhin sollte der Berufs- und Tätigkeitsbezug innerhalb der Technik stets präsent sein.

Bei der didaktischen Frage, welche zeitinvarianten Inhalte im Technikunterricht eine herausragende Rolle spielen sollten, müssen die einzelnen techniktypischen Methoden und Handlungen herausgestellt werden. Sie führen zu einer Methodenkompetenz, die angesichts der geringen Halbwertszeit des technischen Wissens von großer Bedeutung ist.

Aber auch Inhalte, die sich auf den technischen Gegenstand beziehen, sollten in der Weise gewählt werden, dass die Elementarstrukturen eines technischen Systems erschlossen werden können. Am Beispiel der Drehmaschine wird in Abbildung 30 gezeigt, wie alle drei Umsatzarten bei einem technischen System zusammenwirken, um die gewünschte Zustandsänderung zu erreichen. Die gewünschte Zustandsänderung bezieht sich auf die geforderte Form des Werkstückes, welche bei diesem Beispiel durch Zersparen von Stahl zu erreichen ist. Sie ist unter systemanalytischen Aspekten die Hauptfunktion und bezieht sich auf den Stoffumsatz. Das Hauptumsatzprodukt ist dementsprechend der Stoff Stahl.

Um die Zustandsänderung zu erreichen, muss als erstes Nebenumsatzprodukt elektrische Energie umgesetzt werden, um die Drehbewegung des Werkstückes zu erreichen. Der Energieumsatz erfolgt in mehreren Stufen und muss gesteuert werden. „Die im Programm der NC-Drehmaschine gespeicherte Information über die Soll-Konturen des Werkstückes

wird den Schrittmotoren mitgeteilt, so lange, bis sie messbar ‚verkörpert‘ ist. Die Information ist also das zweite Nebenumsatzprodukt“ (vgl. Erlenspiel 1995, S. 26).

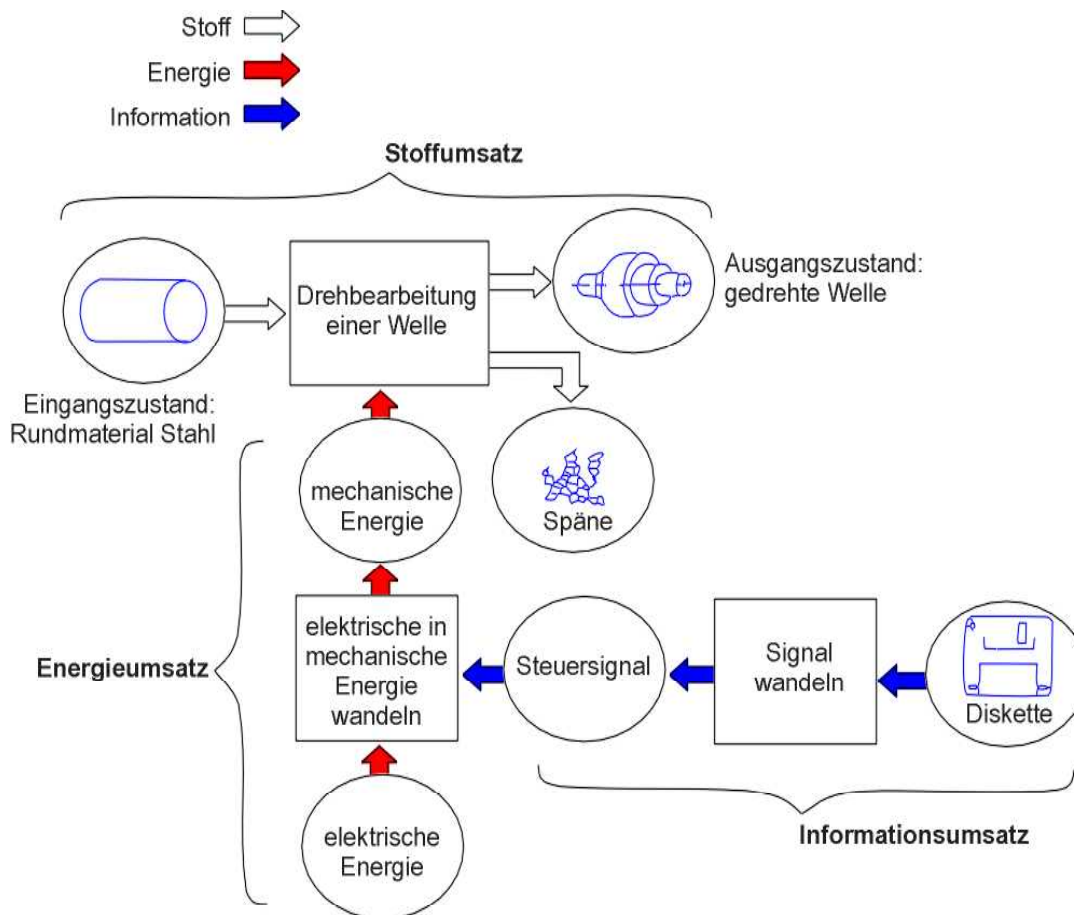


Abbildung 30: Funktionsstruktur einer NC-Drehmaschine (vereinfacht)

Das Beispiel soll zeigen, dass das Fach Technik Unterrichtsphasen enthalten muss, die eine Beschäftigung mit der Grundfunktion und Elementarstruktur technischer Systeme ermöglicht. Dies sichert eine Orientierung im Bereich komplexer technischer Zusammenhänge und ermöglicht durch die Herausarbeitung repräsentativer und allgemeingültiger Strukturen die Übertragung auf andere technische Systeme bzw. Situationen. Dabei sollte sich der Unterricht an den didaktischen Leitprinzipien „Theorie-Praxis-Verschrankung technischen Handelns“ und „kreatives Problemlösen innerhalb der Technik“ orientieren. Durch die Realisierung des Prinzips der „Mehrperspektivischen Betrachtungsweise von Technik“ wird die Einbindung des hier beispielhaft aufgeführten Unterrichtsthemas in das Hauptthema ermöglicht. Denn eines sollte zum Schluss meiner Überlegungen noch einmal unterstrichen werden: Technik erschöpft sich nicht in ihren Sachstrukturen, sondern sie wird erst durch die Einbindung in ihr eigenes Bedingungs- und Auswirkungsgefüge in ihrer Gesamtwirkung erfassbar.

17 Techniktheorie und Technikdidaktik. Überlegungen zu einem spannungsreichen Verhältnis

Wilfried Schlagenhaut

Ich gehe von der Einschätzung aus, dass sich Art und Reichweite der zugrundegelegten Fachtheorie gravierend auf Theorie und Praxis der Technikdidaktik auswirken.

Wird unbedacht eine fachliche Referenz herangezogen, die um wesentliche Aspekte des Gegenstandsbereichs beschnitten ist, dann ist die Schmälerung des Unterrichtsertrages unvermeidlich. Der Bedeutung dieser Frage entsprechend scheint mir eine grundlegende Klärung und Reflexion des Zusammenhangs von Techniktheorie und Technikdidaktik, insgesamt von Fachwissenschaft und Fachunterrichtswissenschaft notwendig. Das Folgende ist als Beitrag hierzu zu verstehen.

Fragt man mit Blick auf die Schulpraxis danach, welcher fachlichen Referenz sich der real existierende Techniklehrer bei der Planung, Vorbereitung, Durchführung, Bewertung seines Unterrichts bedient, welche fachliche Strukturierung den Bildungsplänen zugrundegelegt oder auch auf welchen fachwissenschaftlichen Fundamenten Lehrwerke für den Technikunterricht aufgebaut sind, dann wird deutlich, dass aus sehr unterschiedlichen Quellen geschöpft wird: Neben selbst durchgeführten Versuchen und Auskünften von Kollegen und externen Fachleuten kommt sicherlich schriftlichen Sachinformationen große Bedeutung zu. Solche entstammen etwa fachdidaktischen Periodika, Lehrerhandreichungen oder Schülerbüchern, Literatur aus den Ingenieur- und Naturwissenschaften, Materialien aus Heim und Handwerk und zunehmend Datenbanken und -netzen.

Gerade moderne Materialien für die berufliche Ausbildung im Handwerk sind auf hohem fachlichem Stand und stützen sich auf Erkenntnisse der Technikwissenschaften; sie können allerdings, ihren spezifischen Qualifizierungszwecken entsprechend, nur solche Sachinformationen und Handlungsanweisungen („Arbeitsregeln“) berücksichtigen, die für den jeweiligen *spezifischen* Schwerpunkt im Produktions-, Wartungs- oder Instandsetzungsbereich von Bedeutung sind. Angesichts der schnellen technischen Entwicklung müssen rigide Ausschlusskriterien dafür sorgen, den Umfang solcher Werke handhabbar zu halten.³²

³² Dennoch ist z. B. der Umfang der Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik des Verlages Europa-Lehrmittel von der 16. Auflage (1972) zur 26. Auflage (1999) von 448 um 43 % (!) auf 640 Seiten angewachsen, ob-

Die Darstellung *grundlegender* Strukturen und Prinzipien des Gesamtbereiches der Technik ist hier nicht zu erwarten. Aspekte etwa des Technikbegriffs, der Technikgeschichte, der Ergonomie, Ästhetik oder Technikbewertung u. a. sind nicht oder nur randständig repräsentiert. Insofern können solche Materialien nicht die Ansprüche erfüllen, die an eine fachliche Referenz- und Bezugsdisziplin insgesamt zu stellen sind.

Den weiteren Überlegungen stelle ich den von mir in Anschlag gebrachten *Technikbegriff* voran: Ich verstehe Technik – hierin Ropohl folgend – als denjenigen Kulturbereich, der durch Sachsysteme und das darauf bezogene herstellende oder verwendende Handeln gekennzeichnet ist (vgl. Ropohl 1999a, S. 29ff.).³³ Technik bedient sich stofflicher und energetischer Ressourcen und macht sich naturale Wirkzusammenhänge zunutze. Zugleich aber ist sie Kultur, befriedigt gesellschaftliche oder individuelle Bedürfnisse, etabliert soziale Beziehungen, ist offen für Lösungsalternativen, ist als Handeln im Zielkonflikt auf Bewertungsmaßstäbe und Entscheidungen angewiesen.

Schon in so grober Darstellung zeichnen sich also naturale, humane und soziale Dimensionen der Technik ab.

Schauen wir uns in der Wissenschaftslandschaft um, von welcher Seite *Beiträge für eine Fachwissenschaft der Technikdidaktik* zu erwarten sind, so stoßen wir etwa auf die *Natur- und Sozialwissenschaften*. Eine Untersuchung und Prüfung macht deutlich: Wohl sind von Seiten dieser Disziplinen wichtige Aufschlüsse über technische Phänomene zu erhalten. Naturwissenschaften tragen wesentlich dazu bei, über die stofflich-energetischen Wirkungsgefüge aufzuklären, derer sich Technik bedient; auf der anderen Seite rückt beispielsweise die Techniksoziologie etwa die Entstehungs- und Verwendungszusammenhänge der Technik und die in diesen wirksam werdenden individuellen und gesellschaftlichen Bedingungen (Kulturformen, Symbolprägungen, Herrschaftsverhältnisse usw.) ins Blickfeld.

Obwohl damit wichtige Zusammenhänge aufgewiesen werden, bleibt der Zugriff dieser Wissenschaften doch ausschnitt- und aspekthaft und kann deshalb nicht den Anspruch erheben, den Gesamtbereich der Technik zu erfassen. Die Naturwissenschaften beziehen sich zum einen nur auf die naturale Dimension; zum anderen sind sie kausal-analytisch ausgerichtet, während Technik auf die Verwirklichung von Gebrauchswerten abzielt, also finalzweckbezogen orientiert ist. Andererseits reicht auch eine soziologische Perspektive allein nicht aus: Gegenüber den technischen Sachen und Funktionszusammenhängen bleibt ein rein sozialwissenschaftlicher Zugriff unvermeidbar stumpf, weil „sachblind“ (vgl. Linde 1972).

Es liegt nun nahe, die *Technik- bzw. Ingenieurwissenschaften* als fachliche Referenz einer technischen Bildung in Anspruch zu nehmen, sind sie doch aus der systematischen theoretischen Bearbeitung technischer Probleme entstanden und überdies hochentwickelt

wohl z. B. die Kapitel „Chemische Grundlagen“ und „Physikalische Grundlagen“ herausgenommen wurden.

33 Allerdings scheint mir die Arbeit am Technikbegriff noch nicht erledigt; insbesondere kann die innere Schlüssigkeit und auch die Trennschärfe der drei Sachsystem-Bestimmungsmerkmale m.E. noch nicht befriedigen.

und erfolgreich. Aber auch hier werden Begrenzungen schnell deutlich. Offensichtlich sind diese Forschungs- und Lehrbereiche durch ein hohes Maß an Differenzierung, an Spezialisierung, ja „Zersplitterung“ gekennzeichnet, wohingegen das Allgemeine, Prinzipielle und Strukturbildende der Technik aus dem Blick gerät. Dieses Phänomen lässt sich recht gut an Fakultäts- und Institutsstrukturen Technischer Hochschulen aufzeigen. Wir finden etwa an der Universität Stuttgart 14 Fakultäten mit 140 Instituten, davon etwa 100 technikwissenschaftlicher Art. Welche Einzelinstitute man nun auch herausgreift, zwei Dinge treten deutlich zutage: *Erstens*: Die einzelnen Technikwissenschaften konzentrieren ihre Aktivitäten auf eng umgrenzte Forschungs- und Lehrbereiche. Diese Spezialisierungstendenz scheint im Sinne der Steigerung der Forschungserträge unvermeidlich. *Zweitens* ist es plausibel, dass sich solcherart Forschung nicht in erster Linie aus ungerichteter epistemischer Neugier speisen kann, sondern dass sich die Bestimmung und Auswahl der Forschungsgegenstände an der Nachfrage- und Verwertungsseite orientiert. Ein Indiz dafür ist der hohe Drittmittelanteil: 1997 lag der Jahreshaushalt dieser Universität bei rund 540 Mio. DM; davon wurden ca. 42 % (225 Mio. DM) als Drittmittel eingenommen. Die Disziplinen kommen dem ihnen gestellten Auftrag durch hochgradig spezialisierte Forschung und Lehre nach, die sich inhaltlich am berufsspezifisch Notwendigen und wirtschaftlich Nachgefragten orientieren muss. Demgegenüber tritt die Bearbeitung allgemeiner techniktheoretischer, technikbezogen wissenschaftstheoretischer, technikgeschichtlicher oder sozio-technischer Fragestellungen ganz erheblich zurück.

Es ist nun zu fragen, welche Maßstäbe *Erziehungswissenschaft* und *Didaktik* an die Konzipierung des Gegenstandsbereiches anlegen. Ich setze dazu beim *Bildungsbegriff* an. Bildung vollzieht sich im Spannungsverhältnis von Mensch und Welt, und zwar als selbsttätige Aneignung kultureller Wirklichkeit(en). Wilhelm v. Humboldt bestimmt diesen Kreis der Kulturinhalte als den denkbar umfassendsten und allgemeinsten, als „Welt“ (vgl. Humboldt 1960, S. 237). Allseitigkeit der Bildung ist nur dann möglich, wenn der Gegenstand der Bildungstätigkeit durch *Einheit* und *Allheit* gekennzeichnet ist, wenn er strukturell unverkürzt bleibt. Dieser Gedanke wird auch bei Klafkis Bildungskonzeption als Moment des Allgemeinen an zentrale Stelle gerückt. Er spricht von Bildung als „Subjektentwicklung im Medium objektiv-allgemeiner Inhaltlichkeit“ und bestimmt sie auch als Bildung im Medium des Allgemeinen, genauer „als Aneignung der die Menschen gemeinsam angehenden Frage- und Problemstellungen“ (Klafki 1993, S. 21, 53).

In gleicher Weise wie für andere Kulturbereiche gilt nun auch für den Gegenstandsbereich der Technik, dass der bildungsbezogene Zugriff generalistisch erfolgen muss, ein Gedanke, den Schmayl wie folgt fasst: „Gegenstandsspektrum technischer Bildung hat also der Horizont des Technischen, *das Ganze der Technik* zu sein, was nicht besagt, es müsse *die ganze Technik* sein“ (Schmayl 1989, S. 328).

Festzustellen ist nun: Die Ingenieurwissenschaften, die sich als fachliche Bezugsdisziplin zunächst anbieten, sind höchst differenziert, inhaltlich spezialisiert. Im Gegensatz dazu fordert eine bildungstheoretische Betrachtung gerade die Bezugnahme auf das Ganze, auf das Allgemeine. Hoffnungen richten sich in dieser Situation auf Konzepte einer *Allgemeinen Technologie* (i.S. einer Allgemeinen Technikwissenschaft). Schon Ende des 18. Jahrhunderts konzipiert und in den letzten Jahrzehnten etwa durch Günter Ropohl, Horst

Wolffgramm u. a. neu aufgegriffen, versprechen sie, die zersplitterten Technikwissenschaften zusammenzuführen, indem allgemeine Funktions- und Strukturprinzipien der Technik herausmodelliert werden.

Bevor nach dem Beitrag der Allgemeinen Technologie für die Konzipierung einer fachlichen Bezugsdisziplin gefragt werden kann, ist zunächst zu klären, welche Bedeutung einer fachwissenschaftlichen Disziplin grundsätzlich im Rahmen didaktischer Zwecksetzungen zukommen kann. Mit den folgenden *Positionen* lässt sich das diesbezügliche *technikdidaktische Diskussionsfeld* abstecken: Zum einen wird der fachlichen Bezugsdisziplin entscheidende Bedeutung für die Bestimmung von Unterrichtsinhalten eingeräumt. So schreibt Härtel: „Spezifischer Ausgangspunkt jeder Fachdidaktik ist die entsprechende Fachwissenschaft. Im vorliegenden Fall müßte demnach eine Wissenschaft der Technik, d. h. eine allgemeine Technologie als Bezugswissenschaft dienen“ (Härtel 1980, S. 65). Traebert betont zwar auch die Unverzichtbarkeit einer fachlichen Hintergrunddisziplin für die Sicherung der systematischen Schlüssigkeit des Lehrgebietes und zur Vermeidung von Beliebigkeit in der Themenauswahl, vertritt jedoch bezüglich der Auswahl und Bestimmung der Inhalte eine differierende Auffassung: „Lerninhalte sind jedoch nicht von ihrer fachwissenschaftlichen Repräsentation her, sondern von ihrem Verwendungswert her, ihrer Leistung für Weltverstehen, ihrem gegenwärtigen und zukünftigen Qualifikationspotential bei der Adressatengruppe Schüler her zu begründen“ (Traebert 1980, S. 687). Eine dritte, wiederum anders ansetzende Position nimmt Reuel ein: „Eine vorgängige Systematik technischer Systeme ist entbehrlich. An jeder beliebigen Stelle des Gesamtsystems kann ein Faden aufgenommen werden und ein Stück weit lernend verfolgt werden. Es kommt nur darauf an, Erfahrungsräume bereitzustellen“ (Reuel 1995, S. 407).

Die aufgeführten Beispiele verdeutlichen unterschiedliche Einschätzungen in bezug auf Funktion und Reichweite fachwissenschaftlicher Aussagensysteme. Diese drei Positionen lassen sich nicht zufällig bekannten technikdidaktischen Ansätzen zuordnen: *allgemeintechnologischer*, *mehrperspektivischer* und *arbeitsorientierter* Ansatz. Es fällt auf, dass offenbar gerade das Verhältnis zu den fachlichen Bezugsdisziplinen einen guten Teil der Selbstdefinition der Ansätze ausmacht. Im Falle des allgemeintechnologischen Ansatzes hat der Fachwissenschaftsbezug auch namensprägende Wirkung gehabt. Die große Bedeutung dieser Frage ist evident: Gerade in der Fach-, Sach- und Inhaltsdimension liegt ja der „Rechtsgrund“ (Blankertz 1974, S. 49) für Fachdidaktiken in ihrer Abgrenzung zur Allgemeinen Didaktik.

Die technikdidaktischen Positionen in dieser Frage stehen nicht allein – sie finden ihre Entsprechungen in anderen Fachdidaktiken und in der Allgemeinen Didaktik. Will man nicht bei der bloßen Beschreibung vorliegender Positionen stehen bleiben und versucht, tieferliegende Begründungsschichten freizulegen, so stößt man auf *wissenschafts- und erkenntnistheoretische Wurzeln* der Differenzen, ja letztlich auch auf unterschiedliche Welt- und Menschenbilder. Ein Blick auf das ganze Spektrum solcher Positionen zum Verhältnis von Fachwissenschaft und Fachdidaktik macht deutlich: Es reicht von der Verabsolutierung des Objektiven in Form etwa einer naiven Disziplinorientierung bis hin zur Überbetonung des Subjektiven und Situativen.

Aus meiner Sicht sind beide Extreme problematisch: Ein *radikaler Subjektivismus/Konstruktivismus* sieht zwar deutlich, wie stark das Individuum am Aufbau seiner Weltansicht beteiligt ist und schenkt der Lernaktivität des Subjekts die gebührende Aufmerksamkeit; er übersieht jedoch all zu leicht, dass sich die Sachen eben nicht beliebig in Dienst nehmen lassen, dass der fachwissenschaftliche Zugriff unverzichtbare Ordnungs- und Systematisierungsleistungen bietet. Auf der anderen Seite kann auch eine Orientierung an fachwissenschaftlichen Disziplinen allein nicht überzeugen. Häufig korrespondiert diese Sichtweise mit der erkenntnistheoretischen Position des *naiven Realismus*. Er nimmt ja (wie die Alltagsauffassung) an, es gebe eine objektive Realität an und für sich, die vom Erkennenden Bewusstsein bloß aufzunehmen sei. Lehren und Lernen besteht aus dieser Sicht v.a. in der Darstellung des objektiv Gegebenen einerseits und der Abbildung andererseits (deshalb etwas polemisch: Abbild-Didaktik). Diejenige Wissenschaft, welche die objektiven Strukturen des Gegenstandsbereiches ermittelt, kann dann auch für die Erstellung, Gliederung und Ordnung von Lerninhalten und Lernzielen herangezogen werden. Wir wissen allerdings heute, dass der Lernvorgang als aktiver Strukturaufbau zu verstehen ist, der wesentlich von Lernvergangenheit, aktueller kognitiver Struktur, Dispositionen und Intentionen des Individuums geprägt ist. Schon deshalb lassen sich Lerninhalte nicht einfach aus den Fachwissenschaften ableiten, sondern werden, wie dies Hilbert Meyer ausdrückt, „im Unterrichtsprozess durch das methodische Handeln des Lehrers und der Schüler hergestellt“ (Meyer 1987, S. 80).

Welche Schlüsse kann man aus der Gegenüberstellung ziehen? Der bisherige Argumentationsgang führt zur Notwendigkeit, beide Momente, personal-subjektive wie kulturell-objektive, begrifflich angemessen zu erfassen und ins Verhältnis zu bringen. Für diesen Zweck ziehe ich auf allgemein-pädagogischer Ebene den oben aufgewiesenen Begriff der *Bildung* heran. Auf fachdidaktischer Ebene scheint mir mit dem *Begriff des Problems* und des problemlösenden technischen Handelns ein begrifflicher Kristallisationspunkt gegeben, der den Verschränkungszusammenhang subjektiver und objektiver Momente in einer der Spezifik des Gegenstandsbereiches angemessenen Form zu fassen und darzustellen erlaubt. Einerseits entsteht ein Problem erst dann, „wenn ein Lebewesen ein Ziel hat und nicht ‚weiß‘, wie es dieses Ziel erreichen soll“ (Duncker 1935, S. 35), also aufgrund einer individuellen kognitiven Leistung; andererseits aber zielt die Problemlösungstätigkeit darauf ab, eine widerständige äußere Wirklichkeit den eigenen Handlungszielen gemäß zu verändern. Insofern stellt der Problembegriff eine Relation zwischen Subjekt und Objekt her und umfasst beide Relata in ihrem Aufeinander-bezogen-sein.

Wenn wir uns nun vor diesem Hintergrund fragen, welchen *Beitrag technikwissenschaftliche* und insbesondere allgemeintechnologische *Aussagensysteme für eine allgemeine technische Bildung* leisten können, so werden Begrenzungen unmittelbar deutlich: Es muss dem Technikunterricht um den Gesamtrahmen bildungsrelevanter Kulturinhalte gehen, wie sie sich im Lichte technikbezogener Bildungsabsichten darstellen. Dieser Rahmen ist keineswegs deckungsgleich mit den Inhalten der Technikwissenschaften oder überhaupt wissenschaftlicher Zugriffe. Die Technikwissenschaften sind in politische und wirtschaftliche Interessenskontexte eingebunden, ihre Forschungsgegenstände werden nicht nach Bildungskriterien festgelegt. Die Auswahl und Bestimmung der Unterrichtsthemen des Tech-

nikunterrichts kann sich deshalb nach ihnen nicht richten. Darüber hinaus behandeln die technikwissenschaftlichen Einzeldisziplinen (als Reflex der Herstellungsseite) manche Problemzusammenhänge kaum, die für die Lebensmeisterung und vernünftige Selbstbestimmung eminent wichtig sind: Technikgeschichte, Technikbewertung, der ganze Bereich der Technikverwendung sind Beispiele. Auch eine Allgemeine Technologie (wie umfassend sie auch immer angelegt wäre) kann als Wissenschaft nicht die ganze Fülle lebensweltlicher Perspektiven – etwa emotionale, soziale, ethisch-moralische, ästhetische, religiöse, pragmatisch-handlungsbezogene – integrieren.

Gerade der letzte Punkt scheint wichtig: Nur das technikbezogene Gesetzeswissen genügt wissenschaftlichen Ansprüchen. Unsere tägliche Lebenspraxis im Technotop bewältigen wir jedoch vor allem mit Hilfe technischen Könnens, funktionalen und strukturalen Regelwissens. Ropohl stellt hierzu fest: „In der Sachverwendung spielt technologisches Gesetzeswissen mithin keine besondere Rolle“ (Ropohl 1999a, S. 213).

Erkennbar wird: Die Gegenstände und Ziele einer Allgemeinen Technischen Bildung können nur von der Fachdidaktik bestimmt werden; sie muss einen eigenständigen Zugriff auf das Ganze der technisch geprägten Wirklichkeit nehmen und dabei insbesondere auf Aspekte der Lebens- und Lernbedeutsamkeit achten (vgl. Schmayl 1992, S. 8). Dennoch: Entbehrlich ist eine *technikwissenschaftliche Bezugsdisziplin* keineswegs. Es kann nun auch präziser bestimmt werden, welche ihrer Leistungen aus fachdidaktischer Sicht besonders wichtig sind.

Die Wissenschaft von der Technik muss sich dem Ganzen der Technik zuwenden, und damit rücken vor allem Ansätze einer *Allgemeinen Technikwissenschaft* in den Blick. Sie arbeiten fundamentale Kategorien sowie bereichsübergreifende Prinzipien der Technik heraus und unterstützen damit auch die Umsetzung des didaktischen Prinzips der Exemplarität. Allgemeine und spezielle Technologien stellen fachtypische Methoden zur Verfügung und fungieren – dem didaktischen Grundsatz entsprechend, dass nichts unterrichtet werden darf, was wissenschaftlich unhaltbar ist (vgl. Blankertz 1974, S. 132) – als Kontrollinstanzen für die fachliche Richtigkeit von Aussagen. Über die Klärung von Sachsystemstrukturen und -funktionen hinaus, wendet sich Allgemeine Technologie Aspekten des Mensch-Technik-Bezuges zu, etwa dem technischen Handeln und Problemlösen im Rahmen von Sachsystem-Herstellung, -Verwendung, -Außerbetriebnahme, der Technikgenese, Technikprognostik und Technikbewertung oder auch den sich über Sachtechnik vermittelnden gesellschaftlich-sozialen Verhältnissen.

Die technikwissenschaftlichen Disziplinen können die Bearbeitung all dieser Aufgaben sicherlich nicht nur aus eigener Kraft bewältigen. Dementsprechend ist interdisziplinäre Kooperation unverzichtbar. Die Arbeitsergebnisse der Partnerdisziplinen sind allerdings noch mit Blick auf technische Zusammenhänge zusammenzuführen und auf der Basis technischen Sachverständnisses zu konkretisieren.

Überschaut man den Stand allgemeintechnologischer Arbeiten, so wird deutlich, dass in einzelnen Bereichen durchaus schon wertvolle Erträge zu verzeichnen sind, etwa im Bereich der systemtheoretischen Modellierung von Sach-, Handlungs- und sozio-technischen Systemen. Es fällt jedoch auf, dass der Bereich der *Verwendung von Konsumgütern* im *privaten* Situationsfeld bisher am wenigsten zum Gegenstand allgemeintechnologischer

Klärung wurde. Dies, obwohl man annehmen muss, dass mehr als 90 % des Technikumgangs im privaten Bereich stattfindet (vgl. Ropohl 1999a, S. 123). Ausgerechnet derjenige Bereich also, der unser aller Leben im Technotop am stärksten und allgemeinsten betrifft, ist ein Stiefkind nicht nur der klassischen Technikwissenschaften, sondern auch der Allgemeinen Technologie!

Für Ansätze innerhalb der DDR ist diese Zurückhaltung auch dadurch zu erklären, dass technische Konsumgüter, da keine Arbeitsmittel, von Marx als unbedeutend eingeschätzt und dementsprechend im Gefolge dieser Sichtweise überhaupt nicht zur Technik gezählt wurden!³⁴

Wolffgramm sieht zwar auch heute die Produktionssysteme als „Hauptbereich technischer Systeme“, technische Konsumgüter werden aber doch erwähnt und Haushaltstechnik in einem Kapitel speziell behandelt (vgl. Wolffgramm 1997a, S. 37, 1997b, S. 471ff.). Insgesamt kann man hier aber sicherlich einen noch zu entfaltenden Bereich der Allgemeinen Technologie erkennen.

Dass sich etwa die gebräuchliche zweidimensionale Sachsystemklassifikationsmatrix – Output: Stoff, Energie, Information; Funktionsklassen: Wandlung, Transport, Speicherung (vgl. Ropohl 1999a, S. 131) – viel eher auf den Herstellungs- als auf den Verwendungsbereich anwenden lässt, obwohl beides dem Anspruch nach gleichermaßen der Fall sein müsste, merkt man etwa an der Schwierigkeit, Sachsysteme des *nichtproduktiven Verbrauchs* – etwa Sitzmöbel, Kleidungsstücke, Spiel- oder Sportgeräte – sinnvoll und funktional treffend einzuordnen. Worin besteht der „vorherrschende Output“ einer Kinderschaukel oder einer Hantel? Ob das Problem mit zusätzlichen Funktionsklassen zu lösen ist oder ob dadurch nicht die verführerische Überschaubarkeit und Handhabbarkeit der Matrix gefährdet würde, wäre zu prüfen. Lassen sich schon für den Bereich der Sachperspektive Ergänzungs- und Erweiterungsnotwendigkeiten konstatieren, so gilt dies in noch stärkerem Maße für die human-sozialen und Wertperspektiven der Technik.

Aber selbst dann, wenn die allgemeintechnologische Theoriebildung in Ausdehnung und Differenzierung bis zu einem wünschenswerten Entwicklungsstand vorangetrieben wäre, enthielte dieses wissenschaftliche Aussagensystem die Phänomene der Technik nicht als solche, sondern eben in wissenschaftlicher Selektion und Rekonstruktion. Dementsprechend ist bei der Inanspruchnahme der (Technik-)Wissenschaften für didaktische Zwecke grundsätzlich die Gefahr im Auge zu behalten, das wissenschaftliche Modell für das Original und für das Ganze des Phänomenbereichs zu nehmen und den von diesem Modell nicht erfassten Perspektiven, etwa den im Alltagshandeln vorrangig relevanten Formen des Handelns, Wissens und Bewertens, den „inoffiziellen Weltversionen“ und „unordentlichen

34 „Von allen Waren sind eigentliche Luxuswaren die unbedeutendsten für die technologische Vergleichung verschiedener Produktionsepochen.“ „Eine Maschine, die nicht im Arbeitsprozess dient, ist nutzlos“ (Marx 1962, S. 181, 185). „Die Technik ist Produkt des Arbeitsprozesses ... Ihre wesentliche, ursprünglich ausschließliche Bestimmung ist die als Arbeitsmittel, und zwar als Produktionsinstrument. Entsprechend dieser funktionellen Bestimmung zählen technische Konsumgüter, Halbfabrikate usw. nicht zur ‚Technik‘; sie besitzen künstlich-technische Natur lediglich nach Herkunft und Beschaffenheit, als Produkt, aber nicht als Arbeitsmittel“ (Klaus, Buhr 1972, S. 1071).

technischen Interessen“ der Schüler und Schülerinnen (vgl. Rumpf 1979; Sachs 1992, S. 9) zu geringe Bedeutung beizumessen.

Ich gehe von dem Primat der Pädagogik/Didaktik vor der Fachwissenschaft aus. Dennoch ist eine Theorie des technischen Gegenstandsbereiches unverzichtbar. Diese muss sich dem Ganzen der Technik zuwenden. Damit ist insbesondere die Allgemeine Technologie angesprochen. Ihr Ertrag und Erfolg hängt allerdings entscheidend davon ab, ob es ihr gelingt, einerseits den fachlichen Kern in seinem ganzen Umfang zu sichern und andererseits ein Integrationspotential für interdisziplinäre Bezüge, aber auch Anschlussstellen für Bestände nichtwissenschaftlichen Wissens- und Könnens, für alltagsweltliche Erfahrungsfelder und subjektive Deutungsmuster zu entfalten.

18 Zusammenhänge zwischen Technikentwicklung und weiterer Ausgestaltung der Technikdidaktik

Andreas Hüttner

18.1 Technik – Bezugswissenschaft der Technikdidaktik

Die Technikdidaktik gehört, wie auch die Allgemeine Didaktik, zu den pädagogischen Wissenschaftsdisziplinen. Demzufolge korrespondiert sie auf der pädagogischen Theorieebene mit allen anderen pädagogischen Fachdisziplinen. Zwischen der Allgemeinen Didaktik und der Technikdidaktik bestehen Interdependenzen. Beide Wissenschaftsdisziplinen orientieren und bereichern sich wechselseitig.

In fachwissenschaftlicher Sichtweise erschließt und nutzt die Technikdidaktik das Theoriegebäude der Technikwissenschaften und die vielfältige technische Anwendungspraxis für den Technikunterricht. Dabei werden sowohl geeignete Bildungsinhalte ermittelt als auch methodologische Strategien bezüglich ihrer Eignung für den Technikunterricht geprüft.

Inhalte für den Technikunterricht können fachbezogen oder nicht fachbezogen sein. Es gehört zu den Aufgaben der Technikdidaktik, fachbezogene Inhalte, nach einem „vielgliedrigen Transformationsprozess“ von den Technikwissenschaften und aus der Anwendungspraxis abzuleiten. Denn „Unterricht ist nicht Wissenschaftslehre en miniature, sondern ... didaktisch instrumentierte Lehre“ (Klingberg 1986, S. 671).

Auch die methodologischen Strategien der Technikwissenschaften können nicht einfach übernommen werden. Sie bedürfen der didaktischen Reduktion. Gemeint ist der „Zuschnitt“ auf das Leistungsvermögen Lernender. Zwischen technischen Forschungsexperimenten und technischen Experimenten, die im Technikunterricht zum Einsatz kommen, bestehen beträchtliche Unterschiede.

Die Technikdidaktik erforscht und erklärt die Unterrichtswirklichkeit, bezogen auf den Technikunterricht. Dabei kann eine eingeeengte oder eine ganzheitliche Sicht bestimmend sein. Vier Ebenen können jeweils eigenständig oder im Zusammenhang bearbeitet werden. Das sind

- die Theorieebene,
- die Analyseebene,
- die Planungsebene,

- die Handlungsebene.

Die *Theorieebene* durchdringt einerseits alle nachgeordneten Ebenen und wird andererseits durch diese, infolge Rückkopplung, selbst bereichert. Auf der *Analysenebene* erfolgt die Auswahl der Bildungsinhalte, die Bestimmung ihres Bildungsgehaltes, die Ergründung aller didaktischen Elemente und die Ermittlung anthropologischer Voraussetzungen. Theoretische Erörterungen zur Unterrichtsplanung und die Erarbeitung von Handlungsorientierungen gehören zu den fachdidaktischen Aufgaben, die der *Planungsebene* zuzuordnen sind. Mit *Handlungsebene* ist das reale Unterrichtsgeschehen gemeint.

Die nachfolgenden Aussagen erfassen die genannten Ebenen in ihren Interdependenzen.

Zur wissenschaftlichen Ausgestaltung des technikdidaktischen Theoriegebäudes ist eine stringente Erklärung des Wesens der Technik erforderlich. Diese Aufgabe haben die Technikwissenschaften bisher nicht bewältigt. Moser machte bereits 1973 darauf aufmerksam, dass man der Technik „nicht mit anderswoher bezogenen Hilfskonstruktionen Herr werden kann und deshalb aus den Gegebenheiten der Technik selbst heraus philosophieren muß“ (Moser 1973, S. 11).

Das Phänomen Technik und bestehende Lücken forderte insbesondere Philosophen, speziell die Technikphilosophen zum wissenschaftlichen Meinungsstreit heraus. Ihre Auseinandersetzung mit der Technik, ihre Bemühungen, zum Wesen der Technik vorzudringen, führten zu unterschiedlichen Erklärungen. Beispiele hierfür sind:

- „Technik ist ein faktisch vorgegebenes Phänomen, das es in der Mannigfaltigkeit seiner Erscheinungen, Abläufe und Beziehungen zu bedenken gilt, um von daher zu generellen Aussagen aufzusteigen“ (Rapp 1978, S. 29).
- Gehlen betont in anthropologischer Sicht: „Technik ist eine in der Evolution erworbene Organerweiterung des Menschen“ (Gehlen 1957, S. 54).
- Litt forderte, Technik als Bildungsinhalt in das Konzept der Allgemeinbildung aufzunehmen (vgl. Litt 1957).
- Ropohl knüpft bei Litt an und bereicherte die Diskussion zur Technikbildung an allgemeinbildenden Schulen (vgl. Ropohl 1976, S. 7f.). Mit seinem Buch „Eine Systemtheorie der Technik. Zur Grundlegung der Allgemeinen Technologie“ eröffnete er Zugänge zur Bestimmung technischer Bildungsinhalte für eine Allgemeinbildung (vgl. Ropohl 1979a).
- Ropohl wählte zur Beschreibung des Wesens der Technik drei „Bestimmungsstücke“. Das sind: (a) Artefakte als vorwiegend künstliche Objekte, (b) die Herstellung der Artefakte durch den Menschen (Erzeugnis menschlichen Könnens, Kunsterzeugnisse), (c) die Verwendung der Artefakte durch und im Rahmen zweckhaften Handelns.

Er beschreibt

- die Technikentwicklung,
- die technischen Systeme und die Mannigfaltigkeit der Verwertung technischer Erkenntnisse in ihren sozio-technischen Zusammenhängen,

- die Struktur und Funktionen technischer Systeme,
- die Interdisziplinarität der Technik,
- die Bezüge der Technik zur Gesellschaft und ihre „Mehrdimensionalität“ (vgl. Ropohl 1979a, S. 31).

Aus Sicht der Technikdidaktik müssen Aussagen zur Wesensbestimmung der Technik möglichst viele Bezüge ausweisen. Die von Wolffgramm entwickelten Technikpositionen werden diesem Erfordernis weitgehend gerecht. In seinem Verständnis umfasst die Technik „die materiellen Produktivkräfte der Gesellschaft. Sie ist die Gesamtheit der vom Menschen geschaffenen künstlichen Mittel und Verfahren seiner praktischen Tätigkeit. Er setzt sie zielstrebig und zweckorientiert zur Sicherung seiner Existenz und zur Erweiterung seiner Möglichkeiten zur Befriedigung seiner sich entwickelnden Bedürfnisse ein“ (Wolffgramm 1994, S. 26). Er begreift Technik als Bestandteil der objektiven, selbst geschaffenen Umwelt des Menschen, die Grundlage seiner individuellen und gesellschaftlichen Existenz ist: „Sie bildet einen relativ selbständigen Bereich der Wirklichkeit und ist gewissermaßen neben Natur und Gesellschaft eine ‚dritte Welt relativ selbständigen Charakters‘, die allerdings in enger Wechselwirkung und nicht ohne die beiden anderen Bereiche existiert“ (Wolffgramm 1994, S. 27). Es lässt sich konstatieren:

- Die Technik ist kein Werk der Natur, sondern der Menschen, die sie zu ihrer Bedürfnisbefriedigung in Form technischer Artefakte hervorbrachten und auch künftig weiter hervorbringen werden. Die Menschen sind Schöpfer und Anwender der Technik. Der Technikentwicklung und ihrer Anwendung müssen ethische und humane Kriterien zugrunde liegen.
- Das Hervorbringen und Anwenden von Technik vollzieht sich durch schöpferische Auseinandersetzung des Menschen mit Natur, Gesellschaft und mit sich selbst. Die Handlungsergebnisse sind künstliche Gebilde mit Gebrauchswert, die neben Mensch und Natur stehen und das Leben der Menschen sofort oder später beeinflussen.
- Durch Anwendung moderner Technik vergrößert sich der Technisierungsgrad in allen gesellschaftlichen Bereichen. Zugleich entstehen neue Probleme, die auf eine Lösung drängen, mit ihrer Lösung verbesserte Technik hervorbringen und gewachsene menschliche Bedürfnisse auf höherer Niveaustufe befriedigen können.
- Technisches Handeln in der Lebens- und Berufssphäre setzt allgemeine und berufsbezogene, spezielle Technikbildung und technische Fähigkeiten und Fertigkeiten voraus.
- Die technische Bildung an allgemeinbildenden Schulen, einschließlich Gymnasien, moderne Technikbildung an Berufsschulen für alle Berufe muss in einer Wissens- und Informationsgesellschaft größte Wertschätzung erfahren.
- Technik ist durch ein sehr komplexes, aber zugleich eigenständiges Gegenstandsfeld gekennzeichnet. Sie korrespondiert in vielschichtiger Weise mit den Natur- und den Gesellschaftswissenschaften, nutzt deren Erkenntnisse und bereichert sie durch die Bereitstellung technischer Artefakte.

In diesem Sinne ist *Technik* die Gesamtheit der durch den Menschen geschaffenen materiellen Mittel sowie der Verfahren zu ihrer Anwendung, mit denen die Menschen auf einer

gegebenen Stufe der gesellschaftlichen Entwicklung durch Erkenntnis und unter Ausnutzung der Naturgesetze die von der Natur gebotenen Energiequellen sowie Rohstoffe erschließen, verarbeiten, anwenden und zu ihrer Bedürfnisbefriedigung verwerten. Sie verändern dadurch die Natur, die Gesellschaft und sich selbst.

18.2 Technische Trends – Bildungskonsequenzen

Die allgemeinbildende Schule in Deutschland wird seit inzwischen mehr als 150 Jahren durch ein neuhumanistisches Bildungsideal geprägt, bei dem Bildungserfordernisse der Arbeitswelt nur eine untergeordnete Rolle spielen. In den deutschen Gymnasien der meisten Bundesländer wird Technik nicht als eigenständiges Fach gelehrt.

Deutschland, als hochentwickeltes Industrieland, bleibt hier mit seinem Schulsystem hinter anderen europäischen Ländern zurück. Zum Teil werden unsere Kinder mit dem technischen Wissen des 19. Jahrhunderts in die Lebens- und Arbeitswelt des 21. Jahrhunderts entlassen (vgl. Memorandum 1998, S. 9).

Die Folgen sind unübersehbar: Hochqualifizierte Ingenieure und Informatiker werden schon heute in der Wirtschaft und in anderen Bereichen der Gesellschaft, vor allem wegen der progressiven Integration moderner Informations- und Kommunikationstechnologien, vermisst. Aber auch „Nanotechnologie, Photonik, Mikrosystemtechnik, Molekulartechnik, Zell- und Biotechnologie, Software- und Computertechnologie, Verkehrsleittechnik, Produktions- und Managementtechnik“ (Memorandum 1998, S. 8) bedürfen zu ihrer Anwendung und Weiterentwicklung kreativer, technisch gebildeter Fachkräfte. Auf dem Gebiet der Innovationen stehen moderne Industriestaaten im Wettstreit. Aber auch zahlreiche ehemalige Entwicklungsländer haben aufgeholt. Innovationen, die für jede Wirtschaft einen hohen Stellenwert besitzen, bedürfen in erster Linie der Kreativität technisch gebildeter Menschen, die flexibel auf die sich stetig weiterentwickelnde Technik eingestellt sind. Die Vielfalt technischer Neuerungen, die hervorgebracht und fortlaufend im Wirkungsgrad erhöht werden, beeinflussen immer stärker das Denken und Handeln der Menschen. Neue Berufe entstehen, traditionelle verändern ihr Profil oder treten in den Hintergrund. Verbesserte Arbeitsorganisationen, und damit einhergehend komplexere Arbeitsanforderungen, rücken in den Vordergrund.

Um dem zu entsprechen, bedarf es erhöhter Anstrengungen bei der Durchsetzung von technischer Bildung und deren bedarfsgerechter Ausrichtung in allen Schulstufen und Formen sowie entsprechender didaktischer Konzeptionen, um diese Zielstellung zu realisieren. Technische Allgemeinbildung darf der beruflichen Spezialbildung nicht vorgreifen. Sie muss vielmehr junge Menschen an die Technik heranführen und dazu beitragen, dass sie die Technik für sich selbst erschließen.

Technikakzeptanz darf nicht auf kritische Wertung technischer Artefakte verzichten. Forderungen nach humaner Technikanwendung besitzen einen hohen Stellenwert. Es geht um tiefe Einsichten und um das Vermögen jedes Einzelnen zur „Technik-Folgen-Einschätzung“. Die Technikbildung muss die Technik in ihrer Mehrdimensionalität erklären.

Dabei gilt es in gleichem Maße, die unter konkreten gesellschaftlichen Bedingungen hervorgebrachte historische Technik, die gegenwärtige, moderne Technik sowie die bereits erkennbaren Trends einer zukünftigen Technik zu vermitteln. Technik ist zu beschreiben

- in ihren vielschichtigen Interdependenzen, also den Zusammenhängen und Wechselwirkungen, die durch sie und die bei ihrer Anwendung hervortreten,
- in ihrer Progression und Dynamik, also ihrer hohen Entwicklungs- und Erneuerungsinintensität,
- in ihrer zunehmenden Differenzierung und der daraus erwachsenden Vielfalt ihrer Artefakte, bei gleichzeitig zunehmender Integration,
- in ihrer nahezu universellen, dabei stetig steigenden Anwendungsbreite,
- in ihrer Verflechtung mit Politik, Wirtschaft, Kultur, den anderen Wissenschaften, der Freizeit der Menschen, mit der Umwelt und in ihrer Internationalität.

Technikbildung ist auf Zusammenhänge und Wechselwirkungen, die im Prozess der Technikentwicklung und bei ihrer Anwendung hervortreten, zu beziehen. Solche Zusammenhänge sind breit gefächert gegeben. Im Vordergrund stehen Zusammenhänge zwischen

- Technikentwicklung und politischen Entscheidungen,
- der Notwendigkeit zielgerichteter Technikforschung und der Schaffung der erforderlichen Bedingungen hierfür,
- Technikbildung und Innovationsfähigkeit der Gesellschaft,
- Technikanwendung und Entwicklung der Wirtschaft,
- Technikeinsatz und seinen Wirkungen auf die Menschen und auf die Natur,
- Techniknutzung in der privaten Lebenssphäre und der Befähigung zum Umgang der Menschen mit moderner Technik.

Diese ausgewählten Zusammenhänge sind vielschichtig miteinander verbunden. Durch technische Allgemein- und Spezialbildung wird aktives Handeln der Menschen im Rahmen dieser und weiterer Korrelationen möglich.

18.3 Fachdidaktische Konzepte zur vorberuflichen Technikbildung

Technikdidaktische Konzepte wurden bereits seit dem 18. Jahrhundert und verstärkt in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts konzipiert und in die Praxis überführt. Verwiesen sei auf die Arbeitsschulbewegung – etwa durch Kerschensteiner im Jahre 1911 –, den „Jena-Plan“ – durch Peter Petersen im Jahre 1925 –, die Kunsterziehungsbewegung – etwa durch Pralle und Förtsch im Jahre 1930 – sowie auf die Weimarer, später Dessauer Bauhauslehre, vertreten durch Gropius in den Jahren 1919 bis 1923 und weiter ausgestaltet durch Albers im Jahre 1928. Nach 1945 konnte an diesen Konzepten angeknüpft werden.

Durch die politische Teilung Deutschlands entstanden unterschiedliche fachdidaktische Konzepte. Im Osten Deutschlands wurde 1956 der *Polytechnische Unterricht* erprobt (vgl.

Kuhr 1991, S. 68). Die westlichen Bundesländer entwickelten *Konzepte für die Arbeitslehre und den Technikunterricht*. Wiemann legte 1963 ein didaktisches Modell zur Arbeitslehre vor (vgl. Wiemann 1963, S. 122). Auf dem ersten Werkpädagogischen Kongress der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 1966 verabschiedeten die Teilnehmer eine Neuorientierung für den Werkunterricht. Zugleich wurde die Bezeichnung „Technikunterricht“ eingeführt. Seit dieser Zeit sind drei Hauptkonzepte, das *fachspezifische*, das *gesellschaftsorientierte* und das *mehrperspektivische Modell* der Technikdidaktik, entwickelt worden.

- Das *fachspezifische Modell* der Technikdidaktik erfasst den Technikunterricht in seiner Eigenständigkeit.

Das Leitziel des Modells ist die Befähigung der Schüler/Innen zur Orientierung in ihrer von Technik geprägten Welt. Bei der Lerninhaltsauswahl wird an den Erkenntnissen der Ingenieurwissenschaften angeknüpft. Im Mittelpunkt stehen die technischen Inhaltskomplexe „Bau, Gerät und Maschine“. Darauf bezogen sollen Schüler/Innen mit der Konstruktion und Fertigung technischer Artefakte vertraut gemacht werden sowie technische Systeme und technische Wirkprinzipien kennen lernen. Der methodische Ansatz orientiert auf realitätsnahes technisches Denken und Handeln. Es soll besonders durch Lösen technischer Probleme gefördert werden.

- Das *gesellschaftsorientierte Modell* der Technikdidaktik geht über den einseitigen Technikbezug hinaus.

Technik wird kritisch, in ihren sozialen Wirkungen und Wechselwirkung mit der gesellschaftlichen Entwicklung, beschrieben. Das Leitziel orientiert auf Emanzipation junger Menschen beim Umgang mit der Technik, auf kritisches Verhalten zur Technik und erfolgreiches Handeln, ausgerichtet auf die Mitgestaltung der Gesellschaft.

Zu den lerninhaltlichen Schwerpunkten dieses Modells gehören die Bereiche Konsumtion, Produktion und Umwelt. Technische Artefakte werden vor allem aus der Sicht ihrer Verwertung (Konsumtion) kritisch untersucht. Entwicklungs- und Konstruktionsfragen stehen nicht im Vordergrund. Dagegen besitzt das Aufdecken von technischen Wirkungen Priorität.

Zu den Methoden gehören u. a. Arbeitsplatzanalysen, Exkursionen in produzierende Bereiche und technische Produktanalysen.

- Das *mehrperspektivische Modell* der Technikdidaktik erschließt die bewährten Positionen der vorher beschriebenen Modelle. Sie werden jedoch nicht lediglich übernommen, sondern unter Beachtung des Entwicklungsstandes der Technik und der veränderten Anforderungen, die eine durch Technik bestimmte Lebenswelt an die Menschen stellt, weiterentwickelt. Die bildungspolitischen Positionen orientieren sich an realen Zielen, die durch den Unterricht erreicht werden können. Das jeweils „Machbare“ wird mit bestehenden „Grenzen“ in Beziehung gebracht.

An den Technikunterricht werden reale Forderungen gestellt. Die enge Ausrichtung des fachspezifischen Modells u. a. auf die Befähigung der Schüler/Innen zum technologischen Handeln durch die unterrichtliche Problembearbeitung wird überwunden.

Ebenso werden überhöhte Forderungen des gesellschaftsorientierten Modells, u. a. bezogen auf Emanzipation, verlassen.

Im mehrperspektivischen Modell der Technikdidaktik steht die dialektische und ganzheitliche Erfassung der Unterrichtswirklichkeit im Vordergrund. Ropohls Positionen zur Technik gehören zu den fundierenden Grundlagen. Ihm gelingt die Zusammenführung ingenieurwissenschaftlicher Theorien zu einem geordneten Theoriesystem. Er erschließt zugleich die Struktur und die Funktionen der Techniksysteme, ihre Interdisziplinarität, die Bezüge der Technik zur Gesellschaft und ihre „Mehrdimensionalität“ (vgl. Ropohl 1979a, 1979b).

Die Technik bringt Artefakte (Sachsysteme) hervor. Das sind alle künstlich geschaffenen und angewendeten Gegenstände (vgl. Ropohl 1991, S. 11f.). Bei der Bestimmung von Bildungsinhalten wird an diesen Positionen angeknüpft. Sie müssen „der Mehrdimensionalität der technischen Bildung durch eine mehrperspektivische Betrachtungsweise ... entsprechen“ (Wilkening, Schmayl 1984, S. 65).

Das Leitziel des mehrperspektivischen Modells der Technikdidaktik verweist auf unterrichtliche Beiträge und die Vermittlung „einer an Humanität orientierten und durch kritische Reflexion begründeten Handlungsfähigkeit in technisch geprägten Lebenssituationen“ (Wilkening, Schmayl 1984, S. 67). Nachgeordnete differenzierte Lernziele sind auf Inhalte und Verfahren sowie auf das Verhalten und die Wertung der Technik gerichtet. Die Lerninhalte werden aus wichtigen Lebensbereichen und technisch geprägten Handlungsfeldern abgeleitet. Zu den Lebensbereichen gehören: Haushalt, Betrieb, Öffentlichkeit und Freizeit. Zugeordnet sind die technisch geprägten Handlungsfelder „Arbeit und Produktion“, „Bauen und Wohnen“, „Versorgung und Verkehr“, „Information und Kommunikation“ (vgl. Sachs 1981, S. 51f.).

Für die methodische Gestaltung des Technikunterrichts werden eine Vielzahl von Unterrichtsverfahren beschrieben. Sie sind für den Technikunterricht besonders geeignet, weil sie der Komplexität und Prozessualität der Technik entsprechen. Vor allem aber unterstützen sie die Entwicklung technischer Handlungskompetenz bei den Lernenden.

In der Wissensgesellschaft ist eine Weiterentwicklung des bisher bewährten technikdidaktischen Modells notwendig. Dabei rücken drei Aufgaben in den Vordergrund.

1. Die Leitlernziele sind auf die Erfordernisse der Technikentwicklung im 21. Jahrhundert auszurichten.
2. Die Schwerpunktsetzung für die technische Allgemeinbildung muss überprüft werden.
3. Unter den Bedingungen des zunehmenden Einflusses moderner Kommunikations- und Informationstechnologien muss das Methodenarsenal ausgeweitet werden. Teamlearning, Telelearning und offene Unterrichtsarrangements, die selbständiges und kooperatives Lernen initiieren, sind in den Vordergrund zu rücken.

Erste Vorstellungen für ein weiterentwickeltes Modell der Technikdidaktik werden nachfolgend referiert.

18.4 Das technikdidaktische Interaktionsmodell

Das *Interaktionsmodell für den Technikunterricht* rückt den Vollzug von Lehr- und Lernhandlungen in sozialer Interaktion in den Mittelpunkt. Kommunikation, Kooperation und Koordination begleiten diese Handlungen. Ein solches vielfältiges und differenziertes Handlungsgeschehen wiederum ist für die Auseinandersetzung Lernender mit Lerninhalten unerlässlich. Gemeint ist all das, was im Inneren des mikrodidaktischen Geschehens, unter Beachtung der makrodidaktischen Gegebenheiten, durch Handeln ausgelöst wird und in Bewegung kommt.

Bei seiner Entwicklung wurde an unterschiedlichen allgemeindidaktischen und technikdidaktischen Modellen angeknüpft. Das technikdidaktische Interaktionsmodell wird durch die Bestimmung der anthropologischen und soziokulturellen Bedingungen vororientiert. Es ist auf der Theorieebene angesiedelt, auf ganzheitliche Reflexion der Unterrichtswirklichkeit ausgerichtet und zielt auf eine lerneffektive, soziale Interaktion im Technikunterricht.

Zur Erforschung und Erklärung des unterrichtlichen Handlungsgeschehens werden historisch-hermeneutische Methoden, empirische Forschungsmethoden und kritisch-konstruktive Methoden wechselseitig genutzt. Das *Leitziel* des Interaktionsmodells orientiert auf

- ein Verständnis der Technik in ihren sozio-ökonomischen und ökologischen Zusammenhängen;
- ein eingestellt sein auf die Dynamik der Technikveränderungen und auf neue Wirkungen für Mensch, Natur und Gesellschaft beim Einsatz der Technik;
- die Aneignung der Technik durch kritisch-schöpferisches Handeln der Lernenden in weitgehend offenen Unterrichtsarrangements;
- die Anwendung der Technik unter Berücksichtigung ethischer und humaner Grundsätze.

Die *technischen Bildungsschwerpunkte* werden durch vier Anwendungsfelder bestimmt. Das sind

- Technik und Wirtschaft,
- Technik und nicht-wirtschaftliche Bereiche,
- Technik und Berufsarbeit,
- Technik und Umwelt.

Hiervon sind Inhaltskomplexe, Themen für Unterrichtseinheiten und Unterrichtsstunden abzuleiten. Drei *Leitlinien* durchdringen die von den technischen Bildungsschwerpunkten abgeleiteten differenzierten Bildungsaufgaben für eine Unterrichtseinheit bzw. für eine Unterrichtsstunde. Das sind

- die historisch gewordene Technik,
- die gegenwärtig angewandte Technik,
- die Trends der Technikentwicklung.

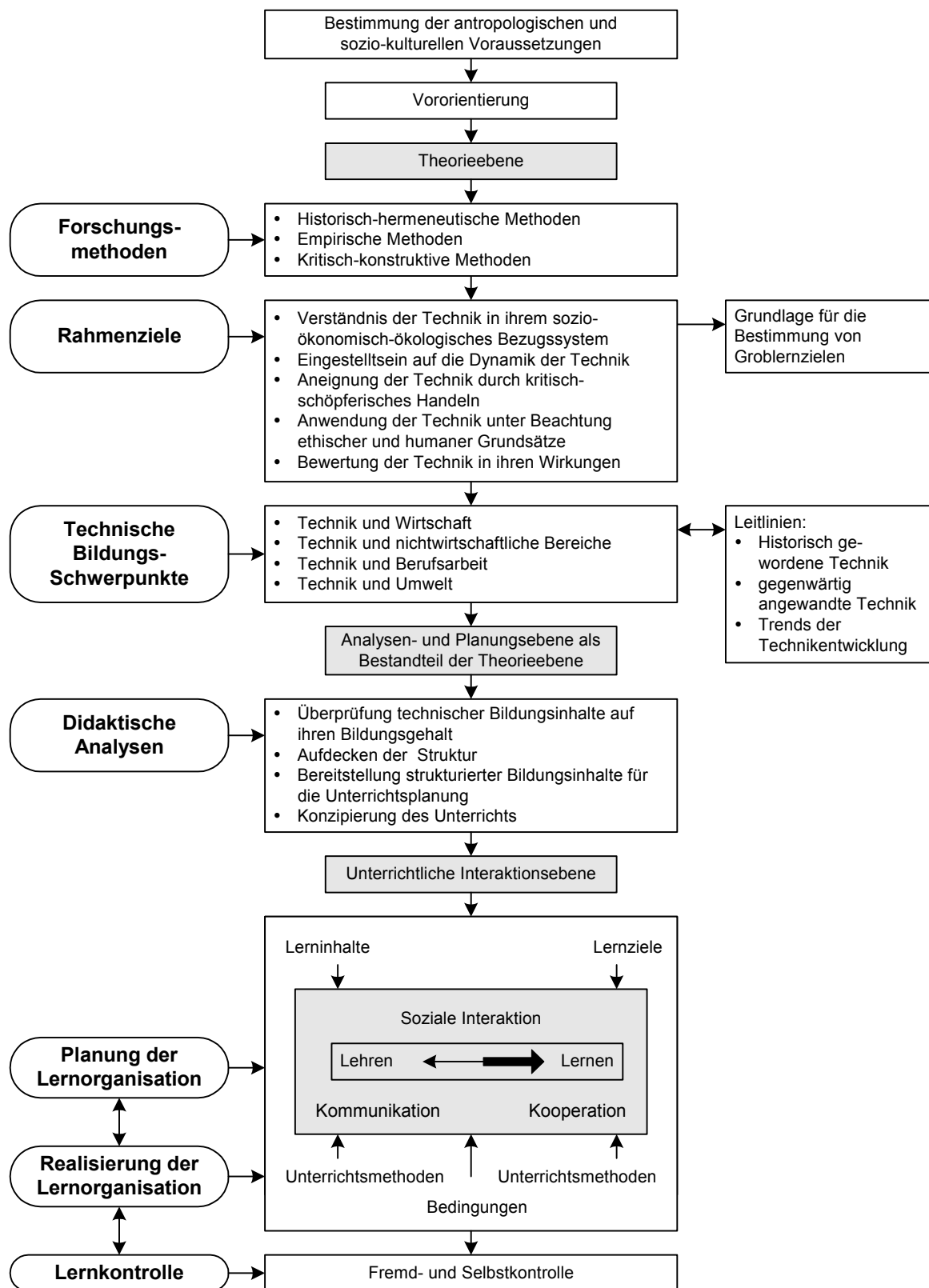


Abbildung 31: Schematische Zusammenfassung der Bestimmungsstücke des Interaktionsmodells für den Technikunterricht

Auf der *Analysen- und Planungsebene* sind technische Bildungsinhalte auf ihren Bildungsgehalt zu überprüfen, fachwissenschaftlich zu strukturieren und für die Planung bereitzustellen. Im Zentrum der Lernorganisation steht die Lehren-Lernen-Grundrelation, die auf Lernen zentriert ist. Soziale Interaktion und die sie bestimmenden Handlungen Kommunikation und Kooperation determinieren ihren Verlauf und den Wirkungsgrad des Technikunterrichts.

Unterrichtsmethoden (Lehrmethoden, methodische Grundformen und Unterrichtsverfahren) werden entsprechend der Ziele und der Spezifik des Lerninhalts eingesetzt. Unterrichtsmedien sind in ihrer Vielfalt zu erschließen. Den Bedingungen für unterrichtliche Lernarrangements wird besondere Beachtung geschenkt. Zur Erfüllung gestellter differenzierter Lernziele und die Initiierung der aktiven Auseinandersetzung ist die *Lernkontrolle* erforderlich. Sie wird als Fremd- und Selbstkontrolle der beteiligten Partner verstanden.

In einer schematischen Übersicht (vgl. Abbildung 31, s. o.) werden wesentliche Orientierungen des Interaktionsmodells zusammengefasst und in ihren Interdependenzen veranschaulicht.

19 Curriculumentwicklung für eine arbeitsorientierte Allgemeinbildung in der Sekundarstufe I

– fachdidaktische Implikationen des Technikbegriffs –

Bernd Meier, Hermann Zöllner

19.1 Einführung

Aus unseren Arbeitsfeldern als Fachdidaktiker und Curriculumentwickler für das Lernfeld Arbeitslehre halten wir eine fachliche Auseinandersetzung mit dem Technikbegriff für notwendig, um zu einem fundierten curricularen Erschließungsmodell der „Arbeits- und Wirtschaftswelt“ zu gelangen. Es geht uns in diesem Aufsatz nicht darum, die Anzahl von Technikdefinitionen um eine weitere zu vermehren. Wir wollen statt dessen Technik in ihrer Interdependenz mit anderen wesentlichen Merkmalen der „Arbeits- und Wirtschaftswelt“ kennzeichnen. Ohne die Technikdimension halten wir ein fachdidaktisches Modell der Arbeits- und Wirtschaftswelt für nicht zureichend. Die Verortung von Technik in einem solchen Modell hängt entscheidend vom „Integrationsmodell Arbeits- und Wirtschaftswelt“ und vom Technikverständnis ab. Diese Bemerkungen deuten an, dass es Ansprüche vom curricularen Rahmen aus an die Fachkonzepte gibt, wie umgekehrt diese ihr Eigenrecht gegen einen solchen Rahmen behaupten können.

Deshalb wollen wir im Folgenden auch beide Ebenen berücksichtigen. In einem ersten Abschnitt formulieren wir kurz aus allgemeiner Sicht die Ansprüche an die theoretischen Konzepte von Technik und diskutieren im zweiten Teil fachliche Kontroversen zum Technikbegriff. Danach entwickeln wir unser Modell der Erschließung der Arbeits- und Wirtschaftswelt und konkretisieren dies an einem Beispiel. Eine unserer Intentionen besteht darin, zwischen theoretisch unterschiedlichen Konzepten Verbindungen zu ziehen und Brücken zu finden.

Dieser Beitrag ist mitten im Prozess der Erarbeitung eines Curriculums für das Fach Arbeitslehre im Land Brandenburg entstanden. Er widerspiegelt den gegenwärtigen und noch vorläufigen Erkenntnisstand. Später mögliche Revisionen liegen in der Natur derartiger Prozesse. An kontroversen und konstruktiven Stellungnahmen, die unsere eigenen Überlegungen weiterbringen können, sind wir sehr interessiert.

19.2 Verständnis von Technik, Arbeit und Wirtschaft – Ansprüche aus Sicht der Curriculumentwicklung

Ansprüche an das Verständnis von Technik, Arbeit und Wirtschaft entwickeln wir auf der Grundlage der Bildungsziele der allgemeinbildenden Schule, des Beitrags des Faches Arbeitslehre zur Grundbildung in der Sekundarstufe I und des Fachkonzeptes.

Wie wir weiter hinten etwas ausführlicher darstellen werden, bedeutet dies, dass ein Rahmenplan auch aus der Perspektive eines Grundbildungskonzeptes für eine Schulstufe entwickelt wird. Darüber hinaus kann das Fach Arbeitslehre – je nach Länderkonzept – auch systematisches Bezugsfach für ökonomische und technische Bildung sein und hat von daher Schwerpunkte, die aus einer engen fachspezifischen Sicht heraus möglicherweise nicht ableitbar sind.

Technik

Für die Curriculumentwicklung in der allgemeinbildenden Schule müssen wir von einem Technikbegriff ausgehen, der Technik als soziokulturelles „Phänomen“ betrachtet. Als solches umfasst sie drei Bestimmungsstücke:

- den Herstellungs-/Erzeugungszusammenhang sowie den Verwendungszusammenhang einschließlich der Entsorgung technischer Sachsysteme;
- die technische Phylogenese (Technikgenese) und
- die Methoden technischen Handelns (vgl. Banse 2000b).

In diesem Verständnis hat Technik grundsätzlich Systemcharakter und ist eingebettet in die Zusammenhänge der Arbeits- und Wirtschaftswelt.

Dieser oben zu Grunde gelegte Technikbegriff ähnelt dem schon vom Technikphilosophen Tuchel vorgeschlagenen Begriff: „Technik ist der Begriff für alle Gegenstände und Verfahren, die zur Erfüllung individueller oder gesellschaftlicher Bedürfnisse auf Grund schöpferischer Konstruktion geschaffen werden, durch definierbare Funktionen bestimmten Zwecken dienen und insgesamt eine weltgestaltende Wirkung ausüben“ (Tuchel 1967, S. 24).

Dieser Technikbegriff wurde von Ropohl aufgenommen und in einer Form weiterentwickelt, die inzwischen auch vom VDI übernommen wurde. Ropohl akzentuiert aus seiner eher systemtheoretischen Sicht folgende drei Bestimmungsstücke des Technikbegriffs:

- die Menge der nutzenorientierten, künstlichen, gegenständlichen Gebilde (Artefakte oder Sachsysteme);
- die Menge der menschlichen Handlungen und Einrichtungen, in denen Sachsysteme entstehen;
- die Menge der menschlichen Handlungen, in denen Sachsysteme verwendet werden (vgl. Ropohl 1999a, S. 30ff.).

Uns interessiert an diesem Verständnis die Betonung von Sach- und Handlungssystemen – also Mensch-Technik-Beziehungen – und des Produktlebenszyklus; damit erhält dieser Ansatz auch fachdidaktische Relevanz, worauf später noch einzugehen ist.

Entsprechend unserer Absicht, Technik in einem „Integrationsmodell Arbeits- und Wirtschaftswelt“ zu verorten, muss eine weitere Akzentuierung vorgenommen werden. Technik ist praktisch nicht aus einem Komplex natürlicher und gesellschaftlicher Bedingungen herauszulösen (vgl. Wolffgramm 1994, S. 26f.).

So betont beispielsweise Agoston: „Die Technik ist ... – und dies ist eines ihrer wesentlichen Kriterien – die spezifische Einheit der natürlichen und gesellschaftlichen Momente“ (Agoston 1965, S. 120).

Die sogenannten natürlichen Momente werden durch die naturwissenschaftlichen Bindungen technischer Prozesse und technischer Sachsysteme bestimmt. Die gesellschaftlichen Momente erwachsen auch aus ihrer Finalorientierung. Technik ist immer auch Mittel zum Erreichen angestrebter Zwecke, Werte, Interessen. Mit den Bedingungen des Zwecks dokumentieren technische Lösungen auch ökonomische, ökologische, politische, soziale und nicht zuletzt auch ethische, moralische und ästhetische Bedingungen bzw. Bestrebungen.

Der Technikbegriff in den Modellen der Technikdidaktik

Schmayl kennzeichnet – allgemein anerkannt – drei grundlegende Modelle der Technikdidaktik: das fachspezifische, gesellschaftsorientierte und mehrperspektivische Modell. Diese Modelle werden anhand von drei Ansätzen weiter konkretisiert: der allgemeintechnologische, arbeitsorientierte und mehrperspektivische Ansatz. Nach seiner Auffassung stellt der mehrperspektivische Ansatz eine Fortschreibung der bisherigen Ansätze dar und findet höchste Akzeptanz und Anwendung in Theorie und Praxis. Hinsichtlich des den Modellen zu Grunde gelegten Technikbegriffs konstatiert er deutliche Differenzen:

- Der allgemeintechnologische Ansatz beruht auf einem sachbezogenen Technikbegriff;
- der arbeitsorientierte Ansatz beruht auf einer kontextgebundenen arbeits- und gesellschaftsorientierten Technikbetrachtung;
- der mehrperspektivische Ansatz geht von einem „mehrdimensionalen“ Technikbegriff aus und begreift Technik als menschliche Praxis (vgl. Schmayl 1992, S. 9).

Mit Blick auf die Modelle der Technikdidaktik, wie sie sich in Deutschland historisch unter den verschiedenen gesellschaftlichen Bedingungen herausgebildet haben, sei darauf verwiesen, dass diese Modelle einer Weiterentwicklung bedürfen und es wenig ergiebig ist, ein bestimmtes Modell zu hypertrophieren (vgl. Meier 1999). Die Lehrplantheorie belegt, dass sich weder aus dem Technikbegriff noch aus anderen Sachbezügen Curricula deduktiv ableiten lassen. Selbst bei einem einheitlichen Technikbegriff wird die Konstruktion überaus differenzierter fachdidaktischer Modelle möglich. Die Ursache hierfür ist die bildungstheoretische und bildungspolitische Implikation im Rahmen der Curriculararbeit.

Das Ziel der Weiterentwicklung muss auf adäquate Anwendung der Modelle für die bildungstheoretischen Vorstellungen gerichtet sein. Ein derartiges Vorgehen ist in Bezug auf die genannten Modelle der Fachdidaktik um so notwendiger, da hier offensichtlich Elemente gegenübergestellt und abgegrenzt werden, die sich kaum vergleichen lassen.

Das fachspezifische Modell – konkretisiert als allgemeintechnologischer Ansatz – widerspiegelt in erster Linie die Inhaltsebene des Bildungsprozesses und fixiert bzw. strukturiert den Aneignungsgegenstand. Im Mittelpunkt stehen die Grundkategorien Stoff, Energie und Information in ihrer Betrachtung unter der Perspektive der technologischen Grundvorgänge.

Das gesellschaftsorientierte Modell – konkretisiert als arbeitsorientierter Ansatz – liegt stärker auf der Ebene der Intentionalität des Aneignungsprozesses und präzisiert den konstitutiven Zusammenhang von Arbeit und Technik, wie Ropohl ihn nachhaltig beschreibt (vgl. Ropohl 1997c). Zugleich bewahrt dieser Ansatz vor technizistischen Betrachtungsweisen und rückt den Gedanken des sozio-technischen Systems in den Mittelpunkt der Betrachtungen.

Das mehrperspektivische Modell bzw. der mehrperspektivische Ansatz stellt in erster Linie die Zielebene des Bildungsprozesses sowie seine Vermittlungs- bzw. Aneignungsebene in den Mittelpunkt der Betrachtungen. Es sichert einerseits die notwendige Allseitigkeit bzw. Ganzheitlichkeit der Bildung und andererseits die Berücksichtigung fachdidaktisch relevanter Erkenntnisperspektiven für eine erweiterte Techniklehre zur Herausbildung von Bereitschaft und Fähigkeit zur Mitgestaltung, Mitverantwortung und Mitbestimmung.

Wenn auch relativ aktuelle Rahmenpläne in einzelnen Bundesländern (Baden-Württemberg, Schleswig-Holstein) sich auf das Konzept der Problem- und Handlungsfelder „Arbeit und Produktion“, „Bauen und gebaute Umwelt (Wohnen)“, „Versorgen und Entsorgen“, „Transport und Verkehr“ sowie „Information und Kommunikation“ stützen, so muss hier auf die Interdependenzen und Überschneidungen verwiesen werden. Beispielsweise ist „Arbeit und Produktion“ derartig fundamental und müsste in allen anderen Feldern ebenfalls seinen Niederschlag finden. Gleiches gilt für Prozesse der „Information und Kommunikation“, die die anderen Felder durchsetzen. Darüber hinaus bleibt der tertiäre Sektor unterrepräsentiert, so dass beispielsweise solche Felder wie „Handel und Distribution“ und „Versichern und Vorsorgen“ ergänzt werden müssten.

Betonten wir obenstehend, dass es in der weiteren Forschung zur Didaktik einer allgemeinen technischen Bildung auf die curriculare Integration der genannten fachdidaktischen Modelle ankommt, so sei darauf verwiesen, dass das bezeichnender Weise von Schmayl nicht genannte und untersuchte polytechnische Modell einen ersten Schritt zur Integration vornahm. Unter Anerkennung der hinlänglich diskutierten Mängel und Vereinseitigungen polytechnischer Bildungskonzeptionen (vgl. Rothe 1990; Zöllner 1991) wurde auf intentionaler Ebene die Marxsche Position zum unauflöslichen Zusammenhang von Technik und Arbeit sowie zur Arbeit als Hauptfeld der Schaffung von Menschheitskultur, als Hauptform der individuellen und kollektiven Entäußerung des Menschen für das Gemeinwohl angelegt. Auf inhaltlich-struktureller Ebene folgte der Ansatz den Grundzügen der Allgemeinen Technologie (vgl. Blandow, Wolffgramm 1975) mit den Kategorien Stoff, Energie

und Information sowie den technologischen Grundvorgängen. Bezüglich der Gestaltung des Aneignungsprozesses wurden differenzierte Erkenntnisperspektiven (technologischer Aspekt: Zweck – Mittel, technischer Aspekt: Aufbau – Funktion, naturgesetzlicher Aspekt: Ursache – Wirkung, ökonomischer Aspekt: Aufwand – Nutzen, weltanschaulicher Aspekt: Politik- Ideologie) angewendet (vgl. Wachner 1968).

19.3 Skizze zum didaktischen Modell zur Erschließung der Arbeits- und Wirtschaftswelt

In diesem Kapitel wollen wir im Überblick darstellen, wie wir die Inhalte des Arbeitslehre-curriculums bestimmen können. Es sei nochmals betont, dass das Arbeitslehrecurriculum, mit dem Schülerinnen und Schüler einen Zugang zur Arbeits- und Wirtschaftswelt finden sollen, mehr als nur die traditionelle arbeitsorientierte Bildung umfasst, da die Arbeits- und Wirtschaftswelt nicht allein auf Arbeitssysteme zurückgeführt werden kann. Auch die vorliegenden Technikdidaktikmodelle können nicht zur Anwendung kommen, weil die isolierte didaktische Erschließung von Technik nicht im Zentrum der pädagogischen Funktion des Faches steht.

Abbildung 32 soll den Zusammenhang des Erschließungsmodells verdeutlichen.

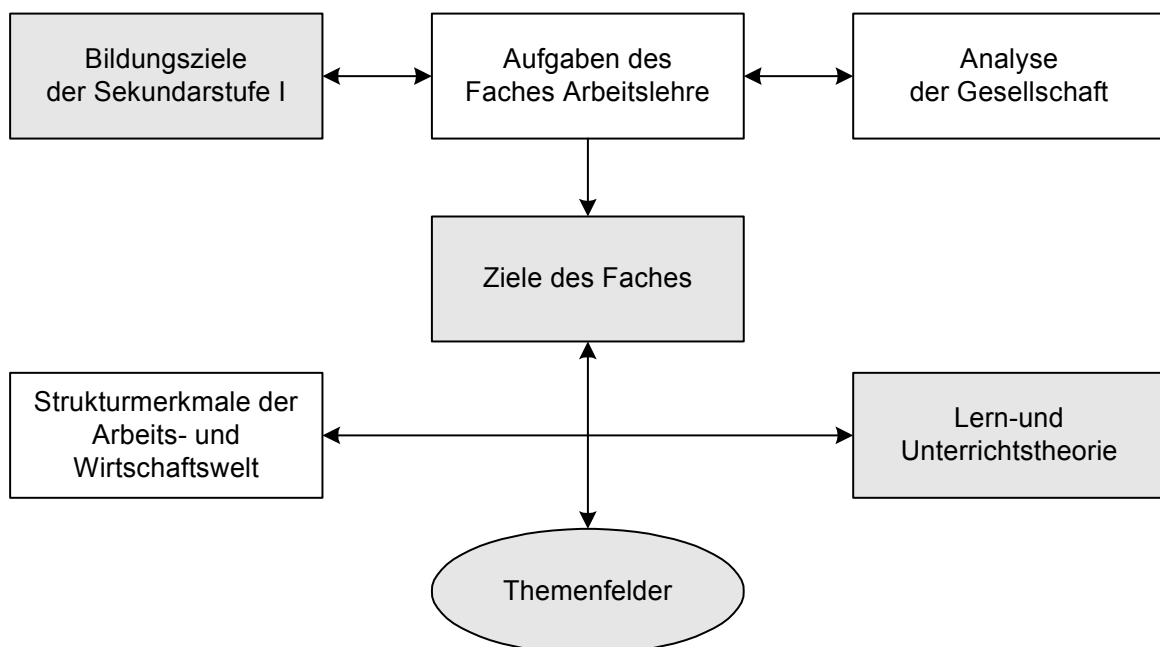


Abbildung 32: Zusammenhänge zur Bestimmung der Inhalte der Arbeitslehre

Die Ziele des Faches können nicht allein aus fachlicher Sicht entwickelt werden, da das Fach eben nur einen *Beitrag* zur Bildung in der Sekundarstufe I leistet. Deshalb reflektie-

ren wir die übergreifenden Ziele für die Sekundarstufe I (Ausbildungsfähigkeit, Anschlussfähigkeit, Mitbestimmungs- und Teilhabefähigkeit, Stärkung der Persönlichkeit), die Aufgabe des Faches (traditionell: Hinführung zur Arbeits- und Wirtschaftswelt) mit; wir müssen ebenfalls prüfen, ob die gegenwärtige gesellschaftliche Entwicklung und ihre Zukunftstendenzen zu einer Überarbeitung/Akzentuierung der fachlichen Ziele führen muss. Die Komplexität der Arbeits- und Wirtschaftswelt schließt ein Hineinwachsen aus, sie erfordert eine pädagogisch geleitete Aneignung und Unterstützung der Persönlichkeitsbildung. Persönlichkeitsbildung durch den Erwerb einer arbeitsorientierten technisch-ökonomischen Bildung ist zugleich Sozialisation, Einführung in die Arbeitswelt.

Für unseren Zusammenhang ist die Vergesellschaftungsform in der Arbeits- und Wirtschaftswelt relevant; die traditionelle Arbeitslehre sieht die zukünftig Beschäftigten als Arbeitnehmer.

Mit der Veränderung von Arbeits- und Beschäftigungsverhältnissen geht aber auf betrieblicher Ebene ein Reorganisationsprozess der Arbeitskraft einher, der tendenziell eine Abkehr vom Modell des relativ gesicherten und hoch standardisiert sowie dominant weisungsgebunden eingesetzten Beschäftigten („Normalarbeitsverhältnis“ – vgl. Mückenberger 1985) bedeutet. Dies findet sowohl im Rahmen traditioneller Beschäftigungsverhältnisse (Gruppenarbeit, Führung durch Zielvereinbarung u. a.) wie auch über formell selbstständige Formen der Erwerbsarbeit (Zusammenarbeit mit Freiberuflern, Netzwerkorganisation, virtuelle Unternehmensformen u. a.) statt. Diese von den Unternehmen ausgehende Veränderung wird begleitet und verstärkt durch die gesamtgesellschaftlichen Entwicklungstendenzen der Individualisierung, die sich z. B. in der Anforderung an die Arbeitskräfte zeigt, für die Erhaltung der eigenen Arbeits- und Beschäftigungsfähigkeit verantwortlich zu sein (vgl. Voss, Pongratz 1998).

Die Auswirkungen der Veränderungen des Leittyps vom Arbeitnehmer zum „Arbeitskraftunternehmer“ sind nicht auf die Erwerbsarbeit beschränkt. Sie verändern auch die Eigenarbeit, was hier aber nicht weiter ausgeführt werden kann.

Auf diesem Hintergrund revidieren wir die *fachlichen Ziele* in folgendem Sinne:

- Schülerinnen und Schüler gestalten den Übergang in die Arbeits- und Wirtschaftswelt erfolgreich (Kriterium könnte sein: Wahl einer Berufsausbildung oder eines weiterführenden Bildungsgangs/Studium im Einklang mit eigenen Vorstellungen).
- Schülerinnen und Schüler erwerben solche Kompetenzen, um als Berufstätige und Verbraucher in ihrem von Erwerbsarbeit geprägten Alltag selbständig und eigenverantwortlich zu handeln.
- Sie können – in Aspekten – die technischen, ökonomischen, gesellschaftlichen Strukturen der Arbeits- und Wirtschaftswelt verstehen und bewerten.
- Sie erwerben Erfahrungen, Bereitschaft und Wissen, das sie befähigt, an der Gestaltung der Arbeits- und Wirtschaftswelt mitzuwirken.

Grundlegende Strukturmerkmale der Arbeits- und Wirtschaftswelt für ein Arbeitslehrecurriculum

Die Arbeits- und Wirtschaftswelt existiert wie jedes soziale System nicht im luftleeren Raum und ist deshalb im Zusammenhang von Raum und Zeit zu beschreiben. Als gesellschaftliches Subsystem steht sie in Verbindung mit anderen solchen Subsystemen. Die Differenzierung der Subsysteme folgt der Logik der funktionalen Differenzierung. Sie ist gebunden an intersubjektiv geltende Werte, geprägt von gesellschaftlichen Machtverhältnissen, zu deren Erhalt und Wandel sie beiträgt.

Sie ist in sich durch Institutionen gegliedert, die unterschiedliche Systemebenen prägen. Deshalb unterscheiden wir zwischen den Ebenen Arbeitsplatz, Betrieb/Haushalt, Markt/Unternehmen, Beruf, nationalstaatliche Institutionen, internationale Organisationen/Institutionen.

Kennzeichnend sind die Dimensionen Arbeit, Technik und Ökonomie. Da sie nicht vollständig ineinander aufgehen, können Arbeitssituationen oder Arbeitssysteme nicht wie in anderen Konzeptionen den (alleinigen) Kern der didaktisch erschlossenen Arbeits- und Wirtschaftswelt ausmachen. In einer Übersicht veranschaulicht, kommen wir deshalb zu folgendem Modell (vgl. Abbildung 33).

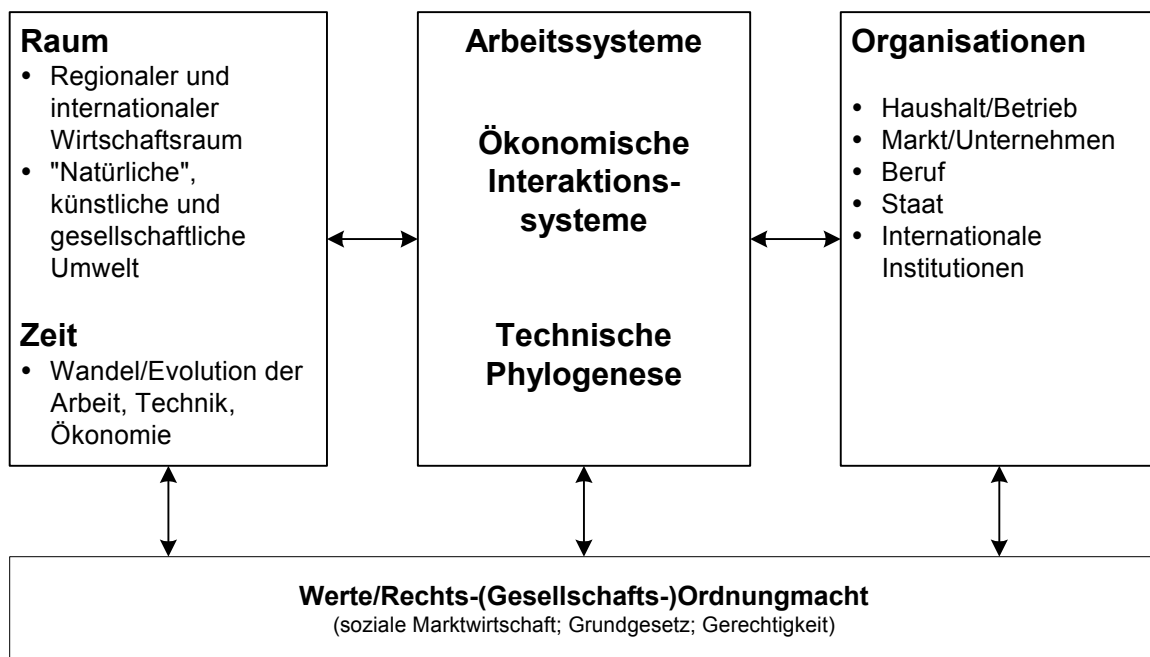


Abbildung 33: Strukturmerkmale der Arbeits- und Wirtschaftswelt

Arbeitssysteme (Erwerbs- und Eigenarbeit)

Sie umfassen die Akteure mit Zielen und Interessen, Konflikten, der Arbeitsaufgabe und die Bedingungen. Es hat sich zur didaktischen Erschließung folgende – leicht modifizierte – klassische Struktur bewährt (vgl. Tabelle 3). Davon unterscheiden wir

Ökonomische Interaktionssysteme

Ökonomisches Handeln lässt sich nicht ausschließlich auf Systeme der Erwerbs- und Eigenarbeit reduzieren. Man denke z. B. an den Handel auf Güter-, Faktormärkten. Wirtschaftliches Handeln findet in Kooperation statt und beruht auf der Grundlage, dass alle Beteiligten in der Kooperation gewinnen. Wirtschaftliches Wachstum von Unternehmen und Volkswirtschaften sowie Wohlstand einzelner sind dafür der Ausdruck. Diese Kooperation findet aber nach Regeln statt, die wir im Privateigentum/Verfügungsrechten, Tausch, Arbeitsteilung, Umgang mit Risiken, Leistungswettbewerb u. a. finden.

Tabelle 3: Aspekte und Elemente von Arbeitssystemen

Aspekt/Organisation	Arbeitsplatz	Betrieb/Unternehmen Haushalt	Beruf	Staat/Gesellschaft
Technischer Aspekt				
Ökonomischer Aspekt				
Sozialer Aspekt				

Ebenso lässt sich die *technische Phylogenese* – im Unterschied zum Lebenszyklus von Artefakten – nicht von den Arbeitssystemen ableiten, da der soziale Evolutionsprozess der Technik eine naturwissenschaftlich, kulturell und sozial vermittelte Eigenlogik besitzt.

Macht

Macht und Herrschaft sind Aspekte sozialer Systeme. Arbeits- und Wirtschaftswelt beschäftigt sich mit Ressourcen, die in besonderem Maße zur Reproduktion oder Veränderung von Macht- und Herrschaftsstrukturen beitragen. Diese Ressourcen kann man in allokativen und autoritativen gliedern. Allokative Ressourcen beinhalten materielle Aspekte der Umwelt (Rohstoffe), aber auch materielle Produktions- und Reproduktionsmittel sowie produzierte Güter. Autoritative Ressourcen betreffen vor allem die Organisation der Zuteilung von Lebenschancen.

In der obigen Übersicht bildet der lerntheoretische Bereich einen eigenen Faktor bei der Bestimmung der Inhalte (Themenfelder). Dieser soll nun kurz skizziert werden. Lernprozesse im Fach Arbeitslehre sind nicht ablösbar vom Gegenstand: Traditionell kennzeichne-

te die handwerkliche Praxis das Lernen in den Bezugsfächern. Die moderne Arbeitspädagogik bezeichnet dagegen das Lernen in diesem Bereich als „Arbeitslernen“, womit es sich von anderen Schulfächern deutlich unterscheidet. Arbeitslernen wird verstanden als „Einheit von Handlungslernen und Bedingungslernen“ (vgl. Dederling 1998; Geißler 1996). Das erfordert Unterrichtsarrangements, die Handeln und Reflektieren ermöglichen. Die erhöhten Anforderungen an Selbständigkeit und Selbstverantwortung in der Arbeits- und Wirtschaftswelt führen zu einem zweiten Aspekt, der die Lernprozesse bestimmt: die Selbstorganisation von Arbeitslernprozessen. Dadurch können die Schülerinnen und Schüler einen erfahrungsbezogenen Zugang zu Arbeitssystemen gewinnen und die Gestaltungsfähigkeit ausbilden, die der grundlegende Wandel der Arbeitsgesellschaft erfordert.

Themenfelder

Die Themen benennen Sachverhalte, an denen sich Schülerinnen und Schüler das Zusammenwirken von Arbeit, Technik und Ökonomie auf der entsprechenden didaktischen Reduktionsstufe handlungsorientiert aneignen können.

Die Schneidung der Inhalte ist primär fachlich bestimmt. Nach dem gegenwärtigen Entwicklungsstand gibt es folgende Themenfelder:

- Arbeit und Lebensgestaltung
- Mensch, Arbeit und Mobilität
- Mensch, Arbeit und Kommunikation
- Partizipation in der Arbeitswelt
- Mensch, Arbeit und Umwelt
- Wandel der Arbeit – Rationalisierung und Selbstorganisation.

Einige Aspekte, die für den Aufbau der einzelnen Themenfelder wichtig waren, sollen nachfolgend erläutert werden.

Die Themen werden immer in *Handlungssystemen* strukturiert. Handlungssysteme sind aber auf *unterschiedlichen Ebenen* (vgl. die Organisationstypen in der Übersicht) angesiedelt. Deshalb bietet sich die Unterscheidung zwischen vier Ebenen an, die aber nicht mit einer systemtheoretischen Erklärung der Arbeits- und Wirtschaftswelt verwechselt werden soll: die Mikroebene (Betrieb/Haushalt), die Mesoebene (regionale Wirtschaftsräume, Branchen, Technikentwicklung), die Makroebene (gesamtgesellschaftlich-politische Entscheidungen und Steuerungen), die Metaebene (gesamtgesellschaftliche Wert- und Zielvorstellungen – vgl. Spangenberg 2000, S. 252).

Welche Bedeutung diese Unterscheidungen für den Unterricht hat, wird auch am folgenden Beispiel deutlich werden. Arbeits- und Wirtschaftswelt ist grundsätzlich von *Konflikten* gekennzeichnet. Schließlich werden die Themenfelder so ausgestaltet, dass sie den *Erfahrungen* der Schülerinnen und Schüler zugänglich sind. Damit ist aber nicht eine Gliederung vom Nahen (z. B. Haushalt) zum Fernen (z. B. soziale Marktwirtschaft) gemeint, denn der unmittelbare Erfahrungsraum und der medial vermittelte Zugang zu Inhaltsbereichen überlagern sich. In der Diskussion wird häufig gefordert, das Prinzip der Lebenswelt-

orientierung auf curricularer Ebene zu verankern. Wir halten dagegen Lebensweltorientierung eher für einen Grundsatz der Unterrichtsgestaltung.

Linienführung

Für die Curriculumentwicklung, seine Interpretation und auch die Konkretion in schulspezifischen Lehrplänen greifen wir auf den Ansatz der Linienführung zurück.

Dabei gehen wir davon aus, dass die Linienführung über systematisierte Gruppen von Leitlinien verwirklicht wird. Leitlinien verstehen wir als strukturierende und orientierende Prinzipien zur Gestaltung des Aneignungsprozesses der Schülerinnen und Schüler. Wir unterscheiden zwei Gruppen:

- a) *Inhaltslinien* als strukturierende und orientierende Prinzipien der Stoffauswahl und -anordnung. Dort, wo sich Linien kreuzen, werden wir auf Fundamentales treffen.
- b) *Prozesslinien*, die auf die fachspezifische Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen von Schülerinnen und Schülern orientieren.

Folgende *Inhaltslinien* erachten wir in bezug auf die *Kategorie Technik* als relevant:

- Linie der Interdependenz von Arbeit-Wirtschaft-Technik;
- Linie des Arbeitssystems (Verschränkung soziotechnischer Sach- und Handlungssysteme);
- Linie des Umsatzes von Stoff, Energie und Information in technischen Systemen;
- Linie der technischen Innovationen;
- Linie der Übertragung menschlicher Arbeitsfunktionen auf Technik (Substitution) und der Ergänzung menschlicher Arbeitsfunktionen durch Technik (Komplementation).

Als *Prozesslinie* sehen wir an:

- Linie der Verschränkung von Theorie und Praxis, der dialektischen Einheit von Handeln und Reflexion;
- Linie der finalen Betrachtungen (Zweck-Mittel-Beziehungen);
- Linie des historisch-genetisches Vorgehens;
- Linie der systemisch-hierarchischen Betrachtungen;
- Linie der Modellbetrachtungen und Simulationen;
- Linie der natur- und sozialwissenschaftliche Durchdringung arbeitsorientierter technisch-ökonomischer Sachverhalte;
- Linie der Zyklen- und Kreisläufebetrachtungen.

19.4 Beispiel Warenwirtschaftssystem

Wir wollen unseren curricularen Ansatz anhand des Warenwirtschaftssystems (WWS) verdeutlichen. Dabei können wir auf Grund der Komplexität des Beispiels nur aspektiv auf die

Reflexion unserer voranstehenden Prämissen eingehen und nur exemplarische Bezüge herstellen. Im Text heben wir diese Bezüge kursiv hervor.

Das Warenwirtschaftssystem (Handlungssystem) steht als ein Repräsentant für die Bildung regulativer Zentren im Zuge von Strukturwandel, Globalisierung und Internationalisierung. Lisop und Huisinga definieren regulative Zentren „als Systemzusammenfassungen nach Rationalitätskriterien“ (Lisop, Huisinga 1994, S. 179).

Weitere regulative Zentren sind Mediensysteme, Logistik und Electronic Banking. Ihrem Wesen nach sind regulative Zentren neuartige Faktorkombinationen im Sinne Gutenbergs, die jedoch weit über den einzelnen Betrieb hinausreichen (vgl. Huisinga 2000, S. 1).

Aus curricularer Perspektive stellt das WWS einen Knotenpunkt des Wissens zur Einführung von Schülerinnen und Schülern in die Arbeits- und Wirtschaftswelt dar, da sich hier die fundamentalen Leitlinien schneiden. Seine Legitimation als Repräsentant in einem Unterricht über Arbeit und Technik erhält das WWS aus der Kulmination der oben genannten Leitlinien.

WWS sind Grundlage der jeweils kostengünstigsten Organisation des Durchlaufs der *Waren und Informationen* durch ein Unternehmen (*Informations- und Stoffflüsse*). Warenmengen und Warenpreise, Warenarten und deren Umschlagsgeschwindigkeit in Verbindung mit räumlichen, gerätemäßigen und personellen Kapazitäten stehen im Mittelpunkt dieser Planungen. Das WWS auf „Computerbasis“ (*technische Innovation*) erlaubt faktisch eine jederzeitige Bestimmung der Kosten- und Leistungsstruktur eines Unternehmens, und seine Reichweite bzw. sein Funktionsradius erstreckt sich bis in die Kapitalstruktur und die juristische Verfasstheit eines Unternehmens (*Institutionalisierung* – vgl. Huisinga 1997, S. 282). Somit verdeutlicht es einen grundlegenden Aspekt des Wandels im Handel (*historisch-genetischer Aspekt*).

Aus systemtheoretischer Sicht stellt das WWS ein gemischtes System dar, in dem Arbeitssysteme mit technischen, organischen und sozialen Systemen ineinander greifen. Das System umfasst eine Gesamtheit oder Komplexität von Einzelteilen, die in ihren strukturellen und funktionalen Beziehungen erfasst werden müssen.

Ziel einer jeden Warenwirtschaft muss es sein, die richtigen Waren in der gewünschten Menge am richtigen Ort in der vom Kunden gewünschten Qualität zum für Handel und Konsument attraktiven Preis zur Verfügung zu haben (*Zweck-Mittel*). Hierfür muss vor allem der Datenfluss in der Warenwirtschaft beherrscht werden. Der Datenfluss beinhaltet folgende Elemente: Bestellwesen, Wareneingang, Kalkulation, Verkauf, Bestandsführung, Warendisposition, Inventur. Die Datenbewegung folgt idealisiert einem Kreislaufmodell.

Herkömmliche WWS arbeiten mit weitgehend manuell erfassten und verarbeiteten Daten, die wiederum nur zu einem bestimmten Teil im Kreislaufprozess berücksichtigt werden. Die extreme Vergrößerung des Sortimentsumfangs bei gleichzeitig schneller veränderter und kritischerem Konsumentenverhaltens sowie zunehmendem Wettbewerb und Konzentration führen zu neuen, komplexeren Anforderungen an den Einzelhandel (*Interesse/Herrschaft*). Eine technische Lösung mit gravierenden Auswirkungen auf die Arbeitsprozessgestaltung stellen computergestützte WWS dar. Hierbei werden möglichst weitgehend alle anfallenden Daten maschinell gespeichert, verarbeitet und ausgegeben (*technologische Grundvorgänge*). Technische Grundvoraussetzungen hierfür bilden Großcomputer mit

entsprechender Zentraleinheit und Peripherie, insbesondere Ein- und Ausgabegeräte sowie Dialogeinrichtungen. Eine technische Lösungsvariante stellt die elektronische Datenkasse dar. Das sind Kassenterminals (stand-alone-Terminal oder Verbundsystem), die es ermöglichen, den Verkaufsvorgang automatisch über codierte Etiketten zu erfassen, ggf. zu speichern oder an ein anderes Computersystem weiterzugeben (*Hierarchie technischer Systeme*). Grundvoraussetzung für deren Einsatz wiederum sind die Verwendung spezieller Codierungen bzw. Schriften, so der Magnetschrift, der OCR-Schrift (Optical Character Recognition) oder des EAN-Codes (Europäische Artikelnummer). Aus technischer Perspektive gilt es also, die elektronische Datenverarbeitung als unabdingbare infrastrukturelle Komponente einer organisierten Warenwirtschaft herauszuarbeiten.

Dabei bietet sich ein Exkurs zu den Entwicklungsetappen entsprechender Kassensysteme an (*historisch-genetisches Lernen*). Der Weg von der mechanischen Registrierkasse zum Verbundsystem zwischen Kassen und zentralem Rechner kann wie folgt skizziert werden:

- Mechanische Registrierkasse,
- Elektromechanische Kasse,
- Elektronische Registrierkasse,
- Datenkasse mit stationärem Lesegerät (Scanner), handgeführtem Lesegerät (Lesestift), OCR-Lesepistole (Optical Character Recognition),
- Datenkasse mit „Identitätskartengerät“,
- Verbundsysteme Waage/Kasse,
- Verbundsysteme zwischen Kassen und zentralem Rechner zur
 - warengruppengenauen Verkaufsdatenerfassung,
 - Integration der Wareneingangserfassung und nicht umsatzwirksamen Warenbewegungen,
 - zusätzlichen artikelgenauen Erfassung bestimmter Sortimentsteile,
 - artikelgenauen Wareneingangs- und Verkaufsdatenerfassung an der Kasse mit Datum, Uhrzeit und Personalnummer der Kassiererin.

Bezüglich des *Technikeinsatzes* werden neben der Informationstechnik die Bereiche Lagertechnik und Transporttechnik relevant. Tangiert werden Fragen der Logistik. So kann die Containertechnik als rollendes Lager identifiziert und der Einsatz neuartiger Lagertechnik anhand von Hochregallagern mit Kommissionierungsroboter, Transporteinrichtungen, Waage, Computerelementen verbunden mit Großkühltechnik sowie die Fließlager für „Schnelldreher“ (Obst, Gemüse, Blumen) in der Regel mit mehreren Ebenen und Kanälen erfasst werden.

Aus ökonomischer und sozialer Perspektive gilt es, die Vor- und Nachteile eines derartigen Systems für das Unternehmen, den dort beschäftigten Arbeitnehmer und auch den Konsumenten zu erschließen (*Interesse/Herrschaft; Individualisierung; Partizipation; Gerechtigkeit; Nachhaltigkeit; Gesundheit*).

Aus unternehmerischer Sicht geht es sowohl um *operative* als auch um *strategische* Vorteile:

Operative Vorteile

- Steigerung der Kassenproduktivität
- Einsparung von Kassenplätzen
- Senkung der Fehlerquoten/weniger Manipulation
- Wegfall der Einzelpreisauszeichnung
- keine falsche Auszeichnung/Wegfall von Umzeichnungen
- leichtere Kassenabrechnung
- reduzierte Bestände/verbesserte Lieferbereitschaft
- Reduzierung von Inventurdifferenzen
- Verringerung administrativer Aufgaben

Strategische Vorteile

- Sortimentssteuerung
- Erhöhung des Warenumschlags
- Deckungsbeitrags- und Spannenoptimierung
- Platzierung der Ware, optimale Regalbelegung
- Marktwirkungsanalysen/Einkaufsanalysen
- Personaleinsatzplanung und -optimierung
- permanente Inventur
- automatische Disposition (vgl. Huisinga 1997, S. 284)

Die Konsequenzen für Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer liegen vor allem in einer weiteren Trennung von geringer und höher bezahlten Arbeiten bzw. von Arbeiten mit differenzierten Qualifikationsanforderungen, der Schaffung von Möglichkeiten zur Teilzeitarbeit, aber auch zugleich zur Entfremdung und zum Ausschluss von Arbeit. Für den Konsumenten geht es ebenfalls um eine Reihe ambivalenter Prozesse: Preis-Leistungsverhältnis, Kundennähe, Service, Exaktheit und Schnelligkeit.

Zu hinterfragen sind Entwicklungen der Versorgungsinfrastruktur, insbesondere die Versorgung mit Waren und Dienstleistungen in der Region, die Nachfrage nach Arbeitskräften durch derartige regulative Zentren und die bestehende Versorgung mit Arbeitsplätzen (*Gerechtigkeit/Solidarität; Partizipation*). Ebenso kann das WWS genutzt werden, um anhand vernetzter und hierarchischer Strukturen das Zusammenwirken von einzelnen Kassenarbeitsplätzen in einem SB-Warenhaus, die Koordinierung im Warenhaus selbst sowie zwischen einzelnen Warenhäusern einer Handelskette bis hin zur Konkurrenz der Handelsketten untereinander sowie des Einflusses staatlicher Regulierungen (z. B. Rabattgesetz, Ladenöffnungszeiten) zu thematisieren (*systemisch-hierarchische Betrachtungen*).

Am Kassenarbeitsplatz können wir verschiedene Aspekte analysieren: die Ziele und Handlungsstrategien des Kassenpersonals; die Arbeitsplatzgestaltung; das Datenverarbeitungssystem; die sozio-technische Arbeitsteilung, an der die Technisierung ebenso deutlich wird wie Indizien für das Ausmaß der Rationalisierung. Im Warenhaus insgesamt können wir z. B. die Arbeitsteilung, die Technisierung, die Rationalisierung, die Warenästhetik

und die Ziele der Geschäftsleitung erforschen. An der Handelskette können wir vor allem die Rationalisierungsstrategien, die Technisierung (z. B. das Datenverarbeitungssystem), damit das Warenwirtschaftssystem in seinem globalen Kontext erforschen und darüber hinaus u. a. generelle Marktstrategien und Leitbilder. Wir können den Einfluss der Märkte und den der Gesetzgebung ermitteln.

Hinsichtlich des *Wandels des Charakters der Arbeit* können hieran Entwicklungslinien und *Konflikte* verdeutlicht werden, beispielsweise in Bezug auf Prozesse der Rationalisierung und Humanisierung, des Wandels der Arbeitsinhalte, -formen und -qualifikationen, der Gestaltung von Arbeitsplätzen, entstehender Verteilungskonflikte sowie der Belastungen für Mensch und Umwelt durch den Einsatz von Technik und veränderte Arbeitsprozessgestaltung (*Arbeitssysteme*).

In der Synthese erhalten die Schülerinnen und Schüler einen exemplarischen Einblick in neuartige Distributionseinheiten als regulative Zentren zwischen Produktion und Konsumtion mit ihren Bestrebungen zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit durch stärkere Konzentration, der Ausprägung von Identität und zur Erhöhung des Marktanteils.

19.5 Zusammenfassung

Das vorgestellte Erschließungsmodell versteht sich als Beitrag zur Entwicklung der Bereitschaft und Fähigkeit von Schülerinnen und Schülern zur Selbst- und Mitbestimmung in der Arbeits- und Wirtschaftswelt. Zur Erschließung dieses komplexen Systems greifen wir auf verschiedene fachwissenschaftliche, sozialwissenschaftliche und fachdidaktische Modelle und Konstrukte zurück und versuchen, zwischen ihnen Verbindungen herzustellen. Schwerpunkte in diesem Kontext sind:

Auf der Zielebene geht es um die Förderung von Kompetenzen bei den Schülerinnen und Schülern, Grundzüge der Arbeits- und Wirtschaftswelt zu verstehen, zu werten und an ihr teilzuhaben. Das setzt einen individuell erfolgreichen Übergang in die Arbeits- und Wirtschaftswelt voraus. Mit dem Modell des „Arbeitskraftunternehmers“ kennzeichnen wir ein veränderndes Verhältnis des Menschen in der Arbeits- und Wirtschaftswelt.

Sozio-technische Handlungssysteme sind ein Kern zur Erschließung der Arbeits- und Wirtschaftswelt. Das bedeutet, dass

- nicht Sachsysteme, wie in der Technischen Bildung,
- nicht Macht, Herrschaft, Interessen u. a. in politischen Systemen, wie in der Politischen Bildung,
- nicht Betriebs- und Volkswirtschaft, wie in der ökonomischen Bildung,
- sondern das „sozio-technische Handlungssystem“, in dem Menschen unter bestimmten ökonomischen, sozialen, technischen und organisatorischen Bedingungen arbeiten und dabei Sachsysteme verwenden, ein Gegenstandsbereich unseres Unterrichts sind.

Die sozio-technischen Handlungssysteme sind an Institutionen gebunden, die in hierarchisch unterschiedlichen Ebenen eingebettet sind.

Jedes Handlungssystem hat eine Binnenstruktur: Für uns liegt sie in der Verbindung, in der menschliche und sachtechnische Systeme stehen. Kern dieser Verbindung ist die sozio-technische Arbeitsteilung, deren Entwicklung aus unterschiedlichen gesellschaftlichen Zusammenhängen (ökonomische Rationalität, soziale Interessen, Werte, Herrschaft, Technisierung) zu erklären ist und von Menschen hervorgebracht wird.

Neben den sozio-technischen Handlungssystemen sind die ökonomischen Interaktionssysteme und die Technikgenese weitere Kerne der didaktischen Erschließung der Arbeits- und Wirtschaftswelt. Sie alle stehen in einer raum-zeitlichen Ordnung, sind an Institutionen gebunden bzw. reproduzieren sie und finden ihre Legitimation in der Werte- und Rechtsordnung.

Auf dieser Basis entwickeln wir Themenfelder und gestalten diese aus. Aufgabe der dezentralen Planung an den Schulen ist die Umsetzung der Vorgaben in einem schulinternen Curriculum.

20 Technik und allgemeintechnische Erziehung³⁵

Janina Pierańska, Władysław Pierański

Die ganze Wissenschaft und die mit ihr durch Rückverkettung verbundene Technik sind Gebiete menschlicher Mühe und Tätigkeit. Sie umfassen das Unterfangen, das zur unbegrenzten Expansion in der Welt führt, um diese in den Dienst der Menschen zu stellen. Technik als Produkt der Zivilisation wird auf verschiedene Weise verstanden. Vor allem ist es ein praxeologisches Verstehen, wenn man den Inhalt der Technik als ein System begründeter Aktivität interpretiert, ein ontologisches, wenn man den Inhalt der Technik durch von einander unanhängige Bereiche der Resultate analysiert, ein ontologisch-anthropologisches, wenn man den Einfluss der Ergebnisse menschlicher technischer Tätigkeit auf ihn selbst und seine Umwelt zeigt. In dem neuesten Verstehen der Technik haben die Ergebnisse der menschlichen Tätigkeit ein humanistisches Ausmaß, da sie dem Menschen die Realisation seiner Vorhaben und Ziele ermöglichen, ihm die Organisation eines würdigen, wertvollen, auf humanistische Werte gelenkten Lebens ermöglichen (vgl. Furmanek 1993, S. 23f.).

Die Technik ist ein unleugbarer Teil der gegenwärtigen Kultur. Sie ist das Werk des Menschen und ein oft bewunderungswürdiges, verblüffendes Werk. Ohne das Verstehen des Wesens der Technik kann man den zeitgenössischen Menschen nur schwer begreifen. Die Technik ist dank der Anstrengungen des Menschen und für den Menschen entstanden.

Wer Erscheinungen der modernen Technik als Bestandteil der zivilisierten Kultur nicht versteht, kann nicht als ausgebildeter Mensch bezeichnet werden. „Der Sinn der allgemeintechnischen Erziehung führt also dazu, den Schüler in die Welt der Werte einzuführen, die der größte geschichtliche Prozess – die gegenwärtige Technik – mit sich bringt“ (Furmanek 2000, S. 5). Die wichtigste teleologische Funktion der technischen Erziehung ist die Notwendigkeit, die Schüler auf die schöpferische Anteilnahme an der Zivilisation vorzubereiten. Das bezeichnet die Einstellung des Menschen zur Realisierung verschiedener persönlicher, beruflicher und gesellschaftlicher Aufgaben. Das Vorgehen des Menschen in technischen Situationen ist die Zweckmäßigkeit und die eigentliche Handlungsweise, ist der Vorrang des Menschen über die Technik, ist das Sichtbarwerden, dass der Mensch das Subjekt der Tätigkeit im technischen Milieu ist. Der Unterrichtsprozess bezüglich der Handlungsweise in technischen Situationen bedarf der Bestimmung der Inhalte der Ausbildung. Dies ist ein fortwährend offenes Problem und sehr schwer zu präzisieren.

35 Bei diesem Text handelt es sich um ein zum Fachgespräch vorgelegtes kurzes Material.

Die Auswahl der Unterrichtsinhalte sowie gewisser methodischer Grundlagen wird folgendermaßen vorgestellt:

- Meritorischer Rahmen der technischen Erziehung: Die natürliche Umwelt in der Mikro- und Makroskala
 - Die neuesten Errungenschaften der Technik
 - Die materielle Umgebung des Schülers
 - Sicherheit in der Welt der Technik
 - Vorgehen in technischen Situationen
 - ...
- Quelle der Erlangung von Informationen
 - Mittel der Massenübertragung
 - Internet
 - Populärwissenschaftliche Literatur, darin Lehrbücher
 - Gesellschaft – Eltern, Lehrer, Mitschüler
 - Handelsangebote, Werbung
 - Eigene Erfahrungen des Schülers
 - ...
- Erwünschte Leistungen
 - Kenntnisse zur Erlangung und Verarbeitung von Informationen
 - Richtige Kommunikation, technischer Wortschatz, Präzisierung der Gedanken
 - Kenntnisse der Auswahl der Verfahrensmethoden in Beziehung auf die Art der technischen Aufgabe
 - Verfahren in Übereinstimmung mit dem natürlichen Schutz der Umwelt
 - Kenntnisse der Lösung von Problemen, Schöpfergeist, eigene Lösungen, Einfälle, Muster, Patente
 - ...

Die Realisierung auf diese Weise verstandener technischer Erziehung verlangt von den Schülern selbständige Handlungen. Durch die

- Analyse der Literatur
- Diskussion
- Erfahrungen
- Untersuchungen
- Projektieren
- Konstruieren
- Erzeugen
- Wertschätzen

werden die Schüler erkennen, erfinden, sich bilden.

21 Technik in allgemeinbildenden Schulen: Sekundarstufe II – Ansätze und Perspektiven

Rolf Oberliesen

21.1 Technische Bildung als Allgemeinbildung – Traditionen und curriculare Entwicklungen

Bis heute ist das Bildungswesen in Deutschland geprägt von einer über 150 Jahre vorherrschenden neuhumanistischen Bildungskonzeption mit ihrer Distanz zu gesellschaftlichen Strukturen und materieller Kultur. Das auf Wilhelm von Humboldt (1769–1859) zurückgehende neuhumanistische Bildungsverständnis kritisierte gleichermaßen die Beschränkungen der Individualitätentfaltung durch die politische Unfreiheit im Absolutismus und die materialistische Orientierung im bürgerlichen Erwerbsleben. Daher sollte Menschenbildung in einem von dem herrschenden gesellschaftlichen Werte- und Normensystem abgeschirmten Bildungssystem stattfinden. Alle mit der Nützlichkeit etwa für eine spätere Berufsausübung begründeten und auf die Qualifikationsanforderungen der entstehenden Industriegesellschaft ausgerichteten Bildungsinhalte galten als Beeinträchtigung einer allgemeinen Menschenbildung. Sie waren aus dem allgemeinbildenden Schulsystem zu eliminieren und speziellen Bildungseinrichtungen vorzubehalten. Die wahre Menschenbildung habe letztlich im Medium der philosophischen Reflexion stattzufinden. Erst seit den sechziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts verlor dieses Allgemeinbildungskonzept zunehmend an Vorherrschaft: Eine bildungsökonomisch motivierte Begabungsforschung hob die wesentliche Funktion sozialisatorischer Interaktionen, soziokultureller Milieus und damit auch der gesellschaftlichen Organisation der Arbeit für die Persönlichkeitsentwicklung ins allgemeine Bewusstsein.

Technische und ökonomische Inhalte als Bereiche der Allgemeinbildung wurden in der Vergangenheit in Deutschland immer dann gefordert, wenn gesellschaftliche und ökonomische Krisensituationen dies als erforderlich erscheinen ließen. Dies war etwa gegeben mit der Industrialisierung im 19. Jahrhundert oder im Zusammenhang von wirtschaftlicher Wettbewerbsfähigkeit zu den sozialistischen Ländern in den sechziger Jahren, als in der Bundesrepublik Deutschland nach den Empfehlungen des *Deutschen Ausschusses* und der Empfehlung der *Kultusministerkonferenz der Länder* (vgl. KMK 1969) die „Arbeitslehre“ eingeführt wurde, in einigen Bundesländern als Technikunterricht mit einem hohen Anteil sich auf Arbeit beziehenden Gegenstandsfeldern. Dieser Bildungsanspruch wurde aller-

dings nur in bestimmten Schulformen eingelöst (im Gegensatz etwa zu den Entwicklungen der polytechnischen Bildung in der DDR seit den fünfziger Jahren), obschon wichtige gesellschaftliche Gruppierungen (wie Arbeitgeberverbände, Gewerkschaften) deren umfassende Einführung seit längerem nachdrücklich forderten. Eine kritische Auseinandersetzung bzw. Weiterentwicklung auf dem Hintergrund des Erfahrungshorizontes einer polytechnischen Bildung als zentrale Bildungsidee des DDR-Bildungssystems mit dem Anspruch, diese für alle Jugendlichen umzusetzen, konnte auch bis zehn Jahre nach der Vereinigung Deutschlands nicht stattfinden.

Die Suche nach einer informatischen Bildung in der gymnasialen Oberstufe in den siebziger Jahren, die breite Diskussion um die informationstechnische Grundbildung in den achtziger Jahren wie auch bildungspolitische Initiativen zur Medienerziehung in den neunziger Jahren³⁶ fanden zu diesen offensichtlich wenig gefestigten Traditionen keine Anknüpfungspunkte. Bleibt die Feststellung für die Gegenwart, dass in Deutschland zwar offensichtlich ein breiter gesellschaftlicher Konsens darüber besteht, dass Computer und neue Technologien in eine moderne Schule gehören, die Frage nach einer allgemeinen technischen Bildung für alle Jugendlichen aber immer noch als ungeklärt anzusehen ist. Dies gilt in besonderer Weise für die gymnasiale Bildung und damit verbunden auch die gymnasiale Oberstufe.

Über eine *technische und ökonomische Bildung in der Sekundarstufe II* wurde zwar in der Phase der Bildungsreform in den sechziger und siebziger Jahren in Auseinandersetzung mit Reformvorschlägen und -maßnahmen diskutiert. Die Argumentation bezog sich auf die Fortführung der in den sechziger Jahren in den Hauptschulen eingeführten Arbeitslehre (nach den Empfehlungen des Deutschen Ausschusses für das Bildungswesen 1964) für alle Schulformen und Schulstufen, nicht zuletzt auch mit dem Hinweis auf die Bedeutung dieser Bildungsinhalte sowohl für eine anschließende Berufsausbildung als auch für den Erwerb der Hochschulreife – zumindest formal – und der weiteren Durchlässigkeit des Bildungssystems.

Die Vereinbarungen der *Kultusministerkonferenz* (vgl. KMK 1972, 2000) zur Neugestaltung der gymnasialen Oberstufe mit dem darin enthaltenen Konzept „gemeinsame Grundbildung für alle Schüler“ sah dann neben der Vermittlung von Studierfähigkeit auch eine Vorbereitung auf die berufliche Ausbildung vor (im Sinne einer beruflichen Erstausbildung nach dem Abitur). Dieser Anspruch blieb aber curricular und in der unterrichtlichen Praxis völlig inhaltsleer und unverbindlich, so dass es bei der wissenschaftlichen Grundbildung im Rahmen der allgemeinen Unterrichtsfächer blieb. Allerdings knüpften hier einige Bundesländer an Entwicklungen an, die verstärkt auch ökonomische und technische Inhalte zuließen, wie etwa in Nordrhein-Westfalen. Einen Sonderweg verfolgte daneben das Reformkonzept „Kollegschule“. Neben der beruflichen Fachbildung und dem Lernen im obligatorischen Bereich wurde eine „schwerpunktbezogene Grundbildung“ angeboten, die sich auf sämtliche berufs- und studienbezogenen Bildungsgänge eines Schwerpunktes vom elften bis zum dreizehnten Jahrgang bezog. Arbeitslehre sollte hier Kern und „integraler Bestandteil der berufsqualifizierenden Fächer“ sein.

36 Vgl. etwa Oberliesen, Stritzky 1994; Rein 1996.

Im *Bildungskonzept der DDR* für die Sekundarstufe II hatten die Schulen demgegenüber, der Leitidee einer allgemeinen polytechnischen Bildung folgend, die Aufgabe, die Jugendlichen auf die Anwendung der Rationalisierungsmethode der „Wissenschaftlichen Arbeitsorganisation“ vorzubereiten, mit dem Ziel, Wissenschaft und Produktion zu integrieren. In der allgemeinbildenden *Erweiterten Oberschule* (EOS) mit den Klassen 11 und 12 erfolgte die Vorbereitung auf die wissenschaftliche Arbeitsorganisation durch „wissenschaftlich-praktische“ Arbeit, die in Form von Projekten schulische und betriebliche Elemente beinhaltete (Analysen, Experimente, Betriebspraktika u. a.). Jene Projekte befassten sich mit Rationalisierungs- und Entwicklungsvorhaben in Rahmenprogrammen wie Elektrotechnik/Elektronik, Bauwesen, Technische Chemie, Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft, metallverarbeitende Industrie, Technologie und sozialistischer Betriebswirtschaft, Informationsverarbeitung und Automatisierung. Sie stellten eine Einheit von Forschen, Arbeiten und Lernen dar und zielten auf komplexe Wissensanwendung und interdisziplinäre Arbeit sowie auf gesellschaftliche Verantwortung und soziale Kooperation. Auch diesbezüglich hat nach der Wiedervereinigung Deutschlands bislang keine systematische Aufarbeitung dieser Erfahrungen stattgefunden.

In der Bundesrepublik Deutschland fanden die Überlegungen der siebziger Jahre zur *Öffnung der gymnasialen Oberstufe auf Horizonte von Arbeit und Beruf, Technik und Ökonomie* generell keine Weiterführung, abgesehen von den Versuchen (z. T. in standortbezogenen Schulversuchen) einiger Bundesländer, technisch oder wirtschaftlich orientierte Oberstufen oder auch Fächerkonzeptionen wie Technik zu erproben (z. B. in Hamburg, Rheinland-Pfalz, Schleswig-Holstein oder auch Baden-Württemberg), wenn auch formal der Rahmen hierfür mit dem Fächerkanon der Kultusministervereinbarung von 1972 (vgl. KMK 1972, 2000) für alle Länder gegeben war. In wenigen Bundesländern, wie z. B. Nordrhein-Westfalen (beginnend 1975, Einführung 1981) und später Brandenburg (1992) und Sachsen-Anhalt (2000), erfolgten hierzu allerdings curriculare Entwicklungen, die ein Gesamtkonzept mit „Grund- und Leistungskursen“ in die Perspektive nahmen. Bundesweit sind jedoch in gymnasialen Oberstufen Ansätze zur *Berufs- und Studienorientierung* entwickelt worden. Entgegen der Empfehlungen der Kultusministerkonferenz von 1997 zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe handelt es sich hierbei eher um sehr enge Berufs- und Studienorientierungen in Form einzelner Seminare und Betriebspraktika (meist ohne Vor- und Nachbereitung) und Expertengespräche. Mit technischen, ökonomischen und arbeitsweltbezogenen Zusammenhängen können sich Jugendliche in diesen curricularen Konzepten allerdings kaum systematisch auseinandersetzen, zumal derartige zusätzliche Unterrichtsangebote in einem ansonsten fächerbezogenen Curriculum nur eine marginale Rolle spielen.

21.2 Technische Bildung in der Reformperspektive der gymnasialen Oberstufe

Mit Beginn dieses Jahrzehnts gibt es eine Reihe von Gründen, die Reform der gymnasialen Oberstufe neu in den Blick zu nehmen. Darin ist auch die Frage nach dem Stand und der Begründung einer (arbeitsbezogenen) technischen und ökonomischen Bildung über alle Schulstufen hinweg neu zu stellen, auch und insbesondere sind jüngere bildungspolitische und curriculare Initiativen bezogen auf deren Reformpotential für die Sekundarstufe II des Gymnasiums neu zu prüfen und zu bewerten.

Zunächst sind die sich wandelnden gesellschaftlichen Rahmenbedingungen nicht zu übersehen, mit den neuen Herausforderungen einer fortschreitenden Technisierung und den Veränderungen der Arbeitswelt mit neuen Ansprüchen an Ausbildung und Studium. Aber es ist auch das veränderte Schulwahlverhalten der Eltern und die sich damit verändernde Schülerpopulation, die das Gymnasium in eine neue Situation stellt. Immerhin streben über die Hälfte der Schülerinnen und Schüler in deutschen Gymnasien inzwischen kein Studium mehr an. Die quantitative Expansion dieses Schultyps hat zugleich auch eine faktische Funktionserweiterung induziert.

Hinzu kommt, dass sich, wie in allen Industrieländern, die Probleme des Übergangs von Jugendlichen in Studium und Beruf erheblich verschärft haben. Die Sicherung der Ausbildungsfähigkeit wird generell als Forderung an alle Schulformen neu gestellt (vgl. z. B. KMK 1997), Berufsorientierung und Lebensplanung der Jugendlichen auch als Anspruch an die gymnasiale Bildung eingefordert. Eine nicht zuletzt unter dem Reflexionshorizont der durch den umfassenden Einsatz neuer Technologien und multimedialer Entwicklungen hervorgebrachte Allgemeinbildungsdiskussion in der Mitte der achtziger Jahre³⁷ brachte einen Wandel im Verständnis von allgemeiner Bildung, das die mit Arbeit, Technik und Ökonomie verbundenen, sich auf die materielle Kultur (vgl. Ropohl 1997c) beziehenden Bildungssegmente nicht mehr ausklammert.

Des Weiteren ergeben sich zugleich mit den bis heute sehr *veränderten Lebenssituationen der Jugendlichen* auch veränderte Ansprüche an Bildung. Das betrifft in besonderer Weise die Altersgruppe der Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II. Die Verunsicherungen der Jugendlichen dieses Alters sind – darin stimmen die Jugendstudien der letzten Jahre überein – besonders vielfältig. Sie reichen über die Entwicklung von Normen und der Bewertung alter Lebenszusammenhänge und Ziele des möglichen Neuen zwischen Arbeit und Konsum (verlängerte Ausbildung, Grauzonenjobs), der damit einhergehenden Veränderung sozialer Bezüge und Umwelten bis hin zur Selbststeuerung und der Entfaltung von Wertgefühlen auch im Zusammenhang mit den neuen Anforderungen. Bildungswege, Berufs- und Studienwahl sind nicht mehr durch Traditionen vorgegeben, sondern erfordern in unübersichtlichen Marktsituationen und unkalkulierbaren gesellschaftlichen Entwicklungen verstärkt die Agentur der eigenen Interessen und der Lebenswegplanung.

37 Vgl. z. B. Haefner 1982 mit der Proklamation einer „neuen Bildungskrise“ sowie später auch die bildungstheoretischen Ausführungen von Hansmann, Marotzki 1988 und Sinhart-Pallin 1990.

Das Maximum an Optionen stellt hierin zugleich für die Jugendlichen die größte Anforderung dar. Der nicht zuletzt durch Technologien und Ökonomie bedingte gesellschaftliche Wandel hat auch die Probleme der Jugendlichen akzentuiert.

Die damit verbundenen Bildungsbedürfnisse stellen *neue Ansprüche* auch und insbesondere *an die Praxis des Unterrichts der Oberstufe des Gymnasiums*, aber auch an eine Neubestimmung von Studierfähigkeit, Wissenschaftspropädeutik und die bleibende Aufgabe der Vermittlung einer allgemeinen Bildung. Studierfähigkeit kann nicht mehr länger ausschließlich auf ein anschließendes Hochschulstudium interpretiert werden, so würden etwa andere Ziele dieser Schulstufe für andere Berufswege und Lebensbereiche ausgeblendet. Studienanforderungen müssen zudem zwischen Fächern und Fachkulturen als „allgemeine Studierfähigkeit“ neu interpretiert werden (als zu erwerbende basale Fähigkeit). Wissenschaftspropädeutik muss zugleich die Ausweitung individueller Schwerpunktbildung mit entschiedener fachlicher und/oder auch beruflicher Spezialisierung (Beispiel Kollegschule) bedeuten, ggf. auch in problemorientierten Fächerkombinationen (Beispiel Profiloberstufe). In dem Maße, in dem hier eine Auseinandersetzung und Verständigung über die gegebenen gesellschaftlichen Problemlagen stattfindet, wird in vertieften Lernprozessen in Fächern (vertiefte Sachauseinandersetzung) und auch zugleich zwischen den Disziplinen, zwischen Laien und ExpertInnen, BürgerInnen und Regierenden (nicht nur als Auseinandersetzung zwischen Subjekt und Objekt) der Anspruch einer neuorientierten Allgemeinbildung eingelöst.³⁸

Curriculare Problemorientierung eröffnet zugleich die Chance sachlich-fachlicher Orientierung, aber in der darin enthaltenen Verschränkung von subjektiven mit objektiven Gegebenheiten. Spezialisierung erfolgt hier mit der Intention, etwas Allgemeines zu lernen (und nicht etwa um eine Studienfachauswahl vorwegzunehmen). Wissenschaftspropädeutik in diesem Sinne impliziert dabei auch zugleich politische Bildung, da es immer auch um die Auseinandersetzung mit gesellschaftlichen, damit auch historischen Bedingungs- und Wirkungskontexten und der hier hineinspielenden Dynamik politischer Kräfte geht.

Für die curriculare Konstruktion und Praxis der Sekundarstufe II bedeutet dies eine Verpflichtung, neben der fachlichen Spezialisierung Orientierung hin auf problemorientiertes Lernen in fächerübergreifenden Kursen und Kolloquien, in Projekten und Praktika zu organisieren. Damit ist unmittelbar eine verstärkte Ausweitung von Erfahrungen in Prozessen der Auseinandersetzung mit den Gegebenheiten realer gesellschaftlicher Praxis (ein absolutes Desiderat der gegenwärtigen gymnasialen Oberstufe) gefordert. Wissenschaftspropädeutik umfasst dann in der Verbindung dieser Elemente erst das oberstufenspezifische Medium sowohl der Allgemeinbildung als auch der Vorbereitung auf das Studium.

Folgt man diesem weitergefassten Verständnis von Wissenschaftspropädeutik, ergeben sich damit auch Konsequenzen für die *inhaltliche Gestaltung der gymnasialen Oberstufe*, dann kann die Auseinandersetzung mit den gesellschaftlichen *Schlüsselproblemen der Veränderung von Arbeit und Technologieentwicklung* nicht mehr ausgeklammert werden. Bezogen auf die wissenschaftspropädeutische Annäherung an den Gegenstandsbereich Tech-

38 Zum damit korrespondierenden Allgemeinbildungsverständnis vergleiche etwa Rauschenberger 1989 oder auch Klafki 1985, 1991.

nik erscheinen allerdings noch folgende gegenstandsspezifische Momente besonders gewichtig:

Viele Erwachsene, Heranwachsende, Jugendliche oder auch PolitikerInnen und technische Akteure sind in ihren Einstellungen zu technischer Realität immer noch von Spuren des Mythos vom „technologischem Fortschritt“ und der Sachgesetzlichkeit von Technik bestimmt. Technische Hervorbringungen erscheinen den Individuen darin als Dinge eigener, unabänderlicher Faktizität. Trotz vielfältiger Brüche und Widersprüche scheint der Mythos vom „vermeintlichen Selbstlauf technischer Innovationsprozesse“ nach wie vor vielfach leitend für hierauf bezogenes Denken und Handeln zu sein. Die konkreten Formen der gesellschaftlichen Produktion und Reproduktion stehen in dieser Ideologie als Ergebnisse eines Selbstlaufes, der sich aus Sachzwängen ergibt, die aus einer wie auch immer geordneten, aber übergeordneten Gesetzmäßigkeit resultieren. Hiermit verbunden ist in einigen Interpretationen zugleich die Annahme, dass allein durch die planmäßige Entfaltung materiell-rationaler Prozesse gleichsam automatisch eine verbesserte Lebenswelt für alle Menschen verbunden sei. Dieses Verständnis einer zwanghaften technischen Entwicklung kennt keine Beeinflussungsmöglichkeit.

Spätestens mit der Entwicklung und umfassenden Verwendung der Informations- und Kommunikationstechnologien wurde auf breiter Basis unmittelbar erfahrbar, dass sich technologische Entwicklung stets auch als Ergebnis sozialer Beziehungen und Auseinandersetzungen ergibt. Die Analyse der Entwicklung dieser Technologien, die über die Maschinisierung mechanischer und energetischer Prozesse hinausgehen und geistige Arbeitstätigkeiten durch Übertragung auf jene Maschinensysteme automatisieren, bestätigen deutlich den Einfluss gesellschaftlicher Interessen und Herrschaftsstrukturen sowohl in den Phasen ihrer Entstehung als auch ihrer Durchsetzung und Entwicklung. Hier ist sehr sinnfällig, dass nicht die Sachlogik der Technik die Strukturen und Dynamik ihrer Entwicklung bestimmt, sondern gesellschaftliche Bedürfnisse und soziale Konflikte, genauer: die in ihnen zum Ausdruck kommenden Interessen setzen die Bedingungen und Ziele, unter denen sich Technik entfaltet (vgl. etwa Rammert 1993).

Wenn auch erst in den letzten dreißig Jahren die öffentliche politische Debatte um Fragen von Technologie-Entwicklung und der Verwendung von Technik eine neue Qualität erreichte, ist doch nicht zu übersehen, dass Auseinandersetzungen um die technische Entwicklung eine längere Tradition haben, ist doch beispielsweise der gesamte Prozess der Industrialisierung letztlich verbunden mit einer Diskussion um interessenverbundenen Technologie-Einsatz. Im vergangenen Jahrhundert machten in den fünfziger und sechziger Jahren die Durchsetzung der Automatisierung mit ihren konkreten Erfahrungen von Arbeitslosigkeit und der Wirkung von Rationalisierung sowie der Entwertung von Arbeit die Technologie-Entwicklung zum Gegenstand öffentlicher Auseinandersetzung.³⁹ Eine völlig neue Qualität der Technikdebatte eröffnete die Kernenergie Diskussion in den siebziger

39 Zu den intensivsten Phasen der theoretischen Technikkontroversen gehören die Debatten um die Bewertung der industriellen Technologien, beginnend bereits mit der Kritik von Marx (Entfremdung gegenüber Produktionsprozess und Produkt), dann auch zum Beispiel mit der Aufdeckung der Verschränkung von Technik und Herrschaft bei Mumford 1966.

Jahren: Wurde zu Beginn nur rein technikzentriert diskutiert (negative Begleiterscheinungen und Folgen von Atomkraftwerken), weitete sich später die Diskussion aus auch auf generelle Fragen der Energieversorgung mit vergleichenden Technikbewertungen. Es ist unübersehbar, dass inzwischen große Teile der Gesellschaften der westlichen Industrieländer auf konkrete Beteiligung und auf die Einflussnahme auf technologische Entwicklungen drängen und dort zumindest generelle Orientierungen vorgeben wollen.⁴⁰ Dabei geht es längst nicht mehr „nur“ um Kriterien der Technikbewertung, sondern auch um die Formulierung allgemeiner Ziele wünschenswerter stofflich-technischer Entwicklungen.

Der Blick ist damit auf den Gesamtprozess der Technikgenese gelenkt. Technikgenese erscheint darin generell als Ergebnis komplexer gesellschaftlicher Aushandlungsprozesse und Konflikte (vgl. z. B. Rammert 1993): Technik und Technologien existieren hierin nicht einfach, sie sind in ihrem Entstehungsprozess auch nicht einfach als Umsetzung von wissenschaftlichen Erkenntnissen oder Erfahrungswissen in technische Verfahren oder Produkte zu begreifen. Vielmehr sind sie mit ihren Entstehungszusammenhängen, ihrer Einführung und ihren Nutzungszusammenhängen vielfältig eingebettet in ein komplexes System gesellschaftlicher Interessenauseinandersetzungen, die von sehr verschiedenen Gruppierungen und Institutionen getragen werden. Technik und Gesellschaft sind in diesem Verständnis historisch und strukturell aufeinander bezogen: Technik ist Bestandteil gesellschaftlicher Entwicklungsprozesse ebenso wie gesellschaftliche Entwicklungsprozesse Bestandteil von Technik sind. Technische Systeme können daher niemals als wertneutral angesehen werden; in ihnen vergegenständlichen sich einerseits bestimmte Interessen und Werte, andererseits werden Interessenlagen und Wertstrukturen durch den Einsatz von Technik geprägt. Ein solches Verständnis von Technik und technologischer Entwicklung geht davon aus, dass dieser wechselseitig verschränkte Prozess von technischen Innovationen und sich verändernden gesellschaftlichen Rahmenbedingungen prinzipiell gestaltbar ist. Die konkreten Gestaltungsorte und Gestaltungsmöglichkeiten sind jedoch nicht unabhängig von den vorfindbaren gesellschaftlichen Herrschafts- und Machtstrukturen (vgl. Schudy 1999).

Entwicklung und Verwendung einer Technologie bestimmt sich zentral durch strategisches Handeln von Akteuren, bei dem auch ökonomische, politische und kulturelle Handlungsinteressen mit einfließen. Technologie-Entwicklung kann damit nicht mehr strukturell beschrieben werden, sondern aus akteurorientierter Sicht wirken hier die verschiedenen involvierten Gruppen und Subjekte zusammen, indem sie die Technologiebestimmenden Strukturen erst schaffen, beziehungsweise diese stabilisieren oder variieren. Damit ist auf das offene Handlungs- und Einflusspotential der sozialen Akteure verwiesen. Die so bestimmten Entstehungs- und Verwendungsprozesse von Technik sind Gegenstand der Technikgenese-Forschung. Die unterschiedlichen Bedingungskonstellationen der Erzeugung und Verwendung in den unterschiedlichen funktionalen Handlungsbereichen und

40 Selbst instrumentell verstandene Abschätzungsprozesse zu Technikfolgen, die sich im Kern als wissenschaftliche Politikberatung verstanden, kommen an einer Anknüpfung an öffentlichen Technikkontroversen nicht mehr vorbei, vergleiche etwa Hennen 1994, S. 455.

soziokulturellen Milieus der Gesellschaft sind hier in die zentralen Fragestellungen eingebunden.

Folgt man diesem Verständnis technologischer Entwicklung, dann können Prozesse technologischen Wandels und/oder technologischer Innovation nur aus dem Kontext der jeweiligen gesellschaftlich historischen Situation begriffen werden. Für ein dem adäquates Verständnis von Technik bedeutet das, die jeweils vorfindbare Technologie aus diesen Kontexten heraus zu interpretieren und zu begreifen. Damit wird der prozessuale technikgeschichtliche Horizont hierfür unabdingbar. Für die curriculare und unterrichtliche Gestaltung eines Gegenstandsbereichs Technik in der Sekundarstufe II müssen sich hiermit wichtige Kriterien für deren Konstruktion und Bewertung ergeben. Das hier über verschiedene Merkmalsdimensionen gekennzeichnete Verständnis von Technik muss hierfür eine zentrale Prüfebene abgeben.

Ein Bildungssystem, das angesichts der denkbaren Entwicklungen diesen Problembereich der Entwicklung von Technologie und Arbeit ignoriert, steht in der Gefahr, Bildung zu einem Anhängsel eines vorgegebenen und fremdbestimmten technologischen Wandels werden zu lassen. Einer neuorientierten Allgemeinbildung, die mit ihrem Anspruch auch und insbesondere die gymnasiale Oberstufe einschließt, als einer Bildung für alle, die auf die die Menschen gemeinsam betreffenden Probleme (Schlüsselprobleme) abhebt, muss es darum gehen, „ein geschichtliches Bewusstsein von den zentralen Problemen unserer gemeinsamen Gegenwart und der für uns voraussehbaren Zukunft zu vermitteln. ... Hierbei gilt es gleichzeitig, die Einsicht in die Mitverantwortlichkeit aller zu wecken und die Bereitschaft anzubahnen, sich diesen Problemen zu stellen und am Bemühen um ihre Bewältigung teilzuhaben“ (Klafki 1985, S. 20). Allgemeinbildung in diesem Verständnis steht daher in einem sozialen Implikationszusammenhang, der die Analyse der die durch Technologieentwicklung und -verwendung veränderte gesellschaftliche Wirklichkeit wie auch insbesondere der wünschbaren Zukunft mit einbezieht. Hierüber müssen sich auch die Bewertungsmaßstäbe bisheriger curricularer Ansätze und Konzepte für Technik in der gymnasialen Oberstufe ergeben.

21.3 Curriculare Ansätze und Erfahrungen in den Bundesländern Nordrhein-Westfalen, Brandenburg und Sachsen-Anhalt

Die umfassendsten Erfahrungen hinsichtlich der curricularen Praxis von Technik in der gymnasialen Oberstufe liegen mit den Entwicklungen im Land *Nordrhein-Westfalen* vor. Bereits in den siebziger Jahren wurden hier erste Konzeptionen entwickelt, die für die Bildungslandschaft in Deutschland ohne Vorbild waren. Dabei bestand insbesondere das Problem, ein technikwissenschaftlich bezogenes Konzept zu entwickeln; ein Konzept mit einem Anspruch auf Allgemeinbildung ohne die Anforderungen beruflicher Bildung mit einer entsprechenden fachlichen Differenzierung; ein Konzept, das sich auf die Gesamtheit technikwissenschaftlicher Disziplinen bezog und zugleich in die Methoden technischen

Denkens und Handelns einführen sollte. Es stellte sich hier auch die Frage nach dem zugrundeliegenden Verständnis von Technik und ihrer wissenschaftlichen Repräsentation. Beim Technikverständnis konnte angeknüpft werden an jene fachdidaktischen Diskussionen um die Entwicklung einer Technikdidaktik im Zusammenhang mit der Entwicklung im Sekundarbereich I (vgl. Oberliesen, Ohletz, Pichol 1980). Im Auftrag des Kultusministeriums entwickelten u. a. Haupt und Sanfleber 1975 ein „Curriculum Technik“ für die gymnasiale Oberstufe, das anschließend landesweit erprobt wurde (vgl. Haupt, Sanfleber 1975). Das Curriculum war dabei systemtechnologisch begründet und inhaltlich profiliert. Im Mittelpunkt der curricularen Organisation standen beispielhaft ausgewählte technische Systeme, die in konstruktiven Entwicklungsprozessen erschlossen werden sollten. In einem konstruktionswissenschaftlich gestützten inhaltlichen und formalen Rahmen sollten in der unterrichtlichen Praxis individuelle und/oder gesellschaftliche Probleme, naturwissenschaftliche Erkenntnisse und produktionstechnische Gegebenheiten zueinander in Beziehung gebracht werden. Die zentrale didaktische These war, dass wissenschaftsorientierter Unterricht über Technik konstruktiven und selektiven Modellbildungsprozessen (Bildung von Systemmodellen) zu folgen habe, wobei mit der Optimierung der Systeme auch wirtschaftliche und gesellschaftliche Fragestellungen mit zu implementieren seien. Dem technischen Experiment als spezifisch technikwissenschaftlicher Methode kommt dabei eine herausragende Bedeutung zu.

In der didaktischen Auseinandersetzung mit dieser systemtechnischen Orientierung wurde zunächst die zugrundegelegte Prämisse anerkannt, dass hierüber bedeutende Ordnungsmuster und Verfahren erschlossen bzw. bereitgestellt werden, über die ein metatechnisches Verständnis gegenwärtiger Erscheinungsformen von Technik zu entwickeln sei, Technik sich nicht allein über Ingenieurwissenschaften erschließen lasse, sondern in einem mehrdimensionalen sozioökonomischen Kontext zu stellen sei.

Bedenken wurden allerdings schon sehr früh vorgetragen hinsichtlich der didaktischen Intention, über die Auseinandersetzung mit sozio-technischen Systemen „Sinerschließung und Technikkritik“ als auch „technisches Handeln“ der von Technik Betroffenen zu vermitteln, die Gefahr einer in der Praxis eher ingenieurgemäßen Ausbildung angedeutet und fehlende sozialwissenschaftliche Kontexte bemängelt. Kritik wurde auch hinsichtlich der damit einhergehenden Lernorganisationen (an den zu Grunde gelegten lerntheoretischen Positionierungen) geübt, zum Beispiel der eingeschränkten methodischen Konzeptionierung (ausschließlich nachvollziehende Übernahme ingenieurwissenschaftlicher Methoden), die den Heranwachsenden nahezu keine eigenen Lernaktivitäten zubillige, ohne planerische und herstellende Tätigkeiten in nahezu ausschließlich analytischen (systembestimmten) Kontexten, die eine Umstrukturierung vorgegebener oder eigenständig zu identifizierender Problemlagen nicht zuließen, also mit nur bedingten eigenen Handlungsmöglichkeiten der Lernenden.⁴¹ Damit steht dieses Curriculum „Technik“ unter die Generalkritik an der weitgehend abbilddidaktischen Grundposition.⁴²

41 Vgl. zum Beispiel Fies 1979, aber auch später die kritische Bewertung des allgemeintechnologischen Ansatzes als didaktisches Konzept bei Pichol 1990, S. 4.

42 Zur grundsätzlichen Kritik vergleiche auch Sellin 1997, S. 102.

In Nordrhein-Westfalen wurden 1981 hierzu Richtlinien veröffentlicht; damit konnte dieses Fach auch als drittes oder viertes Abiturfach gewählt werden. Die systematisch aufbauende curriculare Grundstruktur bestand dabei aus den Inhaltsbereichen „Allgemeine Technologie/Einführung“ (a), „Systeme des Stoffumsatzes“ (b), „Systeme des Energieumsatzes“ (c), „Systeme des Informationsumsatzes“ (d) und „Verbund und Wechselwirkung technischer Systeme“ (e, f).⁴³ Der Denkansatz einer Allgemeinen Technologie sei darauf gerichtet, „die wissenschaftliche Lösung technischer Probleme zu verallgemeinern und zu einer – die einzelnen Technikwissenschaften übergreifenden und überschreitenden – technikwissenschaftlichen Methoden- und Erkenntnislehre zu verdichten“ (KM-NRW 1981, S. 29). In den Berichten des Kultusministeriums zu den Modellversuchen wird die „Beschränkung auf die Behandlung technischer Sachsysteme“, die die „naturale, humane und soziale Dimension von Technik“ aus dem Blick geraten lasse, nachdrücklich kritisiert. Eine curriculare Revision müsse eine „Überwindung dieser monotecnischen, einseitig an den jeweiligen ingenieurwissenschaftlichen Einzeldisziplinen orientierten Fachtheorie“ aufnehmen (vgl. KM-NRW 1988). In den neunziger Jahren wurde Technikunterricht in der gymnasialen Oberstufe in diesem Bundesland (Jahrgänge 11-13) an etwa fünfzig Gymnasien (10 % aller Gymnasien) in Grundkursen (sechs Stunden wöchentlich in sechs Halbjahren) und auch vereinzelt in Leistungskursen unterrichtet.

Die Mitte der neunziger Jahre einsetzenden Reformüberlegungen der gymnasialen Oberstufe führten auch zu einer Revision dieses Lehrplans (vgl. KM-NRW 1999). Hierin gingen der Anspruch und die kritische Feststellung ein, dass einzelne Fächer mit ihren isolierten Fachstrukturen nicht mehr dem allgemeinbildenden Anspruch schulischen Lernens gerecht werden können, soziale Verantwortlichkeit, personale Selbstständigkeit und gesellschaftliche Handlungsfähigkeit hervorzubringen. Es gehe vielmehr darum, Lernziele und Kompetenzen zu formulieren, die in fächerübergreifenden, interdisziplinären und kooperativen Lernorganisationen diese genannten Kompetenzen entwickeln lassen (vgl. Jenewein, Nowak 1997).

Für die Lehrplanrevision waren u. a. die Richtlinien für die Sekundarstufe II in Nordrhein-Westfalen (Gymnasiale Oberstufe des Gymnasiums und der Gesamtschule) leitend, die insbesondere die Forderung von fachbezogenem und fächerübergreifendem Lernen konzeptionell berücksichtigt. Darüber hinaus ist ein neuer didaktischer Anspruch unverkennbar, ausgewiesen über drei Determinierungen: „aktuelle und zukünftige Bedürfnisse und Interessen der Schülerinnen und Schüler“, „die mit der Gesellschaft gegebenen Normen, deren ökonomischen, sozialen und politischen Verhältnissen“ sowie als wissenschaftlicher Bezugshorizont die „Allgemeine Technologie mit dem Kernstück des sozio-technischen Handlungssystems“. Die Neuorientierung drückt sich dazu aus in einer ausgeweiteten Intentionalität und einer neuen inhaltlichen Profilierung: Technische Handlungs-

43 Zu bemerken ist hierzu noch, dass im Land Nordrhein-Westfalen zeitgleich ein umfangreiches Lehrerbildungs- und -weiterbildungsprogramm gestartet wurde, wenn auch die Gesamtzahl der bis in die neunziger Jahre zur Verfügung stehenden auszubildenden Lehrerinnen und Lehrer als längst nicht ausreichend angesehen wurde. Immerhin besteht jedoch dort eine inzwischen über zwanzig Jahre reichende Erfahrung in der Lehrerbildung; vgl. Sonnenberg 1997; Wagner, Haupt, Bergemann 1996.

kompetenz (die zentrale Intention) wird als Fähigkeit und Bereitschaft verstanden, in durch Technik mitbestimmten Situationen sach- und fachgerecht und in gesellschaftlicher Verantwortung zu handeln, was sich zum Beispiel in der Kompetenz konkretisiert, „Fähigkeiten und Bereitschaften, Entwicklungschancen und Einschränkungen im eigenen Umfeld zu reflektieren und zu beurteilen, eigene Begabungen zu erkennen und zu entfalten, Lebenspläne zu entwickeln und auf Grund veränderter Bedingungen zu revidieren bzw. weiterzuentwickeln“ (KM-NRW 1999, S. 6). „Fachliche Inhalte“ (wie z. B. „Stoffumwandlung“) werden mit „Kontexten“ (wie z. B. „Versorgung und Entsorgung“) und methodischen Arrangements (wie z. B. „Konstruktionsaufgabe“, „Projekt“, „Fertigungsaufgabe“, „Fallstudie“, „Planspiel“ u. a.) verschränkt. Die Erweiterung dieses methodischen Repertoires („Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens“) sowie die Aufnahme des „Lernens in Kontexten“ gehören mit zu den herausragenden Merkmalen der Neukonzeption dieses curricularen Konzepts bei Beibehaltung der fachlich-systematischen Orientierung an der Allgemeinen Technologie. Dennoch gilt hier weiterhin mit Einschränkung die allgemeine kritische Bewertung von Ropohl der „Verwechslung von Fachsystematik mit einer didaktischen Rezeptur“ und dass „der soziotechnische Aspekt, trotz aller Bekenntnisse zu ‚mehrperspektivischem Technikunterricht‘ größtenteils vernachlässigt“ wird (vgl. Ropohl 1997a, S. 117).

Das *Land Brandenburg* war nach der Wiedervereinigung das zweite Bundesland in Deutschland, das für den Wahlpflichtbereich der gymnasialen Oberstufe (Jahrgangsstufe 11, alternativ zu Informatik) eine curriculare Konzeption für ein Fach Technik entwickelte. Bereits 1992 wurde ein vorläufiger Rahmenplan erarbeitet (vgl. KM-BB 1992), nach dem 1992/93 die ersten Schulen dieses Flächenlandes die unterrichtliche Arbeit aufnahmen. Bei der curricularen Konzeption konnte dabei zum einen auf die bisherigen umfassenden Erfahrungen mit technisch-ökonomischer Bildung im Rahmen des Polytechnischen Unterrichts (Wissenschaftlich praktische Arbeit) in der Sekundarstufe II der DDR zurückgegriffen, zum anderen jedoch auch an den bisherigen Erfahrungen im Partnerland Nordrhein-Westfalen partizipiert werden. Im Unterschied zu diesem bestand jedoch im Land Brandenburg mit den Lehrplanentwicklungen der neunziger Jahre die Situation (und Chance) einer durchgehenden, über alle Schulformen und Schulstufen hinweg zu konzipierenden Technischen Bildung – von der Primarstufe bis zur Sekundarstufe II (vgl. Czech 1996, S. 179). Der Einfluss des in Nordrhein-Westfalen bestehenden Konzepts ist daher unverkennbar, insbesondere in der stringenten strukturellen Orientierung an der Allgemeinen Technologie.⁴⁴ Hinsichtlich der Intentionalität erfolgte jedoch hier bereits eine deutliche Erweiterung, wie sich auch die inhaltliche Profilierung klar von jener unterscheidet. Hierfür waren offensichtlich auch fachdidaktische Konzepte wie jene des „mehrperspektivischen Technikunterrichts“ der Sekundarstufe I von größerem Einfluss. Neben den Funktions- und Strukturprinzipien technischer Sachsysteme erscheinen jetzt hier als Lernbereiche zum Beispiel deren historische Entwicklung (technische Phylogenese), deren Entstehung (technische Ontogenese), deren bedarfsgerechte Organisation, deren Wechselwirkung im gesell-

44 Hier ist nicht zuletzt auch der theoretische Einfluss der Arbeiten von Wolffgramm unverkennbar (vgl. etwa Wolffgramm 1994).

schaftlichen Umfeld als auch deren Verwendung in „privaten, beruflichen und öffentlichen Lebenssituationen“. Im Mittelpunkt steht jedoch auch hier das sozio-technische System, welches in den Phasen seines Werdegangs von der Systemplanung über die -entwicklung und -nutzung bis zur -entsorgung verfolgt wird. Dabei sollen spezifische methodische Kompetenzen entwickelt werden, die auch als Beitrag zur Entwicklung einer allgemeinen Studierfähigkeit verstanden werden.

Die curriculare Organisation sieht für jede Jahrgangsstufe (11–13) zwei Kurse vor, also insgesamt 6 Kurshalbjahre, die eine systematische Sequenz sicherstellen, beginnend mit Kurs 11/I „Konstruktion und Optimierung eines technischen Systems“ bis hin zu Kurs 13/II „Technologische Entwicklungstendenzen eines technischen Systems“. Was die Umsetzung dieses Rahmenplans anbetrifft, konnten bereits in den ersten Jahren ca. dreißig bis vierzig Kurse an Brandenburger Gymnasien eingerichtet werden, die dann auch in eine erste Evaluationsphase einbezogen wurden (vgl. Czech 1995, S. 34). Mit dieser Evaluation ergaben sich bereits deutliche Hinweise auf eine offenere curriculare Gestaltung als auch insbesondere auf offene Fragen fächerübergreifender Kooperationen und einer stringenteren didaktischen Orientierung im Hinblick auf wissenschaftliche Erkenntnisprozesse (vgl. Czech 1995, S. 34), aber auch der inhaltlichen Ausweitung auf andere Wissenschaftsbezüge, wie etwa der Arbeitswissenschaften und weitere Inhaltsorientierungen wie Berufsorientierung (vgl. Czech 1997).

Kritisch wurde angemerkt, dass der Anspruch „technischer Allgemeinbildung“ nicht immer durchgehend erkennbar sei, das Gesamtkonzept damit „eher technizistische Züge“ trage, da allein in der Formulierung der Kursthemen sozioökonomische und soziokulturelle Aspekte der Allgemeinen Technologie nicht erkennbar seien.⁴⁵ Gymnasial vermittelte Allgemeinbildung habe vor allem „Orientierung, Wissenssynthese und Kriterien der Urteilsfähigkeit zu bieten, nicht jedoch die Wissenszersplitterung der ersten Semester der universitären Fachstudien vorwegzunehmen“.

Eine jüngere Entwicklung von Technik in der gymnasialen Oberstufe stellt die im Land *Sachsen-Anhalt* dar, die mit „vorläufigen Rahmenrichtlinien Technik Gymnasium/Fachgymnasium“ in die schulische Erprobung ging (vgl. KM-SA 2000). In einem gewissen Gegensatz zu den bisherigen Konzepten einer Technischen Bildung für die Sekundarstufe II des Gymnasiums ist hier verstärkt das Allgemeinbildungsmoment konstitutiv, wengleich der wissenschaftstheoretische Bezug ebenfalls der Allgemeinen Technologie folgt, allerdings verknüpft mit Orientierungskategorien einer mehrperspektivischen Technikdidaktik (vgl. Schulz 1999). So werden in der fachdidaktischen Konzeptionierung sowohl ingenieurwissenschaftliche, naturgesetzliche, ökologische, sozialwissenschaftliche, wertphilosophische als auch vorberufliche Perspektiven beschrieben. Im Zentrum des Lernens steht dabei das „Technische Handeln“ (Herstellung, Verwendung, Entsorgung), der „technische Problemlösungsprozess“ (vgl. KM-SA 2000, S. 14).

Ähnlich der Rahmenplangestaltung in Brandenburg bestand hier die curriculare Organisation an betreffend die Chance einer einheitlichen Gestaltung von Sekundarstufe I und II (für die Schulform Gymnasium). Dabei bilden in der Sekundarstufe I einzelne technische

45 Vgl. die diesbezüglichen Berichte in Czech 1995, S. 32, 36.

Artefakte und deren Nutzung den inhaltlichen Schwerpunkt, während in der Sekundarstufe II die Entstehungs- und Verwendungsprozesse selbst thematisiert werden. Schülerinnen und Schüler machen sich im Jahrgang 11 mit typischen Denk- und Arbeitsweisen der Technikwissenschaften vertraut (Einführungsphase) und wenden diese in der Bearbeitung komplexer technischer Problemlösungen in den Schuljahrgängen 12 und 13 (Qualifizierungsphase) an (vgl. KM-SA 2000, S. 16f.). Dabei spielen auch heuristische Methoden (divergierende und konvergierende) eine wichtige Rolle. Die Gesamtanlage der Rahmenrichtlinien folgt damit nur bedingt einer fachlichen Kurssequenz (Einführungsphase, Qualifizierungsphase), sie ist ansonsten thematisch problemorientiert ausgeführt. Im Mittelpunkt stehen eher technische Probleme (in naturalen und gesellschaftlichen Kontexten), wie zum Beispiel „Errichtung/Sanierung eines Bauwerks in der Gemeinde“, „Analyse regionaler Verkehrssysteme“ oder „Entwicklung von Arbeitsschutzvorrichtungen für Maschinensysteme“ und „Nutzung regenerativer Energie“. Dabei spielen Fragen der technischen Gestaltung (im engeren Sinne als auch im weiteren Sinne als gesellschaftliche Gestaltungsaufgabe) und der aktiven (auch politischen, konfliktorientierten) Einflussnahme durchaus eine orientierende Rolle. Die meisten Themenvorschläge (vielfach werden Alternativen benannt) versuchen, Kontexte der historischen-gesellschaftlichen Entwicklung nahe zu legen.

Insgesamt gesehen lässt der Rahmenplan allerdings die Begründung für die Themen offen, es bleibt bei einer gewissen Beliebigkeit der ausgewählten thematisierten Problemfelder als individuelle und gesellschaftliche Handlungsfelder. Die curriculare Erprobung wird zeigen, wie sich zukünftig die Rahmenrichtlinien inhaltlich weiter konstituieren, ob die tatsächlich gewählten Aufgabenfelder eher marginal verbleiben oder jene Probleme thematisiert werden, die im Hinblick auf die zukünftige gesellschaftliche Entwicklung und die darin enthaltenen Lebensperspektiven der Individuen von entscheidender Bedeutung sind, ob es sich in diesem Sinne um Schlüsselprobleme handelt. Erst dann könnte sich der Anspruch einer umfassenden Allgemeinbildung einlösen.

Es bleibt gegenwärtig auch die Frage nach einer diesen curricularen und unterrichtlichen Ansprüchen von Technik in der Sekundarstufe II (gymnasiale Oberstufe) entsprechenden Professionalisierung in der Lehrerbildung offen; dazu gibt es gegenwärtig im Land Sachsen-Anhalt, abgesehen von ersten umfassenden Lehrerfortbildungsmaßnahmen in der Kooperation von Landesinstitut, Universität und anderen Bildungseinrichtungen, im Zusammenhang mit der curricularen Implementation noch keine Erfahrungen und konzeptionelle Konkretisierungen.

21.4 Zukunft technischer Bildung in der gymnasialen Oberstufe – Zusammenfassende Schlussfolgerungen

Die Analyse der curricularen Entwicklungen um Technik in der Sekundarstufe II (gymnasiale Oberstufe) am Beispiel der Konzeptionalisierung der drei Bundesländer kennzeichnet spezifische Entwicklungslinien und -profile, die nicht unabhängig sind von den veränderten Anforderungen an Schule und Unterricht, nicht zuletzt auch unter dem Einfluss gesell-

schaftlichen (technisch-ökonomischen) Wandels (vgl. Abbildung 34). Das betrifft sowohl die *curriculare Organisation* (isolierter Fachunterricht/Unterricht im Fächerverbund oder Lernfeld, Stufen- und Schulformintegration) als auch die *inhaltliche Bestimmung*, etwa die Auflösung enger fachlicher Orientierung (z. B. die zentrale Stellung technischer Sachsysteme in konstruktionswissenschaftlichen Zusammenhängen) bis hin zu weiteren Kontextuierungen im Zusammenhang der Auseinandersetzung mit sozio-technischen Systemen, technischen Anwendungsfeldern und gesellschaftlich hervorgebrachten Problemlagen. Dabei ist der wissenschaftliche Bezugshorizont einer Allgemeinen Technologie zumindest in den hier analysierten Länderentwicklungen scheinbar unstrittig; Unterschiede ergeben sich allerdings mit der Bedeutung, die dieser Bezugsebene für die curriculare Konstruktionen selbst eingeräumt wird: ist sie nach wie vor das strukturierende Element für die Bestimmung und Organisation der Inhalte (so etwa ausgeprägt im Konzept von Nordrhein-Westfalen, 1981) oder bildet allein die fachliche Orientierungsebene den Systematisierungshorizont für vorgängig nach anderen Kriterien (zum Beispiel gesellschaftlichen Schlüsselproblemen⁴⁶) bestimmten Inhalten der Auseinandersetzung mit technologischer Entwicklung (wie etwa tendenziell in der Entwicklung der Rahmenrichtlinien für das Gymnasium in Sachsen-Anhalt).

Insgesamt sind mit diesen Analysen (mit zwar länderspezifisch graduellen Unterschieden) durchaus auch die Einflüsse der Entwicklung um ein umfassenderes Verständnis von Lernen zu erkennen (vgl. z. B. Bildungskommission NRW 1995). Ebenso werden die Impulse aus der Allgemeinbildungsdiskussion der achtziger Jahre deutlich (angestoßen durch die Frage nach der Leistung von Bildung angesichts der aktuellen technologischen und ökonomischen Entwicklung), wie auch jene von Schulentwicklung und Qualitätssicherung (neunziger Jahre) und nicht zuletzt die damit korrespondierenden Diskurse zur Reform der gymnasialen Oberstufe (neunziger Jahre).

Besonders deutliche Auswirkungen ergaben sich auch hinsichtlich des in den Konzeptuierungen erkennbaren gewandelten Verständnisses von *Wissenschaftspropädeutik*. Dieses lässt sich durchaus in den zeitlichen Entwicklungen (von den siebziger bis in die neunziger Jahre) ausmachen, wenn auch wieder mit länderspezifischen Unterschieden, die sich auch mit den zum Teil sehr heterogenen bildungspolitischen Entwicklungen im föderalen Bildungssystem Deutschlands überlagern. In diesem Zusammenhang sind beispielsweise die Ausweitung der methodischen Profilierungen (erweitertes Methodenrepertoire, erweitertes Lernortspektrum), aber auch der beanspruchten, formulierten Intentionalitäten (Kompetenzbildungen) auffällig. In allen Entwürfen wird daher seit den neunziger Jahren der Anspruch Technische Bildung in der Sekundarstufe II viel umfassender formuliert als zuvor, bezogen auch etwa auf die Persönlichkeitsentwicklung der Jugendlichen, der Entfaltung von sozialen als auch politischen Fähigkeiten und Fertigkeiten, wenn auch wiederum unterschiedlich ausgeprägt und akzentuiert. Dennoch, von einer adäquaten Entsprechung

46 Vgl. hierzu die grundsätzlichen Ausführungen von Sellin: „Inhalte für den allgemeinbildenden Technikunterricht sind auszuwählen nach aktuellen, gesellschaftlichen und globalen Schlüsselproblemen, die durch Technikanwendungen verursacht sind ... und die durch demokratisch mitbestimmte neu zu gestaltende Technik bewältigt werden müssen“ (Sellin 1997, S. 103).

hinsichtlich der zuvor entfalteten Reformansprüche an eine Technische Bildung in der gymnasialen Oberstufe kann allerdings nur erst bezogen auf Ansätze gesprochen werden, am weitesten entwickelt in den Entwürfen der Länder Sachsen-Anhalt (2000) und auch Nordrhein-Westfalen (1999). Diesbezügliche Hinweise dazu gibt es allerdings auch in den Evaluationsberichten des Landes Brandenburg.

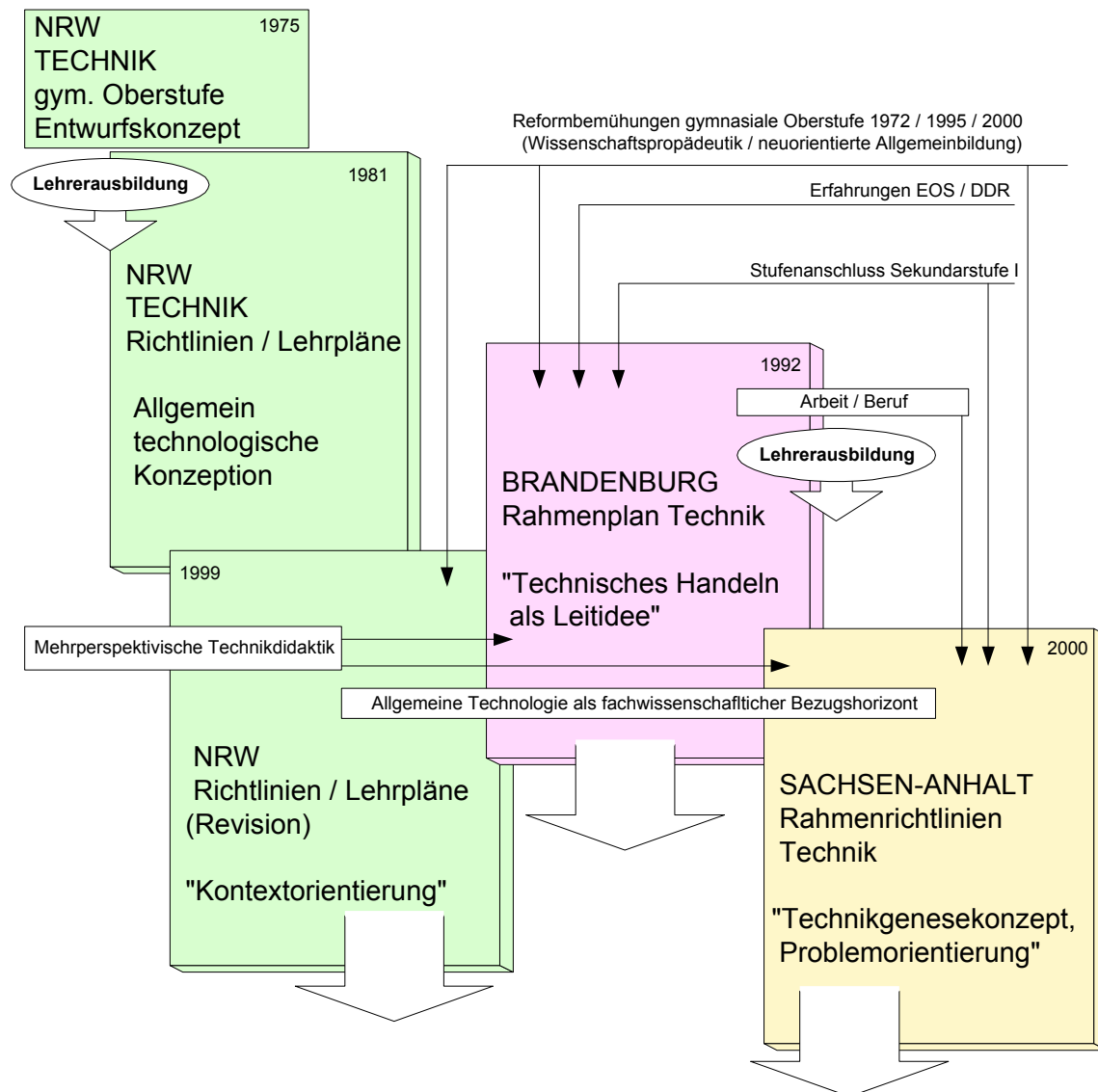


Abbildung 34: Technik in der allgemeinbildenden Sekundarstufe II Curriculare Entwicklungen in Deutschland – Übersicht

Hinsichtlich der *fachdidaktischen Entwicklung* ist bemerkenswert, dass die abbildungsdi-
daktischen Tendenzen der ersten curricularen Konzeptionen endgültig aufgegeben wurden
zugunsten von auf die gegenwärtige und zukünftige Lebenssituation der Heranwachsenden

gerichteten gesellschaftlichen Problemlagen und Handlungsfelder. Es sind hier deutlich die Einflüsse fachdidaktischer Diskurse zu den Konzeptionen Technischer Bildung in anderen Schulstufen und Schulformen zu erkennen, eine „gymnasiale Technikdidaktik“, wie sie scheinbar in den siebziger Jahren angedacht war,⁴⁷ scheint endgültig überwunden. Das hat sich auch in veränderten Sichtweisen und Aufmerksamkeiten in der Gestaltung von Lernorganisationen und den dort angesprochenen Handlungsfeldern (wie zum Beispiel Versorgung und Entsorgung, Transport und Verkehr u. a.) ausgewirkt. Damit kann aber noch nicht festgestellt werden, dass die in der Technikdidaktik geführten jüngsten Diskussionen um einen Paradigmenwechsel (vgl. Oberliesen, Sellin 1997) hier schon perspektivisch erkennbar wirksam gewesen wären. Ähnliches gilt bezüglich der seit spätestens der achtziger Jahre erörterten technikdidaktischen Fragestellung historisch-genetischen Lernens als auch der Gestaltungs- und Arbeitsorientierung (vgl. Oberliesen 1988) in der Technischen Bildung. In der Konzeption von Sachsen-Anhalt sind hier allerdings schon beachtliche Ansätze zu erkennen (vgl. KM-SA 2000). Das gilt auch hinsichtlich des dort zu Grunde gelegten Verständnisses von Technik, welches den oben dargestellten Interpretationen der Technikgenese (Technik als gesellschaftlich-historisches Projekt) mit den Optionen notwendiger interessenorientierter (gesellschaftlicher) Gestaltung zumindest deutlich näher steht als selbst die jüngste Revision des Konzeptes in Nordrhein-Westfalen (vgl. KM-NRW 1999). Das gilt auch hinsichtlich des dort weitgehend ausgeprägten problemorientierten curricularen Ansatzes.⁴⁸

Hier müssten *Weiterentwicklungen* ansetzen, auch und insbesondere Ansätze gestaltungsorientierter und arbeitsbezogener didaktischer Konzeptionierungen für die gymnasiale Oberstufe neu bedacht werden.⁴⁹ Deutlich unterstrichen sei, dass sich Technische Bildung nicht an den Mustern ingenieurwissenschaftlicher Technikgestaltung orientieren kann. Technik in der allgemeinbildenden Sekundarstufe II muss, wenn sie ein dem Gegenstandsbereich angemessen differenziertes Technikverständnis entwickeln will, technische Artefakte in den Kontext ihrer Entstehungs- und Wirkungszusammenhänge stellen, in den Handlungskontext sehr verschiedener Akteure und Gruppen von Akteuren (und nicht etwa als evolutionären Prozess beschreiben). Eine „allgemeine Technologie vermag dabei den Horizont über die herkömmlichen speziellen Technologien hinaus auszuweiten, als sie auch die Entwicklung und die Verwendung der Sachsysteme systematisch in den Blick nimmt. Während sich die etablierten Technikwissenschaften herkömmlicherweise weder für die Vorsorge noch für die Nachgeschichte ihrer Hervorbringungen interessieren, betont die Allgemeine Technologie ein Technikbild, das die gesamte ‚Lebensgeschichte‘ der

47 Vgl. hierzu entsprechende Interventionen bei Oberliesen, Ohletz, Pichol 1980.

48 Hinsichtlich der Bedeutung eines problemorientierten curricularen Konzepts sei zum einen noch einmal auf die Allgemeinbildungsdiskussion verwiesen (Probleme als Gegenstände der Bildung), zum anderen erfährt dieses Konzept gegenwärtig eine neue Unterstützung in der Auseinandersetzung um die Reichweite konstruktivistischer Lerntheorie.

49 Vgl. die Analysen in Dederich 1996 oder auch die konzeptionellen Überlegungen in Schulz 1999.

sachtechnischen Lösung, von der Erfindungsidee über die Nutzung bis zur schlussendlichen Auflösung“ (Ropohl 1997a, S. 115)⁵⁰ in den Blick zu nehmen vermag.

Dazu sind auch technikhistorische Analysen und Rekonstruktionen erforderlich, die die prinzipielle Gestaltungsoffenheit technologischer Entwicklung erkennbar werden lassen und vorfindbare Technik als immer schon vorgängig gestaltet interpretieren (vgl. Oberliesen 1988). Darin sind zugleich Fragen einer nachhaltigen Technologieentwicklung mit umfasst, zum Beispiel nach gebrauchswertorientierter wünschbarer Technik, aber auch der nach technischem Handeln in Zielkonflikten auf dem Hintergrund von gesellschaftlich und ökonomisch gegebenen Herrschafts-, Macht- und Marktstrukturen. In der Ausbildung der Fähigkeit zu technischem Handeln (im umfassenden Sinn als gesellschaftliches Handeln) muss die Subjektkomponente allerdings zum zentralen Bestimmungsmoment werden.

Hier schließt sich der Kreis zum Anspruch neuorientierter Allgemeinbildung: Vermittlung von Gestaltungsfähigkeit über historische Orientierungen und Wertorientierungen etwa in der Frage nach einer wünschbaren, auf Zukunft orientierten technologischen Entwicklung, exemplifiziert an technologischen Schlüsselproblemen, von deren Lösung entscheidend zukünftige gesellschaftliche Strukturen bestimmt sein werden und damit die individuellen Lebensperspektiven aller Mitglieder der (Welt-)Gesellschaft betreffen. Die „Untersuchung technischer Systeme wird dann weniger den gegenwärtigen, scheinbar abgeschlossenen Zustand als vielmehr z. B. den unerwünschten Output, dessen Ursachen und die Suche nach alternativen Lösungen zum Ziel haben“, dabei stünde „nicht etwa die Analyse bestehender technischer Systeme, sondern die handelnde Auseinandersetzung mit ökosozio-technischen Problemen und die Erarbeitung von Lösungsvorschlägen“ im Mittelpunkt (Sellin 1997, S. 105).

Besondere Aufmerksamkeit sollte hier auch den Diskursen um veränderte Lernkulturen (vgl. Oberliesen 1999), partizipativer Lernorganisationen und konfliktdidaktischer Gestaltung der Auseinandersetzung mit technologischer Entwicklung gewidmet werden. Mit dem Horizont der Erfahrungen der curricularen Konzeptionen von Technik in der gymnasialen Oberstufe könnten sich dabei zugleich auch neue Impulse für eine Weiterentwicklung einer allgemeinen Fachdidaktik Technik ergeben, die sich auf die Auseinandersetzung mit Technik in den verschiedenen Bildungs- und Lebenssituationen bezieht, angefangen von der Primarstufe bis zu einer gestaltungsorientierten Erwachsenenbildung (vgl. Duismann, Martin, Oberliesen 1999). Dringender Entwicklungsbedarf ist auch bezogen auf eine professionalisierte Lehrerbildung anzumahnen: diesbezügliche curriculare Implementationen werden nur von entsprechend fachlich qualifizierten Lehrerinnen und Lehrern getragen werden können. Unter den zuvor formulierten Ansprüchen der Reform der Oberstufe ist insbesondere auch über neue stufenübergreifende Lehrerausbildungsmodelle nachzudenken, die einen qualifizierten Verbund von fachpraktischer und schulpraktischer Ausbildung sicher stellen. Hier dürften insbesondere die konzeptionellen Erfahrungen in Brandenburg von

50 Ropohl verweist in diesem Zusammenhang auch auf das aus seiner Sicht zu enge Verständnis der Allgemeinen Technologie bei Wolffgramm, „der die Vor- und Nachgeschichte der Sachsysteme lediglich marginal erwähnt und nicht ‚systematisch‘ in seine Theorie einbezieht“ (Ropohl 1997a, S. 115).

Bedeutung sein, wo seit 1991 eine stufenübergreifende LehrerInnenausbildung für Technik in den Sekundarstufen I und II erprobt wird.

Zusammenfassend darf jedoch nicht übersehen werden, dass die in diesem Beitrag thematisierten curricularen Entwicklungen Konzeptionen darstellen, die in drei (!) von sechzehn Bundesländern verfolgt werden.⁵¹ In den übrigen Oberstufen der Gymnasien hat ein solches, auf die Vermittlung materieller Kultur orientiertes Bildungssegment (abgesehen von wenigen Initiativen einzelner Schulstandorte) immer noch keine Akzeptanz gefunden, obschon hierfür mit dem Kultusministerbeschluss von 1972 (vgl. KMK 1972) und den nachfolgend hierin eingegangenen Reformmomenten⁵² längst die formalen Voraussetzungen geschaffen wurden. Die in der Eingangsanalyse zur Entwicklung der Technischen Bildung in Deutschland aufgezeigten Ursachenmomente greifen offensichtlich noch beharrlich weiter.

51 Im Bundesland Hamburg gibt es jetzt allerdings hierzu die Initiative einer Rahmenplankommission, die beauftragt wurde, einen Lehrplan für Technik in der gymnasialen Oberstufe zu erarbeiten. In einigen anderen Bundesländern (wie zum Beispiel Schleswig-Holstein) können Schulen beim Vorliegen besonderer Voraussetzungen weiter Wahlgrundkurse anbieten, wozu dann die Schulen eigene curriculare Konzepte entwickeln müssen. Weiterhin wird aber für die Oberstufe der Gymnasien und Gesamtschulen kein gesondertes Fach Technik angeboten; Schulversuche dazu sind derzeit scheinbar auch nicht geplant.

52 Siehe hierzu auch die jüngste Fassung dieser Vereinbarungen vom Juni 2000 (vgl. KMK 1972, 2000).

22 Positionen zur Technikdidaktik – Gymnasiale Oberstufe

Olaf Czech

In einer Zeit, in der Technik immer komplexere Gestalt annimmt, die Distanzen zu gesellschaftlichen Strukturen engmaschiger werden und die Globalisierung noch vorhandene Vorstellungen von Distanzen weiter schwinden lässt, bewegt sich die bildungspolitische Diskussion immer noch im Spannungsfeld zwischen der Notwendigkeit allgemeiner technischer Bildung und deren inhaltlichen Konzepten. Es ist bis heute umstritten, in welcher Form die Lehre von der materiellen Kultur in die unterschiedlichen allgemeinbildenden Schulen integriert werden soll. Das trifft insbesondere für die Sekundarstufe II in Deutschland zu. Unverständnis der Grundlagen technischer Prozesse, mit ihrer Genese und ihren Konsequenzen stehen der Herausbildung unterschiedlicher Schlüsselqualifikationen, heute häufiger mit dem Begriff Kompetenzen belegt, entgegen und führen zu Perspektivlosigkeit. Es werden damit Chancen vergeben, in das technische Handeln auf den Ebenen Herstellen, Verwenden und Auflösen nachhaltig gestaltend einzugreifen. Dadurch wird ein Nährboden geschaffen, der die Extrempositionen von Technikfeindlichkeit und Verherrlichung von Technik weiter fördert. Nachdenklich sollte die in letzter Zeit immer größer werdende Gruppe der Gleichgültigen stimmen, die den Standpunkt vertreten, ohnehin nichts ändern zu können. Vielmehr sollten die Erfahrungen im Umgang mit Technik genutzt werden, um zu der Erkenntnis zu kommen, dass sowohl die Technik selbst als auch der Umgang der Menschen mit der Technik stets zu vervollkommen sind und die Summe des individuellen Verhaltens im Umgang mit Technik wesentliche Veränderungen sowohl positiver als auch negativer Ausrichtung herbeiführen kann. Die Verantwortung für die zukünftige Welt tragen wir alle, nicht nur wenige Spezialisten. Die Wissensgesellschaft benötigt Menschen, die gesellschaftliche Bedürfnisse mit dem vernünftigerweise Machbaren vermittelt und danach fragt, wessen Bedürfnisse es sind. Diese Aufgabe ist nicht leicht, denn sie berührt auch Schnittpunkte von Geld und Verantwortung.

22.1 Technik – Bereich der Allgemeinbildung

Die Überschrift selbst soll das Problem hervorheben, welches seit Jahrzehnten ungelöst geblieben ist, nämlich die Frage nach der Zugehörigkeit von Technik zur Allgemeinbil-

dung. Abgesehen davon, dass jede gesellschaftliche Richtung ihre eigenen bildungspolitischen Akzente setzt, wird diese Frage bis in die einzelnen Schulen hinein diskutiert, und das sollte auch die Grundlage für weitere Entwicklungen und Entscheidungen sein. Die Forderung nach allgemeiner technischer Bildung in allen Schulformen und -stufen wird seit Jahren erhoben. Der strikten Einbeziehung von Erkenntnissen über Theorie und Praxis der materiellen Kultur in einem Fach Technik steht man dennoch in der Sekundarstufe II verhalten gegenüber. Das sich Lösen von humanistischen Bildungskonzepten scheint in manchen Bereichen bis heute nicht abgeschlossen zu sein. Standesdenken und Vereinskli-schees sind in diesem Prozess nicht immer Triebkräfte moderner Bildungsstrategien. Dem-zufolge ist zu begrüßen, wenn der DPhV (Deutscher Philologenverband) und der VDI (Verein Deutscher Ingenieure) 1999 ein gemeinsames Memorandum „Für die Stärkung der naturwissenschaftlichen und der technischen Bildung“ herausgegeben und der Öffentlich-keit übergeben haben, in dem darauf hingewiesen wird, dass grundlegende Entwicklungen dieses Jahrhunderts aus Wissenschaft und Technik an den „Jugendlichen vorbeigehen und diese mit Weltbildern aus dem 19. ins 21. Jahrhundert wechselt“ (DPhV, VDI 1999, S. 2). Bei einer Anerkennung von Technik als Bereich der Allgemeinbildung sollte es zum Recht für jeden Lernenden gehören, entsprechende Bildungsangebote unterbreitet zu bekommen. Klafki nennt drei Bestimmungsgrößen, auf die die Allgemeinbildung in unserer Zeit ausge-richtet sein sollte: die Selbstbestimmungsfähigkeit, die Mitbestimmungsfähigkeit und die Solidaritätsfähigkeit (vgl. Klafki 1991, S. 52). Neuere Veröffentlichungen, wie die Delphi-Studie, fordern, eine „Gesellschaft, die vom Wissen lebt, muss deshalb ihre Bürger in die Lage versetzen, mit der Informations- und Wissensflut zurechtzukommen“, und Allge-meinwissen wird vorwiegend mit Kompetenzen interpretiert, wie

- Instrumentelle bzw. methodische Kompetenzen,
- Personale Kompetenzen,
- Soziale Kompetenzen,
- Inhaltliches Basiswissen (Delphi-Studie 1998, S. 42f.).

Daraus ist abzuleiten, welche Anteile technische Allgemeinbildung an der Herausbildung dieser übergeordneten Ziele haben kann. Es darf nicht übersehen werden, dass es sich ge-genwärtig mindestens subjektiv so darstellt, dass sich die gesellschaftlichen Veränderun-gen und die Technik selbst schneller entwickeln als die bildungspolitischen und wissen-schaftlichen Auseinandersetzungen um die Fragen der technischen Allgemeinbildung an den Schulen, und wir sind somit nicht unschuldig an der Tatsache, wenn die Auseinander-setzung mit der materiellen Kultur weiter ins Abseits gerät. Allein die Entwicklung der Begriffe von Technik, technischen Wissenschaften und Allgemeiner Technologie zeigen solche Prozesse auf. Johann Beckmann als „Vater“ der Allgemeinen Technologie geht noch im Vorfeld der industriellen Revolution von der relativ reinen handwerklichen Tech-nik aus. Wolffgramm bestimmte in Anlehnung an Karl Marx die Technik als „Gesamtheit der Verfahren und Mittel, die der Mensch sich mit dem Ziel der Befriedigung seiner mate-riellen und kulturellen Bedürfnisse schafft und dienstbar macht“ (Wolffgramm 1978, S. 22). Es ist zu erkennen, dass hier der reine Sachgegenstand nicht mehr allein betrachtet wird, sondern der Zusammenhang zum individuellen und gesellschaftlichen Handeln her-

gestellt wird. Ropohl analysiert die Entwicklung, arbeitet weitere Unzulänglichkeiten im herkömmlichen Paradigma heraus und stellt Ansätze fest, die „ihren Horizont in Dimensionen erweitern, die dem traditionellen szientifischen Paradigma unbekannt sind“ und nennt folgende Horizonte:

- Systemhorizont,
- Zeithorizont,
- Qualifikationshorizont,
- Methodenhorizont,
- Werthorizont (vgl. Ropohl 1999a).

Wenn diese Horizonterweiterungen zum Aufhellen der Krise in den Technikwissenschaften beitragen können, dann trifft das auch für die Allgemeine Technologie zu und damit für die sozio-technische Betrachtungsweise ausgewählter technischer Systeme im Unterricht. Das ist eine Entwicklung, in der die Widerspiegelung der Technik und die immer enger werdenden Verflechtungen der Technikwissenschaften – auch in der Ausbildung von Ingenieuren – mit Gesellschaftswissenschaften, Geisteswissenschaften und Sozialwissenschaften deutlich werden (vgl. auch den Beitrag von Meier, Zöllner in diesem Band). Das kann nicht ohne Konsequenzen für eine Veränderung im Ansatz der Zielstellungen für den Technikunterricht der allgemeinbildenden Schulen bleiben, wenn sie zukunftsorientiert ausgerichtet sein sollen.

Die von Sachs 1989 formulierten Ziele für die Sekundarstufe I sind noch primär auf die Ausbildung von Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Lösung praktischer Aufgaben gerichtet. Es werden zum Beispiel folgende Ziele bestimmt:

1. Die Schüler sollen als eine Voraussetzung für die Bewältigung praktisch-technischer Probleme technikbezogene Fähigkeiten und Fertigkeiten erwerben.
2. Die Schüler sollen als eine Voraussetzung für das Verständnis der technischen Umwelt und für die Beherrschung technischer Wandlungen wichtige technische Sachverhalte kennen und in allgemeine Sachzusammenhänge einordnen.
3. Die Schüler sollen als eine Voraussetzung für Meinungsbildungs- und Entscheidungsprozesse den Interessenbezug technischer Entwicklungen kennen sowie die Qualität und den Nutzen technischer Mittel und Verfahren kritisch beurteilen.
4. Die Schüler sollen als eine Voraussetzung für die Berufswahl Kenntnisse über technische Berufe und vorberufliche Erfahrungen gewinnen (vgl. Sachs 1989).

Bei der weiteren Fortschreibung der Ziele ist unter Berücksichtigung oben genannter Horizonte Technik im engeren Zusammenhang gesamtgesellschaftlicher Handlungs- und Wertesysteme zu sehen. Ziele des Technikunterrichts sollten nicht nur auf kritische Beurteilung von Technik verweisen, sondern Wege kennzeichnen, auf denen die durch Technik veränderte Welt nicht allein durch ökonomische Parameter gestaltet wird. Wir erklären in der Schule die technischen Möglichkeiten, mit denen die Entfernungen von einem Kontinent zum anderen immer kleiner werden, aber über die sich daraus ergebenden Konsequenzen wird kaum gesprochen, es werden fast keine Hilfestellungen gegeben, wenn sich dadurch

die Menschen immer weiter voneinander entfernen, und wir gestehen erst recht nicht ein, dass mögliche Ursachen dafür in der von Technik überzogenen Welt liegen. Beim Lösen dieser Aufgaben kann eine veränderte Zieldefinition helfen, die sich mehr an einer Sozialorientierung der Technikentwicklung ausrichtet (vgl. Banse, Friedrich 1996, S. 143). Zu verstehen ist darunter eine im ganzheitlichen Sinne zunächst interdisziplinär ausgerichtete Analyse der Ursachen, Folgen und Begleiterscheinungen der Entwicklung und des Einsatzes von Technik. Dazu gehört sodann die Umsetzung der Ergebnisse dieser Analyse zur Steuerung des Entwicklungsprozesses mit dem Ziel, technischen Fortschritt in den Dienst des sozialen Fortschritts, d. h. der allgemeinen Verbesserung der Lebensbedingungen auf der Erde zu stellen (vgl. Langenheder 1992, S. 12), und das auf der Basis eines breiten politischen Konsens.

22.2 Technik im Fächerkanon der Sekundarstufe II

Gegenwärtig werden noch zu viele Aktivitäten darauf gerichtet, entsprechende Akzeptanz für ein Unterrichtsfach Technik in den gymnasialen Oberstufen zu erlangen oder zu sichern, ein Fach, was eigentlich keiner so richtig protegiert. Wenn eine Schule in Brandenburg überhaupt die beiden Fächer Informatik und Technik anbietet, muss sich der Schüler laut Verordnung in der Jahrgangsstufe 11 für eines dieser beiden Fächer entscheiden. Er muss also Bereiche trennen, die sich in der unterrichtlichen Bearbeitung sehr oft als untrennbar erweisen. Das ist nicht nur Widerspiegelung der gesellschaftlichen Realität, sondern auch Schülerwunsch, da 38 % der befragten Schülerinnen und Schüler gern beide Fächer in ihrer Stundentafel hätten (vgl. Czech 1997a, S. 7, Anlagen). Zusätzliche Spannungen treten dadurch auf, dass Lehrkräfte sich nicht selten uneins darüber sind, mit welchen Inhalten den Zielstellungen der Rahmenpläne entsprochen wird. Konkurrenzerscheinungen statt Ideen zum Zusammenführen von Wirklichkeitszusammenhängen breiten sich aus. Sollen diese Erscheinungen überwunden werden, müssen Konzepte entwickelt werden, die neben dem Fach Technik diejenigen Fächer beteiligen, die zum Verständnis der materiellen Kultur im Sinn der Allgemeinen Technologie beitragen können und Interdependenzen ausweisen, wie Physik, Chemie, Biologie, Informatik, Wirtschaft, Politik und Philosophie. Reibungspunkte ergeben sich zunehmend an der Nahtstelle zu den Naturwissenschaften, Fächer, die im Wahlverhalten der Schüler weiter an Bedeutung verlieren. Da immer noch zu häufig die Ansicht in den Schulen und darüber hinaus vertreten wird, Technik ausschließlich als angewandte Naturwissenschaft zu verstehen, wird öfter der Versuch unternommen, naturwissenschaftlichen Unterricht mit technischen Inhalten „anzureichern“. Das resultiert auch aus der für die Schule allgemeingültigen Forderung, Unterricht lebensverbunden und zukunftsorientiert auszurichten. Daraus lässt sich die Frage nach der weiteren Berechtigung der stringenten Stundenordnung und der Aufgabenfelder, wie folgt, für die gymnasiale Bildung ableiten:

- sprachlich-literarisch-künstlerisches Aufgabenfeld,
- gesellschaftswissenschaftliches Aufgabenfeld,

- mathematisch-naturwissenschaftlich-technisches Aufgabenfeld.

Hier wird gerade das getrennt, was der Technikunterricht durch seine Beziehungen des technischen Sachsystems zu seinen Entstehungs- und Verwendungszusammenhängen in Zusammenhang bringen will und damit starke gesellschaftliche Bezüge herstellt.

22.3 Das allgemeinbildende Fach Technik in der Sekundarstufe II im Land Brandenburg

22.3.1 Ziele

Das Unterrichtsfach Technik in der gymnasialen Oberstufe gibt es in Brandenburg an allgemeinbildenden Schulen seit dem Jahr 1992 mit einer kontinuierlich steigenden Zahl der Kurse. Es wurde versucht, den allgemeinbildenden Charakter des Faches durch die starke Anlehnung des konzeptionellen Ansatzes des Rahmenplanes an die Allgemeine Technologie zu erreichen, die auch von den Teilnehmern des Fachgesprächs im Oktober 2000 in Ludwigsfelde-Struveshof als wissenschaftlicher Zugang allgemein Akzeptanz fand. Sie umfasst nach Ropohl generalistisch-interdisziplinäre Technikforschung und Techniklehre und ist die Wissenschaft von den allgemeinen Funktions- und Strukturprinzipien der Sachsysteme und ihrer soziokulturellen Entstehungs- und Verwendungszusammenhänge. Mit den Aspektbetrachtungen nach dem mehrperspektivischen Modell kann die Ganzheitlichkeit sozio-technischer Systeme mit ihren Beziehungen zu Mensch und Natur didaktisch erschlossen werden. In diese Betrachtungen sind sowohl die technische Phylogenese als auch die technische Ontogenese und deren bedarfsgerechte Organisation einbezogen. Vor dem Hintergrund der Bildungs- und Erziehungsziele der gymnasialen Oberstufe sowie des mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeldes werden im Rahmenplan drei Lernzielschwerpunkte formuliert:

- Erwerb eines grundlegenden transferierbaren technischen Sach- und Verfahrenswissens,
- Entwicklung des technischen Denkens und Handelns unter Einbeziehung der Urteils- und Handlungsfähigkeit beim Umgang mit Technik,
- Befähigung zu sachgerechtem, reflektiertem und verantwortungsbewusstem Verhalten in Situationen, die durch Technik mitbestimmt werden (vgl. Rahmenplan, S. 26).

Daraus lassen sich folgende Zielvorstellungen in einen fachdidaktischen Begründungszusammenhang bringen:

- Es ist sicherzustellen, dass die Aussagen dem jeweiligen Entwicklungsstand der Technik in Theorie und Praxis entsprechen. Bei aller subjektiven Brechung des Realitäts- und Wissenschaftsbezuges darf nicht jede Kritik mit Technikfeindlichkeit oder eine kritiklose Unterstützung mit Technikverherrlichung verglichen werden.

- Die aus den Bereichen stoff-, energie- und informationsumsetzende Systeme abgeleiteten Unterrichtsgegenstände sollen als System technischer Gegenstände und Verfahren betrachtet werden, die sich den Schülern als Teil ihrer Lebenswirklichkeit und der Gesellschaft erschließen. Die Forderung nach Weiterführung des integrativen Ansatzes der Arbeitslehre der Sekundarstufe I verfolgt das Ziel der Ganzheitlichkeit, ohne das notwendige Selektieren des Einzelnen zu vernachlässigen.
- Der didaktische Ansatz ist von den allgemeinen Strukturen der Technik abzuleiten, die durch die Allgemeine Technologie vertreten werden, auf deren Grundlage technische Denk- und Handlungsstrukturen herauszuarbeiten sind.
- Sozialkompetenzen sind besonders dahingehend zu entwickeln, bestehende und künftige technische Systeme analysieren, entwickeln und, entsprechend der gesellschaftlichen Werte und Normen, bewerten zu können.

Dabei ist zu beachten, dass vor diesem Hintergrund grundlegende Kompetenzen für eine allgemeine Studierfähigkeit erworben werden sollen.

22.3.2 Inhalte

Die Einteilung und Auswahl der Lerninhalte erfolgt auf der Grundlage der Kategorien zur Beschreibung eines technischen Systems (Stoff, Energie, Information). Die sich daraus ableitende Struktur stellt sich in drei Ebenen dar, die Stufen zunehmender Konkretisierung der Technik als Gegenstand und abnehmender Verbindlichkeit für den Unterricht charakterisieren:

- Kursthemen
- Unterthemen
- Lerngegenstände

Kursthemen

- Konstruktion und Optimierung technischer Systeme
- Grundlagen stoffumsetzender (energieumsetzender, informationsumsetzender) Systeme
- Konstruktion, Analyse und Betriebsoptimierung energieumsetzender (oder stoffumsetzender, informationsumsetzender) Systeme

In Anlehnung an diese Kursthemen ist vorgesehen, ein technisches System in seinen Lebensphasen von der Systemplanung bis zu seiner Auflösung nicht nur zu betrachten, sondern auch in einzelnen Phasen zu gestalten. Dabei besteht jedoch die Schwierigkeit, den Gesamtzyklus unterrichtlich zu bearbeiten. Der Systementwicklung und -fertigung wird zu häufig die ausschließliche Aufmerksamkeit zugeordnet. „Eingefahrene“ didaktische Schwerpunktsetzungen bezüglich der Unterrichtsinhalte geben der Systemdistribution, -nutzung und -auflösung, wenn überhaupt, einen geringen Stellenwert.

Unterthemen

- Historische und/oder großtechnische Einordnung
- Analytische/konstruktive Bearbeitung technischer Anlagen und ihre Modellierung für den Unterricht
- Untersuchung der Prinzipien des Prozessablaufs technischer Anlagen
- Betrieb technischer Anlagen und Ermittlung der Betriebskennwerte
- Organisation des Prozessablaufs
- Diskussion von Optimierungsvarianten und Optimierung der Anlage/oder des Prozesses
- Arbeitsteiliger/frontgleicher Verbund technischer Anlagen/Systeme
- Entwicklung der Technik unter technologischen, philosophischen und sozialen Aspekten

Die Unterthemen sind als strukturelles Hilfsmittel für den Unterricht vorgesehen und können entsprechend der inhaltlichen und organisatorischen Gewichtung ausgewählt werden, sind aber nach sechs Kurshalbjahren vollständig zu bearbeiten. Im Rahmenplan sind die Unterthemen als Vorschlag für die Lehrkräfte den Kurshalbjahren zugeordnet.

Lerngegenstände

In einem Rastersystem mit den Seiten der Systemkategorien (Stoff, Energie, Information) und Lebenssituationen (Privat, Beruf, Gesellschaft) werden Vorschläge für Lerngegenstände aufgespannt. So ist zum Beispiel das Niedrigenergiehaus dem Lebensbereich Privat und der Systemkategorie Energieumsatz zugeordnet. Je nach Entwicklungsstand technischer Systeme als Bestandteil gesellschaftlicher Gesamtentwicklung kann das Rastersystem durchaus auch mit weiteren Repräsentanten vervollständigt werden, die nachfolgenden Anforderungen entsprechen sollten:

- Realisierung der verbindlichen Forderungen im Rahmenplan, die durch die fachspezifischen Lernziele, Kursthemen und Unterthemen gekennzeichnet sind
- Angemessener Bedeutungszusammenhang für Schülerinnen und Schüler zur Realtechnik
- Möglichkeiten der didaktischen Reduktion mit angemessenem Schwierigkeitsgrad
- Anpassung an notwendige schulorganisatorische Maßnahmen und Möglichkeiten zur Arbeit in unterschiedlichen Sozialformen

Die Lerngegenstände müssen darüber hinaus mit den Mitteln der Schule experimentell-analytisch und konstruktiv bearbeitet werden können (vgl. Rahmenplan 1994).

Beim Studium des Rahmenplanes wird deutlich, dass das Bemühen, Technik aus dem Blickwinkel sozio-technischer und sozio-kultureller Aspekte zu betrachten, vorwiegend in der Präambel und den Lernzielen erkennbar wird, die weiteren inhaltlichen Beschreibungen sich aber kaum noch auf sozio-technische Strukturen beziehen. Ropohl kritisiert die Kursthemen zurecht als „Unterrichtsverfahren“ zur Heranbildung von „Ingenieuren im

Westentaschenformat“ (vgl. Ropohl 1997b). Daran wird ersichtlich, dass die Zielstellung des Rahmenplans und die Ausrichtung an der Allgemeinen Technologie als konsensfähig betrachtet werden kann, die inhaltliche Ausfüllung aber häufig an der Auseinandersetzung der objektiven und subjektiven Integrationsleistung im Sinn der Allgemeinen Technologie teilweise scheitert. Es ist sicher ein Teil von Normalität, wenn Differenzen zwischen Zielstellung und Erreichtem zu verzeichnen sind und erst nach Konsolidierung von Erfahrungen über einen angemessenen Zeitraum und weitere Diskussionen bezüglich des Theorieverständnisses zur Qualifizierung der Programme beitragen. In diesem Sinn verstehen wir auch diesen Beitrag im Rahmen der begonnenen Fachgespräche „Technikbilder und Technikkonzepte im Wandel“. Bei allen unterschiedlichen Positionen der Teilnehmer dieses Fachgesprächs hat sich die Allgemeine Technologie als Bezugswissenschaft für ein allgemeinbildendes Fach Technik als konsensfähig erwiesen. Es ist zu hoffen, dass man sich nicht mit dieser Standortbestimmung zufrieden zurücklehnt.

22.4 Probleme und Perspektiven

22.4.1 Kein Konsens in der Gesellschaft beim Unterrichtsfach Technik

Kaum ein anderer Bereich der Gesellschaft ist so unflexibel wie die Bildung. Wie sonst wäre es möglich, dass sich wesentliche Bestandteile der neuhumanistischen Bildungskonzepte, die eine zeitgemäße Zukunftsorientierung behindern, bis heute so dominant zeigen. Es ist bisher nicht gelungen, neben dem naturwissenschaftlichen Unterricht den Technikunterricht als normal gesellschaftsfähig in der Schule zu positionieren. Die Ursachen dafür liegen auf unterschiedlichen Ebenen.

- Ohne ausreichende Informationen über Ziele und Inhalte sollen sich Schüler und Eltern interessen- und zukunftsorientiert für den Technik- oder Informatikunterricht in der gymnasialen Oberstufe entscheiden, eine Hoffnung, die in den meisten Fällen unerfüllt bleibt. Wenn kein Angebot von Technikunterricht in den Schulen besteht, bleibt dem Schüler zur Informatik keine Alternative. Diese Situation ist im Land Brandenburg weit verbreitet (vgl. Czech 1999, S. 85).
- Die uneinheitlichen technik-didaktischen Positionen in Form des kooperativen und integrativen Ansatzes und die damit unmittelbar verbundenen begrifflichen Spagate, die sogar diejenigen zum Wanken bringen, die aus beruflichen Gründen sich damit auseinandersetzen und die einen sich der Arbeitslehre und die anderen sich dem Technikunterricht verschrieben haben, sind wenig hilfreich im Sinn allgemeiner technischer Bildung (vgl. Ropohl 1997c).
- Bildungspolitik darf keinen Reformsüchten ausgeliefert sein, die spontan und gleichzeitig nur auf Symptome reagieren, Ursache und Wirkung aber vielfach außer Acht lassen. Jüngstes Beispiel ist die zu begrüßende Anstrengung, alle Schulen mit Computern auszustatten, um auf die harsche Kritik der Wirtschaft zu reagieren. Eine Kritik, die dafür spricht, dass die Schulen schon seit Jahren von der Substanz leben und den immer grö-

ber werdenden Widerspruch zwischen gesellschaftlicher Entwicklung – die Entwicklung der Technik soll hier mit eingeschlossen sein – und der Entwicklung der Schule immer größer wird (vgl. Kraus 1998, S. 12). Ein solcher finanzieller Klimmzug schafft noch lange keine gesunde Schule, die sich erst dann entwickeln kann, wenn Bildungskonzepte entstehen, die in ihren Grundzügen überparteiliche Zustimmung finden und nicht in kürzester Zeit durch die Entwicklung überrollt werden.

- Für die allgemeine technische Bildung und den Technikunterricht sowie die Technikdidaktik besteht ein eklatantes Theoriedefizit (vgl. Schulte 1999). Punktuelle schulische Entwicklungen bezüglich des Technikunterrichts scheinen der Wissenschaftsentwicklung durch die Hochschulen zu enteilen, wenn auch in unterschiedliche Richtungen. Auch das stärkt das Unterrichtsfach Technik an den Schulen, im Vergleich zu anderen Unterrichtsfächern, in keiner Weise. Erste Schritte zur Formierung einer eigenständigen Wissenschaftsdisziplin liegen in konzeptionellen Ansätzen vor (vgl. Wolffgramm 1999), sie müssten nur aufgegriffen und bestehende Forschungsanstrengungen wesentlich verstärkt werden. Dabei ist eine stufenspezifische Bearbeitung erforderlich, die die Unterschiede in der Akzentuierung der Ziele, Inhalte und Methoden hervorhebt. Die präzise Auseinandersetzung, wenn auch vorwiegend analytisch, mit den „Richtungen der Technikdidaktik“ (vgl. Schmayl 1992), „Entwicklungsmöglichkeiten technikdidaktischer Ansätze“ (vgl. Hill 1997) und der Versuch eines allgemeinen Technikverständnisses mit Hilfe der Entropie zu entwickeln (vgl. Hein 1997), ist kaum aufgegriffen und weiter diskutiert worden.

22.4.2 Technik und Naturwissenschaften

Die immer größer werdende Unpopularität der Naturwissenschaften in der Schule ist kaum zu übersehen. In der gymnasialen Oberstufe werden die Kurse entsprechend der Wahlmöglichkeiten kaum belegt oder sogar abgewählt. Ähnliche Tendenzen zeichnen sich im Lehramtsstudium ab: In den Hörsälen wird die Anzahl der Studierenden immer geringer. Um dieser Misere zu begegnen, werden unterschiedliche Anstrengungen unternommen. Eine davon ist der Versuch, die Vorstellungen zu verwirklichen, naturwissenschaftlicher Unterricht sollte mit technikwissenschaftlichen Erkenntnissen bereichert und somit für den Schüler interessanter werden. Diese Überzeugung wird ebenso von Lehrern wie auch von Entscheidungsträgern der Bildungspolitik vertreten. Völlig übersehen oder ignoriert werden dabei die unterschiedlichen Zielstellungen, Gegenstände, Methoden und weitere Vergleichskriterien. Dabei ist zu betonen, dass die Notwendigkeit des Zusammenhangs von Naturwissenschaft und Technik/Technologie keineswegs bestritten wird, und die Entwicklung der Wissenschaften in einzelnen Bereichen künftig Trennlinien immer unschärfer werden lassen. Wenn die Schule sich in dieser Frage vordergründig auf wesentliche Merkmale beider Seiten stützt, werden sich Berührungspunkte abzeichnen, die es zum Erkennen des Wirklichkeitszusammenhangs durch die Schüler zu nutzen gilt. Der nachfolgende Versuch einer Analyse wird mit dem Ziel unternommen, Schulcurricula als Herd zur Synthese der Erkenntnisgewinnung der beiden Bereiche werden zu lassen.

22.4.3 Gegenstandsbereiche des Technikunterrichts

Nachdem die Zielformulierungen aus dem Rahmenplan in Brandenburg im Abschnitt 3 und eine mögliche künftige Ausrichtung im Abschnitt 1 angesprochen wurden, sollen hier einige Anregungen zur Konzentration auf Auswahlkriterien möglicher Inhalte folgen (vgl. Tabelle 4, Konzeptansatz zur Auswahl und Bearbeitung von Lerngegenständen).

Tabelle 4: Schüler zwischen Naturwissenschaft und Technik – Unterschiede in den Tätigkeitsstrukturen

Vergleichskriterium	Naturwissenschaft	Technik/Technologie
Ziele	Die Schüler erwerben theoretische Erkenntnisse über objektive Zusammenhänge in der Natur.	Die Schüler erwerben theoretische Erkenntnisse und praktische Fähigkeiten zur Schaffung künstlicher Gebilde.
Gegenstandsbereiche	Die Schüler setzen sich mit natürlichen Phänomenen auseinander.	Die Schüler setzen sich mit vom Menschen geschaffenen künstlichen Systemen auseinander.
Erkenntnismethoden	Die Anwendung erfolgt zur Abbildung der Ursache-Wirkung-Beziehung und ist auf eine isolierende Analyse gerichtet.	Sie orientieren auf die Anwendung und stellen die Beziehungen Zweck-Mittel und Funktions-Konstruktion in den Mittelpunkt.
Konzentration	Die Schüler konzentrieren sich auf objektiv Vorhandenes.	Die Schüler konzentrieren sich auf subjektiv Neues (in den seltensten Fällen objektiv Neues).
Wertung	Die Schüler verifizieren oder falsifizieren Aussagen und Hypothesen.	Die Schüler stellen Vergleiche in den Bereichen Aufwand-Nutzen, Ökonomie-Ökologie an und beziehen soziale und ethische Aspekte ein.
Typische Tätigkeiten	Die Schüler experimentieren.	Die Schüler – experimentieren, – konstruieren, – optimieren, – fertigen, – bewerten.
Erkenntniszuwachs, Resultate*	Die Schüler erwerben eine neue naturwissenschaftliche Erkenntnis in Form einer idealisierenden Theorie.	Die Schüler erfahren eine technische Lösung (Erfindung) mit Realisierungsregeln, Nutzungsmöglichkeiten, Handlungs- und Arbeitsfunktionen.
Qualität*	Die vom Schüler angeeignete Erkenntnis wird durch Wahrheit getragen.	Die vom Schüler angeeignete Erkenntnis wird durch den Erfolg gekennzeichnet.

* Vgl. auch Ropohl 1999a.

Es kann davon ausgegangen werden, dass bis auf Ausnahmen Übereinstimmung darüber vorherrscht, die Allgemeine Technologie in der Sekundarstufe II als wissenschaftliche Grundlage für ein allgemeinbildendes Fach Technik anzusehen. Das ermöglicht, ausgehend von der Spannbreite dieser Wissenschaft, auch mögliche weitere Systemstrukturen für die Auswahl zweckdienlicher Inhalte zu nutzen, und das erfordert das Spannen eines Bogens vom Allgemeinen, der Allgemeinen Technologie, zum Konkreten, dem konkreten, im Unterricht zu bearbeitenden sozio-technischen System. Somit ist es möglich, das Wesen der Technik entweder ausgehend vom Spannungsfeld zwischen den globalen Problemen Mensch-Technik-Gesellschaft-Beziehungen und dem technischen Sachsystem, welches sich als Lerngegenstand dem Schüler darstellt, zu erschließen, oder der Sachgegenstand ist Ausgangspunkt der Betrachtungen. In beiden Fällen sind Betrachtungsweisen notwendig, die sich mit dem Urheber, dem Nutzer und demjenigen, der versucht, die Artefakte durch Auflösen in den natürlichen Kreislauf zurückzuführen, auseinandersetzen. Es sind Strukturen, die den Lebenszyklus eines technischen Sachsystems nachvollziehen, und sie sind auch als Phasen des technischen Handelns bekannt (vgl. Ropohl 1996), die auf jedes Sachsystem übertragen werden können. Damit bieten sich Überlegungen an, die Phasen des technischen Handelns als didaktische Plattform zu nutzen und beim weiteren unterrichtlichen Vorgehen die Strukturierung der Bereiche der Allgemeinen Technologie sowie die Erkenntnisperspektiven zu berücksichtigen. Unter diesen Aspektbetrachtungen erschließt sie dem Schüler im Unterricht das technische Sachsystem als sozio-technisches System (vgl. Abbildung 35). In Abhängigkeit der Beziehungen zwischen Ziel, Inhalt und Methode ist es bei der Auswahl der Inhalte unerheblich, welcher Systemkategorie zur Bestimmung technischer Systeme (Stoff, Energie, Information) der Lerngegenstand zugeordnet werden kann, da die Konzentration auf eine Kategorie zwangsläufig die beiden anderen vernachlässigen würde. Dabei wird die Gesamtfunktion des technischen Systems verzerrt, da die Zielfunktion des technischen Systems mehrfach nur durch ein Zusammenwirken aller drei Kategorien gesichert werden kann. Der Lerngegenstand selbst sollte so ausgewählt werden, dass er

- die zur Lösung der jeweils behandelten technischen Probleme erforderlichen technikkwissenschaftliche Grundlagen einschließt;
- Problemstellungen enthält, die geeignet sind, technisches Denken und Handeln in seinen charakteristischen Phasen erfahrbar zu machen;
- einen Bezug zur Erfahrungswelt der Lernenden hat und insbesondere geeignet ist, technikübergreifende Zusammenhänge aufzuzeigen, die Verantwortung des Menschen für die Technik einsichtig werden zu lassen und engagierte Stellungnahmen herauszufordern (vgl. Rahmenplan Brandenburg, S. 38).

Parameter für die unterrichtliche Bearbeitung der Lerngegenstände könnten sein:

- Bereiche der Allgemeinen Technologie, wie
 - Technikbegriff;
 - Funktion, Struktur und Klassifikation technischer Sachsysteme;
 - Mensch-Maschine-Beziehungen;

- Gestaltungsgrundlagen, wie Erfindungstheorien, Planungs- und Konstruktionsmethoden sowie Produktionsprinzipien;
- Technikgeschichte und Technische Prognostik;
- Technikbewertung und -folgenabschätzung (nach Ropohl).

Allgemeine Technologie mit ihren Bereichen

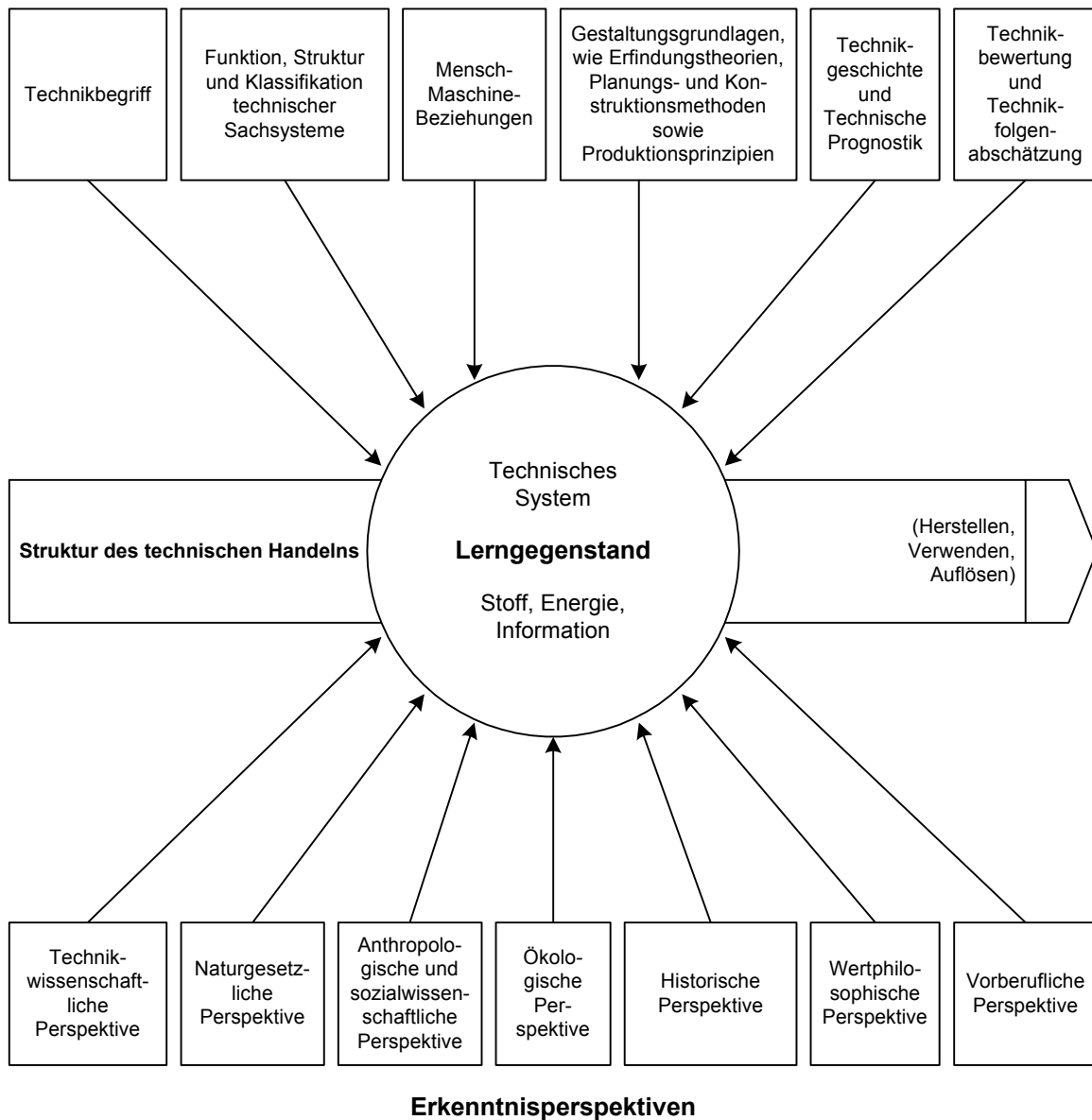


Abbildung 35: Konzeptansatz zur Auswahl und Bearbeitung von Lerngegenständen

- Struktur des technischen Handelns, wie
 - Herstellen (Planung, Produktion, Vertrieb);

- Verwenden (Inbetriebnahme, Betrieb, Stilllegung);
- Auflösen (Zerlegen, Aufbereiten, Deponieren, Rezyklieren).
- Erkenntnisperspektiven, wie
 - technikwissenschaftliche Perspektive;
 - naturgesetzliche Perspektive;
 - anthropologische und sozialwissenschaftliche Perspektive;
 - ökologische Perspektive;
 - historische Perspektive;
 - wertphilosophische Perspektive;
 - vorberufliche Perspektive (vgl. Meier 1999).

Mit einem Bereich der Allgemeinen Technologie, der Technikbewertung und -folgenabschätzung, sollten sich die Schüler als lebenslange Nutzer und Konsumenten unter dem Blickwinkel der Allgemeinbildung auseinandersetzen und besondere Fähigkeiten erwerben. Hier wird der Zusammenhang zwischen Basiswissen und den angestrebten Kompetenzen deutlich. Die Schülerinnen und Schüler sollten befähigt werden, sich in der Spannweite von Virilio, der sich am Ende der Welt bewegt, bis zu Bill Gates, der die Problemlösung in der Informationstechnik sieht, zurechtzufinden, um sich zielgerichtet in die Bewältigung künftiger Aufgaben einbringen zu können. Ropohl formuliert das Problem wie folgt: „Die Technisierung mit ihren wachsenden Ambivalenzen schreitet fort, doch niemand verantwortet sie“ (Ropohl 1996, S. 57). Die sich ergebenden Folgen technischer Entwicklungen werden teilweise immer folgenschwerer und benötigen zu ihrer Behebung oft Zeiträume, die in Generationen gemessen werden. Ohne die Schwierigkeiten der Technikbewertung zu unterschätzen, ist auch im Unterricht die von Ropohl beschriebene Notwendigkeit einer Ausweitung der reaktiven auf eine innovative Technikbewertung zu verfolgen (vgl. Ropohl 1996, S. 226f.). Das setzt aber zwei Bedingungen voraus:

- Die Struktur technischen Handelns darf im Unterricht nicht vorwiegend auf die Herstellung eines technischen Gegenstandes reduziert werden.
- Der Technikunterricht muss sich, ebenso wie die Technikwissenschaften sich den Sozialwissenschaften öffnen, neben den naturwissenschaftlichen auch den gesellschaftswissenschaftlichen Unterrichtsfächern zuwenden (vgl. Czech 1997b).

In diesem Zusammenhang soll ausdrücklich auf die Konfliktpotentiale eingegangen werden, so wie sie in den VDI-Richtlinien 3780 dargestellt und beschrieben sind (vgl. Hubig 1999, S. 29f.). Sie bestehen – um nur einige zu nennen – fallweise zwischen Wirtschaftlichkeit und Umweltqualität oder Sicherheit und Gesundheit.

Damit sollte eine Zielstellung des Technikunterrichts unterstrichen werden, die den Schüler befähigt, sowohl das eigene wie auch das technische Handeln anderer kritisch werten zu können, um möglichst Verhaltensweisen des Einzelnen im Sinn von Nachhaltigkeit zu korrigieren und sachgerechten Einfluss auf politische Entscheidungen zu nehmen, die sich auf technische Zusammenhänge beziehen.

23 Zu den Begriffen Technik und Technologie sowie zur technischen Allgemeinbildung in Vietnam

Nguyen van Cuong

23.1 Zu den Begriffen Technik und Technologie

Das Wort Technik im Vietnamesischen (*ky thuat*) stammt aus dem Chinesischen, was soviel wie Kunst, Fertigkeit, Verfahren bedeutet. Der Begriff Technik wird in dem heutigen vietnamesischen Wörterbuch definiert im engeren Sinn als Gesamtheit der Mittel und Einrichtungen, die von Menschen geschaffen werden, um die Produktionsprozesse durchzuführen bzw. Dienstleistungen zu schaffen. Im weiteren Sinn wird Technik als Gesamtheit der Verfahren und Methoden von beliebigen menschlichen Tätigkeitsbereichen verstanden (vgl. Vien Ngon ngu hoc 1997, S. 501f.).

Der Begriff Technologie wird im Vietnamesischen (*cong nghe*) traditionell verstanden als Gesamtheit der Produktions- und Fertigungsverfahren zur Umwandlung sowie Verarbeitung von Werkstoffen, um Produkte herzustellen. Technologie wird auch als technologische Wissenschaft verstanden, das heißt als die Wissenschaft der Produktions- und Fertigungsverfahren zur Umwandlung sowie Verarbeitung von Werkstoffen und Halbprodukten (vgl. Vien ngon ngu hoc, 1997, S. 202f.). Seit den achtziger Jahren wird der Begriff Technologie unter dem deutlichen Einfluss des englischen Sprachgebrauchs häufig ungenau verwendet, wie Technologietransfer, Technologiepark, Hochtechnologien. Der Begriff Technologie wird nach dem Vietnamesischen Lexikon 1995 u. a. mit vier Komponenten charakterisiert, die in engen Zusammenhängen stehen sollen:

- Technische Mittel und Einrichtungen: Maschinen, Geräte, Werkzeuge, Anlagen, Arbeitsräume usw.,
- Fertigkeit und Berufskompetenz von Arbeitskräften,
- Informationen: Schrittfolge, Methoden, Daten, Entwürfe usw. und
- Organisation sowie Verwaltung (vgl. Trung tam bien soan tu dien bach khoa Vietnam, 1995, S. 583f.).

Nach dieser Technologiedefinition soll jeder Produktionsprozess sowie jede Dienstleistungsarbeit alle vier genannten Komponenten umfassen. Somit wird der Begriff Technologie nicht nur für den Produktionsbereich, sondern auch für den Dienstleistungsbereich gebraucht. Technologie wird sogar als Vorgänger von beliebigen menschlichen Tätigkeiten

verstanden. Mit den heutigen Definitionen von Technik und Technologie kann man diese beiden Begriffe nicht klar voneinander unterscheiden. Jedoch wird der Begriff Technologie von vielen Autoren als Oberbegriff verwendet, der den Technikbegriff einschließt.

Im Bereich der technischen Allgemeinbildung wird keine eigene Definition der Technik bzw. Technologie gegeben. Durch die im Lehrplan bestimmten Lerninhalte des Technikunterrichts ist es jedoch erkennbar, dass dieser Unterricht auf dem sachbezogenen Technikbegriff beruhen soll, wobei die Unterrichtsinhalte zu stark auf den Produktionssektor konzentriert werden.

23.2 Zur Entwicklung und zum Stand der technischen Allgemeinbildung

23.2.1 Überblick über die historisch-gesellschaftlichen Bedingungen

Die Geschichte Vietnams ist nachhaltig geprägt von der fast tausendjährigen Besetzung des Landes durch die nördlichen Nachbarn. Danach begann eine Phase der Unabhängigkeit des Landes mit der vietnamesischen feudalistischen Gesellschaft vom 10. bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts. Bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts stellte Vietnam ein reines Agrarland dar, es gab kaum Industrie. Von der Mitte des 19. Jahrhunderts bis zur ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts war die wirtschaftliche Entwicklung Vietnams stark durch die Kolonialherrschaft Frankreichs geprägt; währenddessen entstanden einige Industriezweige, besonders handwerkliche Kleinerzeugung und Bergbauindustrie. Das Land stellte ein koloniales, halbfeudales Land dar, dessen Wirtschaft, Technik und Technologie unterentwickelt waren. Die Demokratische Republik Vietnam (SRV) unter Leitung von Ho Chi Minh und seiner Kommunistischen Partei wurde am 2. September 1945 mit der Proklamation der Unabhängigkeit gegründet. Diese geschichtliche Periode wurde durch den Krieg um die Unabhängigkeit gegen die Herrschaft der Franzosen von 1945 bis 1954 gekennzeichnet. Von 1954 bis 1975 wurde Vietnam nach die Genfer Indochina-Konferenz 1954 in zwei Teile geteilt, Nordvietnam und Südvietnam. Während die kapitalistische Gesellschaftsordnung im Süden in der Republik Vietnam aufgebaut wurde, wählte die Demokratische Republik Vietnam im Norden des Landes den Weg zum Sozialismus. Diese geschichtliche Periode wurde durch die Teilung des Landes und durch den Vietnamkrieg um die Wiedervereinigung des Landes und gegen die Intervention der USA charakterisiert. Nach der Wiedervereinigung des Landes wird seit 1975 in der Sozialistischen Republik Vietnam die sozialistische Gesellschaftsordnung mit der zentralen Planwirtschaft im ganzen Land aufgebaut. Doch wird seit 1986 ein Plan zur Erneuerung des Landes mittels der Einführung der Marktwirtschaft mit der sogenannten „sozialistischen Orientierung“ und eine Politik der „Öffnung der Tür“ durchgeführt. Damit wurden wichtige Elemente der Wirtschaft gefördert: Wettbewerb, offene Märkte und ausländische Kapitalinvestitionen. In den neunziger Jahren begann in Vietnam eine neue Entwicklungsetappe. Der Plan der Wirtschaftsentwicklung des Landes bis zum Jahr 2020 konzentriert sich auf die Industrialisierung und

Modernisierung der Wirtschaft. Damit verändern sich der Arbeitsmarkt und die Wirtschaftsstruktur sowie die Berufswelt. Die Entwicklung der Wirtschaft und Gesellschaft des Landes fordert eine Erneuerung des Bildungswesens.

Das Bildungswesen in Vietnam im feudalistischen Zeitraum wurde nach dem chinesischen feudalistischen Bildungssystem aufgebaut und war unterentwickelt. Als politisches Bildungsziel galt die Vorbereitung von geringen Menschen, die dem König treu sein und später als staatliche Mandarine arbeiten sollten. Die Erziehung zur manuellen Arbeit war deshalb keine Aufgabe der Schule. Die alte chinesische Literatur und Philosophie, Geschichte und militärische Kunst bildeten die wesentlichen Lerninhalte. Es gab kaum Naturwissenschaft im Lernprogramm. Im Zeitraum der französischen Kolonialherrschaft wurde ein neues Bildungssystem nach dem französischen Modell aufgebaut, das ab 1918 das alte ersetzte. Das Schulsystem bestand aus 12 (bzw. 13) Klassenstufen. Lerninhalte in der Schule wurden nach mathematisch-naturwissenschaftlichen und sozialwissenschaftlichen Fächern systematisch gegliedert. Bis 1941 konnten jedoch nur ca. 3 % der Bevölkerung zur Schule gehen, der größte Teil der Bevölkerung bestand aus Analphabeten. In der Sekundarstufe gab es zwei Formen der Mittelschule. Während die erste Form der Mittelschule auf das Studium vorbereitete, zielte die andere Form auf die Vorbereitung der Lernenden auf die Berufsausbildung ab, wobei das Lernprogramm eine technische Berufsausbildung anbot. Die Arbeitserziehung bzw. technische Bildung wurden nicht als Ziel der Allgemeinbildung für alle Schüler bestimmt. Doch wurde der Handarbeitsunterricht auch schon in einigen Grundschulen erteilt (vgl. Pham Minh Hac 1999, S. 42f.; Purdy 1971, S. 20f.).

In den folgenden Abschnitten wird die Entwicklung der technischen Allgemeinbildung in Vietnam nach 1945 beschrieben.

23.2.2 Die Einführung der Arbeitserziehung in der Schule im Zeitraum von 1945 bis 1954

Nach der Unabhängigkeitsdeklaration Vietnams forderte Ho Chi Minh ein neues Bildungswesen für das Land, dabei galt die allseitige Entwicklung der Schüler als oberstes Ziel der Bildung. Nach seiner Auffassung sollte der allseitig entwickelte Mensch nicht nur geistig, sondern auch manuell arbeiten können. Diese Auffassung zur Arbeitserziehung beruht auf der marxistisch-leninistischen Theorie zur polytechnischen Bildung. Ho Chi Minh forderte: „Die Bildung soll sich mit der Produktion und dem Leben des Volks verbinden, das Lernen soll mit dem Handeln gleich gehen, Theorie soll sich mit der Praxis verbinden“ (Ho Chi Minh 1980, S. 178). Die Verbindung von Lernen und Arbeiten galt für ihn als einzige Methode, um die umfassend gebildeten Menschen zu formen, wie Marx es gesagt hat.

Für die Verwirklichung der Auffassung von Ho Chi Minh hinsichtlich der Arbeitserziehung beschloss die Sitzung des Zentralkomitees der Kommunistischen Partei Vietnams im Jahr 1947, dass die Schüler an der produktiven Arbeit teilnehmen sollen. Nach dem Beschluss der Nationalen Bildungskonferenz von 1951 wurde Produktive Arbeit als ein

Schulfach betrachtet, und Produktive Arbeit sollte drei Stunden für jede Schulklasse der damals neunjährigen Schule umfassen. Die Schüler konnten auf dem Reisfeld arbeiten oder Tiere züchten. Eine technische bzw. polytechnische Bildung als ein eigenes Schulfach mit theoretischer und praktischer Ausbildung war damals jedoch nicht im Bildungskonzept verankert. Das neue Bildungskonzept wurde allerdings nur in von der Demokratischen Republik Vietnam kontrollierten Gebieten umgesetzt.

23.2.3 Die Technische Bildung in Nordvietnam im Zeitraum von 1954 bis 1975

Das grundlegende Prinzip des Bildungswesens wurde im Jahr 1960 bestimmt. Es beinhaltete die Einheit von Theorie und Praxis, von Lernen und produktiver Arbeit sowie von Schule und Gesellschaft. Dieses grundlegende Prinzip hat noch heute Gültigkeit für das Bildungswesen. Im Zeitraum von 1956 bis 1980 bestand das allgemeine Schulsystem in Nordvietnam aus zehn Schuljahren. Es gab ein einheitliches Schulsystem mit zentraler Verwaltungsordnung. Neben den „normalen“ Schulen wurden in diesem Zeitraum einige allgemeine Arbeitsschulen nach dem Modell der Arbeitsschule in Russland entwickelt. In diesen Schulen haben die Schüler weniger Unterrichtsstunden für die geisteswissenschaftlichen Fächer, aber sie haben mehr Unterrichtsstunden für technische Bildung und produktive Arbeit. In den achtziger Jahren ist jedoch diese Form der Arbeitsschule untergegangen. Im Folgenden werden nur die Lehrplankonzeptionen der technischen Bildung von „normalen“ Schulen behandelt.

Im Schuljahr 1958/1959 wurde das Fach Arbeit als neues Schulfach in den Stufen II und III eingeführt. In der Stufe I hatten die Kinder Handarbeitsunterricht. Dort arbeiteten die Kinder mit Papier, Karton, Ton, Bambus usw. Der Handarbeitsunterricht zielte in erster Linie auf die Vorbereitung auf einfache Arbeit. Allgemeine Ziele des Arbeitsunterrichts waren die Erziehung zum Arbeitsverhalten und zur Arbeitsorganisation, Vermittlung von Grundwissen und Können für die Produktion von Hauptnahrungsmitteln und für die Zucht der wichtigsten Tiere sowie die Vermittlung von Erkenntnissen und Fertigkeiten für die handwerkliche Produktion. Inhalte des Faches Arbeit waren landwirtschaftliche Arbeit im Schulgarten und Schulfeld, handwerkliche Arbeit in der Schulwerkstatt, Haushalt für die Frau, Arbeit für öffentliche Nutzung und Arbeit in der landwirtschaftlichen Kooperation sowie Erkundung von Produktionsbetrieben (vgl. Bo giao duc 1962). Die Gesamtstunden pro Jahr betragen sechsendneunzig Unterrichtsstunden für die Klassenstufen 5 bis 7 und einhundertzwölf Unterrichtsstunden für die Klassen 8 bis 10. Die Mädchen hatten Haushaltsunterricht (zwölf bis achtzehn Unterrichtsstunden pro Jahr), sie hatten dagegen weniger Arbeit in der Werkstatt. Die Vermittlung von theoretischen Kenntnissen beschränkte sich auf die Vorbereitung auf die konkreten praktischen Aufgaben. Eine systematische technische theoretische Ausbildung war im Lehrplan nicht verankert. Dieses Arbeitsunterrichtskonzept wurde nach dem Modell des Arbeitsunterrichts in der damaligen Sowjetunion entwickelt, wobei die allgemeinen Lernziele dieses produktionsorientierten Arbeitsun-

terrichts auf der kognitiven Ebene zunächst praktische Kenntnisse und Fähigkeiten waren (vgl. Hörner 1993, S. 666f.).

Ende der sechziger Jahre wurde das Fach Arbeit in Technik umbenannt, und zugleich wurden neue Lehrpläne entwickelt. Damit galt jetzt der Technikbegriff als Leitbegriff des Faches. Die zentrale Aufgabe des Technikunterrichts war die Vermittlung einer allgemeinen systematischen theoretischen und praktischen technischen Ausbildung. In den Klassenstufen 1 bis 4 blieb der Handarbeitsunterricht unverändert mit gleichen Inhaltsbereichen. Der Technikunterricht bestand aus zwei Teilfächern, der Landwirtschaftlichen Technik – Pflanzen- und Tierzucht – und der Industriellen Technik – Schmiede, Schlosserei, Tischlerei, Verbrennungsmotore, Elektrotechnik – (vgl. Bo giao duc 1967, 1978). Der Technikunterricht umfasste vierzig Unterrichtsstunden pro Jahr für die Landwirtschaftliche Technik für die Klassenstufen 5 bis 10 und sechsundvierzig Unterrichtsstunden für die Industrielle Technik für die Klassenstufen 8 bis 10. Lerninhalte für den Technikunterricht wurden aus der Technikfachliteratur der technischen Fach- und Hochschulen ausgewählt und nach der Logik der technischen Fachwissenschaften systematisch angeordnet, wobei sich der Technikbegriff auf technische Gegenstände und Verfahren beschränkte. Der Lehrplan unterschied theoretische und praktische Unterrichtsstunden, wobei die praktischen Übungen ca. 20-25 % der Unterrichtsstunden betrug. Der Industrielle Technikunterricht war stark auf die Handwerksarbeit und Produktionstechnik beschränkt.

23.2.4 Die Technische Bildung in Südvietnam im Zeitraum von 1954 bis 1975

In Südvietnam blieb die Struktur des Schulsystems von 1955 bis 1975 ähnlich wie in der Zeit der französischen Kolonialherrschaft, wobei die Schulbildung drei Schulstufen mit 12 Schuljahren umfasste. Für die Sekundarstufen I und II (Klassenstufen 6 bis 9 sowie 10 bis 12) gab es zwei Hauptformen der Schule. Die „normale“ Mittelschule bereitet die Schüler auf das Hochschulstudium vor. Die andere Form der Mittelschule war die berufsbildende Mittelschule, die sogenannte Mittelschule für Land- und Forstwirtschaft sowie Tierzucht. Diese Schule zielte in erster Linie auf die Vorbereitung auf die berufliche Arbeit, besonders auf die Arbeit in der Landwirtschaft. Nach dem Lehrplan von 1967 wurde der Handarbeitsunterricht als Pflichtunterricht für alle Jungen der Klassen 1 bis 5 und für Mädchen von Klasse 1 bis 3 bestimmt, wobei die Jungen und Mädchen unterschiedliche Lernprogramme hatten. In den Klassen 4 und 5 hatten die Mädchen Frauenarbeits- und Haushaltsunterricht statt Handarbeitsunterricht. Der Handarbeitsunterricht umfasste zwei Wochenstunden. Die Mädchen der Klassen 4 und 5 hatten vier Wochenstunden für Frauenarbeits- und Haushaltsunterricht (vgl. Vietnam cong hoa 1967). Die allgemeinen Ziele des Handarbeitsunterrichts waren Übungen von manuellen Fertigkeiten, die Vorbereitung auf die Anfertigung von einfachen Sachen, die Herausbildung von Arbeitsmethoden, die Erziehung zur Achtung der manuellen Arbeitsberufe. Wesentliche Lerninhalte für die Jungen waren die Arbeit mit Papier und Pappe, das Einbinden von Heften, die Arbeit mit Ton und mögliche Werkstoffverarbeitung. Die Mädchen der Klassen 1 bis 3 hatten im Handarbeitsunter-

richt einfache Arbeit im Dienstleistungsbereich wie Einbinden und Pflegen von Heften, Zimmerreinigung, Nähen, Sticken, Kleidungspflege, Küchenhilfe. In den Klassen 4 und 5 sollten Mädchen im Frauenarbeits- und Haushaltsunterricht weitere Grundfertigkeiten für Nähen, Weben, Kochen sowie in anderen Haushaltsarbeiten wie Kleidungspflege, auch Babypflege, vermittelt werden. Somit gab es schon ab der ersten Klasse eine deutliche Differenzierung von Lerninhalten der Arbeitserziehung in der Primarstufe, wobei sich das Lernprogramm für Jungen vorherrschend auf die Handwerksarbeit und für Mädchen deutlich auf den Dienstleistungsbereich orientierte.

In der „normalen“ Mittelschule wurde nach dem Lehrplan von 1970 der Handarbeitsunterricht für die Jungen mit zwei Wochenstunden und Haushaltsunterricht/Frauenarbeit für die Mädchen mit zwei Wochenstunden für die Schulstufen 6 bis 9 nur im Wahlpflichtbereich erteilt (vgl. Vietnam cong hoa 1970). Der Handarbeitsunterricht der Klasse 6 war die Fortsetzung des Handarbeitsunterrichts der Grundschule. In den Klassen 7 bis 9 sollten die Schüler in jedem Schuljahr nach einem Lernprogramm ein Berufsfeld erlernen: Tischlerei für Klasse 7, Schmieden und Verformen für Klasse 8 und Schlosserei und Elektrotechnik für Klasse 9. Die berufliche Vorbereitung galt als die Zentralaufgabe dieses Handarbeitsunterrichts. Für die Mädchen boten sich im Wahlbereich die Frauenarbeit für die Klassen 6 bis 10, und der Haushaltsunterricht für die Klassen 6 bis 11. Lerninhalte des Faches Frauenarbeit waren Nähen, Stricken und Sticken. Der Haushaltsunterricht umfasste umfangreiche Inhaltsfelder: Ernährung, Bekleidung, Wohnen, Entsorgung, Gartenbau, Tierzucht, Einkommen und Ausgaben sowie auch soziales Verhalten.

Die Sekundarstufe II der „normalen“ Mittelschule wurde in vier Profildbereiche differenziert, das waren Profildbereiche für Naturwissenschaften, für Mathematik, für Literatur/alte Sprachen sowie für Literatur/Fremdsprachen. Es gab keine technische Bildung in dieser Schulstufe. In der Sekundarstufe II wurde der Wirtschaftsunterricht im Rahmen des Unterrichtsfaches Staatsbürgerschaftserziehung als Pflichtunterricht nur in der Klasse 11 mit zwei Wochenstunden erteilt. In der berufsvorbereitenden Mittelschule, der sogenannten Mittelschule für Land- und Forstwirtschaft sowie Tierzucht galten die technischen Fächer als Profildfächer für alle Schüler. Diese Schulform wurde in den Klassen 8 bis 12 in vier technische Profildbereiche differenziert: Pflanzen, Tierzucht, Bewässerung/Forstwirtschaft und Technik der Landwirtschaft (Landtechnik – vgl. Vietnam cong hoa 1971). Die technische und berufliche Bildung umfasste dreizehn bis fünfzehn Wochenstunden für jeden Profildbereich. Mit diesem Konzept wurden die Schüler stark auf berufliche Tätigkeiten in den Bereichen der landwirtschaftlichen Produktion vorbereitet.

In den Jahren 1962 bis 1972 wurde in Südvietnam mit Unterstützung der USA ein Schulkonzept für eine neue Form der Mittelstufe für die Sekundarstufen I und II versucht. Mit diesem Reformkonzept wollte man die Mittelschule zur Polymittelschule umgestalten, wobei neue Fächer wie Technik, Hauswirtschaft und Handeln in verschiedenen Profildbereichen eingeführt wurden. Nach dem Lehrplan für die Polymittelschule wurden Industrielles Technikunterricht, Hauswirtschaftsunterricht und Landwirtschaftliche Produktion für die Klassenstufen 6 und 7 und der Wirtschaftsunterricht für die Klasse 8 im Pflichtbereich für jedes Unterrichtsteilfach mit zwei Wochenstunden erteilt. Diese Unterrichtsfächer wurden in den Klassenstufen 8 und 9 im Wahlpflichtbereich mit zwei bis drei Wochenstunden

für jedes Unterrichtsfach erteilt. Dabei war Industrieller Technikunterricht nur für Jungen und Hauswirtschaftunterricht nur für Mädchen bestimmt. Die Sekundarstufe II wurde in acht Profildbereiche differenziert: die Profildbereiche für Naturwissenschaften, für Mathematik, für Literatur/alte Sprachen, für Literatur/Fremdsprachen, für Hauswirtschaft, für Wirtschaft, für Industrielle Technik sowie für Landwirtschaftliche Produktion. Während die ersten vier Profildbereiche auf die Vorbereitung der Schüler auf das künftige Studium zielten, bereiteten die anderen vier Profildbereiche die Schüler in erster Linie auf die berufliche Arbeit vor. In der Sekundarstufe II wurden die Unterrichtsfächer Industrielle Technik, Landwirtschaftliche Produktion, Wirtschaft und Hauswirtschaft nicht als Pflichtunterricht für alle Profildbereiche, sondern als Profildfächer in den letzten vier Profildbereichen erteilt. Dabei umfasste das Profildfach fünf bis elf Wochenstunden für jede Klassenstufe von 10 bis 12 (vgl. Vietnam cong hoa 1972). Dieses Konzept konnte jedoch nach der Wiedervereinigung des Landes im Jahre 1975 nicht mehr weiter realisiert bzw. weiterentwickelt werden.

23.2.5 Die Technische Bildung im einheitlichen Land im Zeitraum von 1975 bis 2000

Nach der Wiedervereinigung wurde eine Bildungsreform durchgeführt, wobei die Polytechnische Erziehung und die Berufsorientierung in der Bildungspolitik hervorgehoben wurden. Das Schulsystem wurde vereinheitlicht und umfasst nun 12 Klassenstufen. Der Technikunterricht gilt als Pflichtschulfach im ganzen Land für die Klassenstufe 1 bis 12. Im Jahr 1983 wurde der Lehrplan für den Technikunterricht nach den Anforderungen der Bildungsreform entwickelt und ständig bearbeitet (vgl. Bo giao duc 1983). Die Auffassung von Karl Marx hinsichtlich der polytechnischen Bildung wurde als Grundbegriff der polytechnischen Bildung bestimmt. Inhaltliche Lernziele des Technikunterrichts waren die Vermittlung von Erkenntnissen über die Grundlagen der handwerklichen, industriellen und landwirtschaftlichen Produktionsprozesse sowie des Haushaltes, und die Herausbildung von elementaren Fertigkeiten in der handwerklichen Arbeit, der industriellen und der landwirtschaftlichen Technik sowie zur Nutzung von allgemeinen Werkzeugen in der Produktion. Lerninhalte wurden im Vergleich zum Lehrplan in Nordvietnam in den sechziger und siebziger Jahre erweitert. In der Grundstufe (Klassen 1 bis 5) umfasste der Technikunterricht nach dem Lehrplan der Bildungsreform eine Unterrichtsstunde pro Woche für die Klasse 1 und zwei Unterrichtsstunden pro Woche für die Klassen 2 bis 5. Hauptinhalte des Technikunterrichts in der Grundschule sind Arbeit mit Papier/Pappe, Entwickeln von Spielzeugen, Arbeit mit Ton, Nähen, Sticken, Technischer Modellbau, Schulgarten (Pflanzen- und Tierzucht) und Arbeit für die öffentliche Nutzung. Der Lehrplan für den Technikunterricht in allen Klassenstufen von 6 bis 12 bestand aus zwei Teilen: die Technik umfasste zwei Wochenstunden und die Produktive Arbeit umfasste zwei bzw. drei Wochenstunden für jede Klassenstufe. Mit der Zusammenlegung des Technikunterrichts und der produktiven Arbeit in einem Lehrplan wurde die Verbindung von technischer Bildung und produktiver Arbeit mehr berücksichtigt. Diese Grobstruktur des Lehrplans kann mit dem Lehrplan für den Polytechnischen Unterricht in der DDR verglichen werden. Zum Technikunterricht in der Sekundarstufe gehörten drei Teilfächer: Hauswirtschaft

nikunterricht in der Sekundarstufe gehörten drei Teilfächer: Hauswirtschaft (Kochen, Nähen, Stricken), Landwirtschaftliche Technik (Pflanzen- und Tierzucht) und Industrielle Technik (Technisches Zeichnen, Fertigungs- und Werkstofftechnik, Verbrennungsmotoren und Elektrotechnik), wobei Hauswirtschaft nur in der Sekundarstufe I und Verbrennungsmotoren nur in der Sekundarstufe II erteilt wurden. Die Aufgabe der Produktiven Arbeit war die Vertiefung von technischen Kenntnissen und besonders die Herausbildung von Fertigkeiten in einem bestimmten Arbeitsbereich. Die Produktive Arbeit wurde meist in den polytechnischen Zentren, in Schulwerkstätten oder im Schulgarten realisiert. Wegen des geringen Umfangs der Berufsausbildung ging eine große Anzahl (etwa 60-70 %) der Absolventen der Sekundarstufe I und II nach dem Schulabschluss ohne Berufsausbildung direkt in die Praxis. Deshalb wurde die Vorbereitung der Schüler auf eine berufliche Tätigkeit als Aufgabe der Schule bestimmt. Seit Mitte der achtziger Jahre wurde der Begriff „Allgemeinbildende Berufsausbildung“ in der Schule eingeführt, der später, ab 1993, in „Angewandte Technik“ umbenannt wurde. Der Lehrplan für die „Allgemeinbildende Berufsausbildung“ wurde im Jahr 1991 erlassen (vgl. Bo giao duc va dao tao 1991). Damit sollte die Produktive Arbeit in den Schulen jetzt durch die allgemeine Berufsausbildung ersetzt werden. Die Aufgabe der „Allgemeinbildenden Berufsausbildung“ bzw. „Angewandten Technik“ war die Vermittlung von Grundkenntnissen und Fertigkeiten in einem Berufsfeld der landwirtschaftlichen sowie der handwerklich-industriellen Produktion bzw. Dienstleistung in der Region. Diese Form der Berufsvorbereitung kann mit der Situation in der Sowjetunion und einigen sozialistischen Ländern in Osteuropa in den siebziger und achtziger Jahren verglichen werden, wobei die Schüler eine grundlegende Berufsvorbereitung bzw. Berufsausbildung in der Schule erhalten konnten (vgl. Hörner 1996, S. 664). Nach dem Lehrplan von 1991 umfasst ein Lernprogramm für die „Allgemeinbildende Berufsausbildung“ einhundertachtundvierzig Unterrichtsstunden in der Sekundarstufe I und zweihundertachtzig Unterrichtsstunden in der Sekundarstufe II. Doch wurde die Stundenzahl im Bereich „Angewandte Technik“ aufgrund des Mangels an Lehrkräften und Geld nach dem Lehrplan von 1998 auf neunzig Unterrichtsstunden für die Sekundarstufe I und auf einhundertachtundvierzig Unterrichtsstunden für die Sekundarstufe II reduziert. Tatsächlich konnten jedoch nur ca. 10 % der Schüler einen solchen Kurs für „Angewandte Technik“ als Wahlfach besuchen.

23.2.6 Das Konzept des Technologieunterrichts für die Zeit nach 2000

Ende der neunziger Jahre wurden neue Schulkonzepte für alle Schulstufen und neue Lehrpläne für alle Schulfächer für die Zeit nach 2000 im Rahmen verschiedener nationaler Projekte zur Bildungsreform entwickelt. In dem neuen Schulkonzept wird der Technikunterricht in Technologieunterricht umbenannt, wobei keine klare Definition dieses Begriffes für das Schulfach gegeben wurde. Mit der Umbenennung dieses Faches will man sich der Fachbenennung Technologie in Ländern Westeuropas annähern. Auch in Russland wurde der Arbeitsunterricht nach dem Zusammenbruch der Sowjetunion in Technologieunterricht umbenannt, der nach wie vor einen großen Einfluss auf die technische Allgemeinbildung

in Vietnam hat. Mittels internationalen Informationsaustauschs in den neunziger Jahren will man in Vietnam auch die Erfahrungen der westlichen Länder für die Erneuerung der technischen Allgemeinbildung nutzen, wobei die Modelle der technischen Allgemeinbildung in Deutschland auch in Vietnam bekannt sind und berücksichtigt werden (vgl. Meier, Nguyen van Huong 1998; Vu Hai 2000). In der Bildungspolitik bleibt jedoch das Prinzip der Polytechnischen Bildung und der Berufsorientierung das Grundprinzip der technischen Allgemeinbildung.

Nach dem Lehrplanentwurf der Jahre 1998 und 1999 umfasst der Technologieunterricht in der Grundstufe eine Wochenstunde für die Klassenstufe 1 und zwei Wochenstunden für die Klassen 2 bis 5, und in der Sekundarstufe I auch zwei Wochenstunden für die Klassenstufen 6 bis 9 (vgl. Tabelle 5 und Tabelle 6. Der neue Lehrplan für die Sekundarstufe II ist noch nicht erschienen, jedoch umfasst der Technologieunterricht in dieser Schulstufe nach dem neuen Schulkonzept auch zwei Wochenstunden im Pflichtbereich für die Klassenstufen 10 bis 12. Die „Angewandte Technik“ wird nur im Wahlbereich neben vielen anderen Fächern erteilt. In den neuen Lehrplänen bleiben die Inhaltsbereiche des Technologieunterrichts dieselben wie im Technikunterricht. Der Produktionssektor bleibt wesentlicher Gegenstand des Technologieunterrichts. Die Lerninhalte werden aktualisiert, umgeordnet und entlastet. Doch werden einige Aspekte der Technik teilweise besser berücksichtigt. So haben z. B. die Technik-Umwelt-Beziehung in der Landproduktion und Technik im Haushalt Berücksichtigung im neuen Lehrplan gefunden, die Hauswirtschaft wird durch Wohnungsgestaltung sowie durch Einkommen und Ausgaben im Haushalt erweitert (vgl. Bo giao duc va dao tao 1998, 1999).

Tabelle 5: Technologieunterricht in der Grundschule ab 2000

Inhaltsbereiche	Kl. 1 (1 WS)	Kl. 2 (2 WS)	Kl. 3 (2 WS)	Kl. 4 und 5 (jede 2 WS) 3 Varianten		
Arbeit mit Papier/Pappe	*	*	*			
Hausarbeit: Nähen, Sticken				*	*	
Technischer Modellbau		*	*	*		*
Schulgarten (Pflanzen-/Tierzucht)					*	*

Tabelle 6: Technologieunterricht in der Sekundarstufe I nach 2000

Kl. 6 (2 WS) Hauswirtschaft	Kl. 7 (2 WS) Landwirtschaft	Kl. 8 (2 WS) Industrielle Technik	Kl. 9 (2 WS) Wahlmöglichkeiten
Nähen Wohnungsgestaltung Kochen Einkommen und Ausgaben im Haushalt	Allgemeine Pflanzenkunde Forstwirtschaft Tierzucht Seewirtschaft	Technisches Zeichnen Mechaniktechnik Elektrotechnik	Berufsvorbereitende Kurse für Dienstleistung, landwirtschaftliche, handwerkliche oder industrielle Produktion

23.2.7 Zusammenfassung

Vor 1975 entwickelte sich die technische Allgemeinbildung in Nordvietnam und Südvietnam in unterschiedliche Richtungen. Nach 1975 entwickelt sich die technische Allgemeinbildung in Vietnam auf der Grundlage der sozialistischen polytechnischen Theorie sowie eigener gesellschaftlicher und ökonomischer Bedingungen, wobei die Vermittlung der theoretischen Grundlagen der Produktionsprozesse in der Landproduktion, im Handwerk und in der Industrieproduktion und der Fertigkeiten der Handhabung von Arbeitswerkzeugen sowie Maschinen in der Produktion das zentrale Bildungsziel des Technikunterrichts bilden. Der Haushalt ist auch ein Gegenstand bzw. Teilfach des Technikunterrichts, beschränkt allerdings auf Kochen, Nähen und Stricken. Auf der anderen Seite gilt die gründliche Vorbereitung auf ein Berufsfeld als Aufgabe des Technikunterrichts. Somit ist der Technikunterricht zu stark auf die Produktionstechnik konzentriert. Die Anwendung der Technik in anderen Lebensbereichen sowie die anderen Dimensionen der Technik finden keine ausreichende Berücksichtigung. Probleme bei der Realisierung des Technikunterrichts sind der Mangel an finanziellen Mitteln für die praktische Ausbildung und der Mangel an Fachlehrkräften. Es gibt eine große Diskrepanz zwischen der Zielstellung des Technikunterrichts und seiner Umsetzung. In den meisten Schulen konnte der Technikunterricht nur theoretisch-rezeptiv erfolgen. Solche Lehrpläne des Technikunterrichts sind idealistisch. Mit einem neuen Konzept des Technologieunterrichts will man die technische Allgemeinbildung erneuern. Es wurde jedoch noch kein entsprechendes didaktisches Konzept für den Technologieunterricht entwickelt, wobei unter dem „traditionellen“ Prinzip der polytechnischen Bildung auch andere Prinzipien der Techniklehre ausreichend berücksichtigt werden.

23.3 Standpunkt zu den Begriffen Technik und Technologie für die Weiterentwicklung der technischen Allgemeinbildung in Vietnam

Für die Weiterentwicklung der technischen Bildung in Vietnam ist die Bestimmung von Grundbegriffen von großer Bedeutung. Dabei verspricht die deutsche Technikdidaktik eine bedeutende Anregung, obwohl es auch in Deutschland verschiedene Tendenzen in der Technikdidaktik gibt.

Für die Weiterentwicklung der technischen Allgemeinbildung in Vietnam gehe ich von folgendem Standpunkt zu den Begriffen Technik und Technologie in diesem Schulfach aus: Technik umfasst die Gesamtheit der nutzungsorientierten, vom Menschen geschaffenen materiellen Gegenstände und Verfahren zur Herstellung, Verwendung und Entsorgung der Sachsysteme (vgl. Ropohl 1999a, S. 31f.; Wolffgramm 1994, S. 26f.). Somit umfasst die Technik:

- Nutzungsorientierte künstliche Gegenstände, das sind technische Systeme (Sachsysteme);
- Verfahren zur Herstellung von Sachsystemen, wobei technische Systeme genutzt werden;
- Verfahren bei der Anwendung von technischen Systemen in allen Lebensbereichen sowie bei der Auflösung von technischen Systemen.

Deshalb sollte Technikunterricht nicht auf den Herstellungssektor beschränkt bleiben, sondern auch die Verwendung und die Entsorgung von technischen Artefakten und Systemen umfassen. Der Begriff Technik sollte nicht als Unterbegriff von Technologie verstanden werden, wobei die Technik überhaupt auf die Gegenstände und Einrichtungen beschränkt wird. Als Quintessenz kann der Begriff Technologie als die Wissenschaft der Technik verstanden werden, wobei die Allgemeine Technologie eine Orientierungsfunktion für die technische Allgemeinbildung übernehmen sollte. Technische Lerninhalte sollten auch nicht nur auf ingenieurwissenschaftliche und naturgesetzliche Aspekte beschränkt werden, sondern auch humane und soziale Perspektiven umfassen. Die Aspektbetrachtungen in der technischen Bildung stellen sich wie folgt dar (vgl. Meier 1999, S. 132f.; Ropohl 1999a, S. 33f.):

- Technikwissenschaftliche Perspektive
- Naturgesetzliche Perspektive
- Historische Perspektive
- Anthropologische und sozialwissenschaftliche Perspektive
- Ökologische Perspektive
- Wertphilosophische Perspektive
- Vorberufliche Perspektive

Die Technik steht im komplexen Zusammenhang mit der Arbeit. Technik ist Ergebnis und Mittel menschlicher Arbeit. Technik hat direkten Einfluss auf Arbeitsgestaltung und Arbeitsorganisation. Der Zusammenhang von Arbeit und Technik sollte im Technikunterricht dargestellt werden, wobei der Arbeitsbegriff die Erwerbsarbeit im Betrieb und die Eigenarbeit im Haushalt oder in der Freizeit umfasst.

Aus der Perspektive neuer Erkenntnissen über den Begriff Technik kann konstatiert werden, dass er im Modell der Polytechnischen Bildung zu eng verstanden wurde, wobei Technik auf den Herstellungssektor beschränkt blieb. Wenn man aus politischen Gründen das Prinzip der Polytechnischen Bildung als Grundlage technischer Bildung in Vietnam beibehalten will, sollte man diesen Begriff erweitern. Es wäre günstiger, wenn neue didaktische Modelle für die technische Allgemeinbildung entwickelt würden, wobei die Vorzüge des polytechnischen Modells zu bewahren sind, seine Begrenzungen jedoch überwunden werden müssen. Der Ansatz des sozio-technischen Systems bietet eine alternative Möglichkeit zur Profilierung der technischen Allgemeinbildung in Vietnam. Dabei sollten die Orientierung an der Allgemeinen Technologie als auch die Arbeitsorientierung berücksichtigt werden.

Literatur

- Ackermann, H.; Bröcker, B. u.a. (Hrsg.) (1988): Technikentwicklung und politische Bildung. Opladen 1988
- Agoston, L. (1965): Über das Wesen der Technik. In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie, Sonderheft 1965, S. 24–47
- Altschuller, G. S. (1984): Erfinden. Wege zur Lösung technischer Probleme. Berlin 1984
- Ananjew, B. G. (1963): Psychologie der sinnlichen Erkenntnis. Berlin 1963
- Arendt, H. (1997): Vita activa. München 1997
- Ars electronica (Hrsg.) (1989): Philosophien der neuen Medien. Berlin 1989
- Autorenkollektiv (Mitwirkung E. O. Reher) (1977a): Prozessverfahrenstechnik. Leipzig 1977
- Autorenkollektiv (1977b): Systemverfahrenstechnik I, II. Leipzig 1977
- Autorenkollektiv (Mitwirkung E. O. Reher) (1978): Verarbeitungstechnik. Leipzig 1978
- Autorenkollektiv (1980): Spezifik der technischen Wissenschaften. Moskau, Leipzig 1980
- Banse, G. (1985): Der „Mechanismus“ der Technikentwicklung. In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie, 33 (1985), H. 4, S. 339–347
- Banse, G. (1986): Funktion, Struktur und Formen der Modellmethode. In: Banse, G.; Wendt, H. (Hrsg.): Erkenntnismethoden in den Technikwissenschaften. Eine methodologische Analyse und philosophische Diskussion der Erkenntnisprozesse in den Technikwissenschaften. Berlin 1986, S. 139–149
- Banse, G. (1990): Johann Beckmanns Entwurf einer Allgemeinen Technologie und die Gegenwart. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Magdeburg, 34 (1990), H. 3, S. 20–22
- Banse, G. (Hrsg.) (1996): Technik zwischen Markt, Macht und Moral? - Beiträge zum Philosophischen Kolloquium im WS 1995/96. Cottbus (BTUC) 1996 (Berichte der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus, Heft PT – 01/1996)
- Banse, G. (Hrsg.) (1997a): Allgemeine Technologie zwischen Aufklärung und Metatheorie. Johann Beckmann und die Folgen. Berlin 1997
- Banse, G. (1997b): Nichttechnisches in der IT-Sicherheit - Positionen und Probleme. In: BSI (Hrsg.): Mit Sicherheit in die Informationsgesellschaft. Tagungsband 5. Deutscher IT-Sicherheitskongreß des BSI 1977. Ingelheim 1977, S. 185–203
- Banse, G. (1998): Die Verbindung „wahrer Grundsätze“ und „zuverlässiger Erfahrungen“. Zur Möglichkeit und Wirklichkeit von Allgemeiner Technikwissenschaft nach Johann Beckmann. Cottbus (BTU) 1998
- Banse, G. (2000a): Allgemeintechnische Gesichtspunkte (aus einer fachwissenschaftlich-philosophischen Perspektive). In: Fachgespräch „Technikbilder und Technikkonzepte im Wandel – eine technikphilosophische und allgemeintechnische Analyse“. Problemsichten. Manuskript. Potsdam 2000, S. 3

- Banse, G. (2000b): Entwurfshandeln im Spannungsfeld: Kunst, Wissenschaft oder beides? Historisches und Systematisches. In: Banse, G.; Friedrich, K. (Hrsg.): Konstruieren zwischen Kunst und Wissenschaft. Idee - Entwurf - Gestaltung. Berlin 2000, S. 19–79
- Banse, G.; Friedrich, K. (1996a): Sozialorientierte Technikgestaltung – Realität oder Illusion? – Dilemmata eines Ansatzes. In: Banse, G.; Friedrich, K. (Hrsg.): Technik zwischen Erkenntnis und Gestaltung. Philosophische Sichten auf Technik und technisches Handeln. Berlin 1996, S. 141–183
- Banse, G.; Friedrich, K. (Hrsg.) (1996b): Technik zwischen Erkenntnis und Gestaltung. Philosophische Sichten auf Technik und technisches Handeln. Berlin 1996
- Banse, G.; Friedrich, K. (Hrsg.) (2000): Konstruieren zwischen Kunst und Wissenschaft. Idee - Entwurf - Gestaltung. Berlin 2000
- Banse, G.; Striebing, L. (1991): Technik. In: Hörz, H., Liebscher, H., Löther, R., Schmutzer, E., Wollgast, S. (Hrsg.): Philosophie und Naturwissenschaften. Wörterbuch zu den philosophischen Fragen der Naturwissenschaften. Bd. 2. Berlin 1991, S. 871–876
- Banse, G.; Holzendorf, U.; Meier, B.; Muszynski, B.; Zöllner, H. (1999): Konzepte zur Rahmenplanrevision des Faches Arbeitslehre (internes Arbeitsmaterial). Ludwigsfelde-Struveshof 1999
- Banse, G.; Wendt, H. (Hrsg.) (1986): Erkenntnismethoden in den Technikwissenschaften. Eine methodologische Analyse und philosophische Diskussion der Erkenntnisprozesse in den Technikwissenschaften. Berlin 1986
- Bechmann, G.; Coenen, R.; Gloede, F. (1994): Umweltpolitische Prioritätensetzung. Verständigungsprozesse zwischen Wissenschaft, Politik und Gesellschaft. Stuttgart 1994
- Bildungskommission NRW (1995): Zukunft der Bildung – Schule der Zukunft. Denkschrift der Kommission „Zukunft der Bildung – Schule der Zukunft“ beim Ministerpräsidenten des Landes NRW. Neuwied 1995
- Blandow, D.; Theuerkauf, W. E. (Hrsg.) (1997): Strategien und Paradigmenwechsel zur Technischen Bildung. Report der Tagung „Technische Bildung“, Braunschweig 18.-20.10.1996. Hildesheim 1997
- Blandow, D.; Wolffgramm, H. (1975): Zur Spezifik der fachwissenschaftlichen Grundlagen der Aus- und Weiterbildung von Diplom-Fachlehrern für Polytechnik. In: Polytechnische Bildung und Erziehung, 17 (1975), H. 8–9, S. 318–322
- Blankertz, H. (1974): Theorien und Modelle der Didaktik. München 1974
- BMBF (1998): Delphi-Befragung 1996–98. Potenziale und Dimensionen der Wissensgesellschaft. München, Basel 1998
- Bo giao duc (1962): Du thao chuong trinh lao dong o trong pho thong cap II–III. Hanoi 1962
- Bo giao duc (1967): Phan phoi chuong trinh ky thuat nong nghiep trong pho thong cap II–III. Hanoi 1967
- Bo giao duc (1978): Phan phoi chuong trinh ky thuat cong nghiep cap III. Hanoi 1978
- Bo giao duc (1983): Chuong trinh bo mon ky thuat pho thong. Hanoi 1983
- Bo Giao duc va dao tao (1991): Chuong trinh day nghe cho hoc sinh trong pho thong. Hanoi 1991
- Bo giao duc va dao tao (1998): Du thao chuong trinh cong nghe trong tieu hoc. Hanoi 1998
- Bo giao duc va dao tao (1999): Du thao chuong trinh cong nghe trung hoc co so. Hanoi 1999
- Braun, I.; Joerges, B. (Hrsg.) (1994): Technik ohne Grenzen. Frankfurt a.M. 1994
- Buchheim, G.; Sonnemann, R. (1990): Geschichte der Technikwissenschaften. Basel, Boston, Berlin 1990
- Corona, A. N.; Irrgang, B. (1999): Technik als Geschick? Dettelbach 1999
- Czech, O. (Hrsg.) (1995): 3 Jahre Technikunterricht in der gymnasialen Oberstufe im Land Brandenburg. Internationales Kolloquium vom 1.–3.11.1995. Potsdam 1995

- Czech, O. (1996): Allgemeine Technische Bildung in der Gymnasialen Oberstufe – Land Brandenburg. In: Schulte, H.; Wolffgramm, H. (Hrsg.): Beiträge zur Technischen Bildung. Allgemeine Technische Bildung 5 Jahre nach der Wende. Bad Salzdetfurth 1996, S. 177–190
- Czech, O. (1997a): Bericht zur wissenschaftlichen Begleitung. Fach: Technik Gymnasiale Oberstufe. Potsdam (Universität Potsdam/Pädagogisches Landesinstitut Brandenburg) 1997
- Czech, O. (1997b): Technische Bildung – ein Beitrag zur Abiturreform, In: Fast, L.; Seifert, H. (Hrsg.): Technische Bildung. Geschichte, Probleme, Perspektiven. Didaktische Materialien zur technischen Bildung. Weinheim 1997, S. 91–100
- Czech, O. (1999): Arbeitslehre in der Sekundarstufe II – Beispiel Brandenburg. In: Brauer-Schröder, M.; Gerstenberger, D.; Oberliesen, R.; Sälter, A.; Töpfer, I. (Hrsg.): Brennpunkt Arbeit. LIS-Arbeitsberichte. Bremen 1999, S. 83–86
- Dedering, H. (1977): Didaktische Aspekte einer praxisorientierten Arbeitslehre in der Sekundarstufe II. In: Gewerkschaftliche Bildungspolitik, H. 5/1977, S. 112–121
- Dedering, H. (1979): Polytechnische Bildung in der Sekundarstufe II. Konzept einer praxisbezogenen Arbeitslehre. In: Schoenfeldt, E. (Hrsg.): Polytechnik und Arbeit. Beiträge zur einer Bildungskonzeption. Bad Heilbrunn 1979, S. 243–274
- Dedering, H. (1986): Zur Auseinandersetzung mit den neuen Techniken in der Sekundarstufe II. In: Schweizer, J. (Hrsg.): Bildung für eine menschliche Zukunft. Weinheim, München 1986, S. 182–187
- Dedering, H. (Hrsg.) (1996): Handbuch zur arbeitsorientierten Bildung. München, Wien 1996
- Dedering, H. (1998): Pädagogik der Arbeitswelt. Weinheim 1998
- Dedering, H. (2001): Entwicklung und Perspektive der arbeitsorientierten Bildung in der Sekundarstufe II. In: Schudy, J. (Hrsg.): Arbeitslehre 2001 – Bilanz, Perspektiven, Initiativen. Baltmannsweiler 2001, S. 201–209
- Dessauer, F. (1956): Streit um die Technik. Frankfurt a.M. 1956
- Dessauer, F. (1958): Streit um die Technik. Frankfurt a.M. 1958
- Deutscher Bildungsrat (1970): Strukturplan für das Bildungswesen. Empfehlungen der Bildungskommission. Stuttgart 1970
- Deutscher Philologenverband/Verein Deutscher Ingenieure (1999): Für die Stärkung der naturwissenschaftlichen und der technischen Bildung (Memorandum). Unterhaching, Düsseldorf 1999
- Dierkes, M. (1993): Die Technisierung und ihre Folgen. Zur Biographie eines Forschungsfeldes. Berlin 1993
- Dierkes, M.; Hoffmann, U.; Marz, L. (1992): Leitbild und Technik. Zur Entstehung und Steuerung technischer Innovationen. Berlin 1992
- Dierkes, M.; Marz, L. (1993): Technikakzeptanz, Technikfolgen und Technikgenese. Zur Weiterentwicklung konzeptioneller Grundlagen der sozialwissenschaftlichen Technikforschung. In: Dierkes, M.: Die Technisierung und ihre Folgen. Zur Biographie eines Forschungsfeldes. Berlin 1993, S. 17–44
- Duismann, G.; Martin, W.; Oberliesen, R. u.a. (1999): Grundlinien einer allgemeinen Technikdidaktik. Ein Beitrag zur Eröffnung eines neuen fachdidaktischen Diskurses. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, H. 2/1999, S. 199–215
- Duncker, K. (1935): Zur Psychologie des produktiven Denkens. Berlin 1935
- Eberle, F. (1996): Didaktik der Informatik bzw. einer informations- und kommunikationstechnologischen Bildung auf der Sekundarstufe II. Ziele und Inhalte. Bezug zu anderen Fächern sowie unterrichtspraktische Handlungsempfehlungen. St. Gallen 1996
- Erlenspiel, K. (1995): Integrierte Produktentwicklung. München, Wien 1995

- EuS (1996): Sechste Diskussionseinheit: Technik und Naturwissenschaft. In EuS – Ethik und Sozialwissenschaften. Zeitschrift für Erziehungskultur, 7 (1996), H. 2–3, S. 423–501
- Fachgespräch (2000): Fachgespräch „Technikbilder und Technikkonzepte im Wandel – eine technikphilosophische und allgemeintechnische Analyse“. Problemsichten. Manuskript. Potsdam 2000
- Fies, H. (1979): Notwendigkeit und Aspekte einer Allgemeinen Technologie als Grundlage für die Technikdidaktik. In: Didaktik – arbeit, technik, wirtschaft, H. 2/1979, S. 79–91
- Floyd, Ch.; Züllighoven, H.; Budde, R.; Keil-Slawik, R. (Eds.) (1992): Software Development and Reality Construction. Berlin, Heidelberg u.a. 1992
- Forneck, H.-J. (1992): Bildung im informationstechnischen Zeitalter. Untersuchung der fachdidaktischen Entwicklung der informationstechnischen Bildung. Aarau, Frankfurt a.M., Salzburg 1992
- Fratzcher, W.; Meinicke, K. P. (1998): Verfahrenstechnik. In: Kocka, J.; Mayntz, R. (Hrsg.): Wissenschaft und Wiedervereinigung. Akademie Verlag, Berlin 1998, S. 303–359
- Furmanek, W. (1993): Dokład z mierza wychowanie techniczne. Cz. II. Rzeszów 1993
- Furmanek, W. (2000): Nowy model systemu edukacji technicznej – pilnie potrzebny nie tylko polskiej szkole. In: Edukacja Ogólnotechniczna Inaczej, 12 (2000), Nr. 22, S. 1–9
- Gadamer, H.-G. (1996): Bewusstsein, Kognition und Gehirn. Bern 1996
- Gehlen, A. (1957): Die Seele im technischen Zeitalter. Hamburg 1957
- Gehlen, A. (1986): Der Mensch: seine Natur und seine Stellung in der Welt. Wiesbaden 1986
- Geißler, H. (Hrsg.) (1996): Arbeit, Lernen und Organisation. Weinheim 1996
- Giddens, A. (1997): Die Konstitution der Gesellschaft. Frankfurt a.M., New York 1997
- Gloede, F.; Bücken-Gärtner, H. (1988): Technikeinstellungen und Technikbilder bei jüngeren und älteren Bürgern. In: Jaufmann, D.; Kistler, E. (Hrsg.): Sind Deutsche technikfeindlich? Opladen 1988, S. 121–134
- Gloede, F.; Bücken-Gärtner, H. (1989): Autonome Technik oder Technik als soziales Projekt. Technikbilder und Technikbewertung in der Bevölkerung. In: Hochgerner, J.; Bammé, A. (Hrsg.): Technisierte Kultur. Beiträge zur Soziologie der Technik. Wien 1989, S. 233–255
- Groys, B. (1997): Technik im Archiv. Die dämonische Logik technischer Innovation. In: Bechmann, G.; Rammert, W. (Hrsg.): Jahrbuch Technik und Gesellschaft 9. Frankfurt a.M. 1997, S. 15–32
- Grunwald, A. (1998): Technisches Handeln und seine Resultate. Prolegomena zu einer kulturalistischen Technikphilosophie. In: Hartmann, D.; Janich, P. (Hrsg.): Die kulturalistische Wende. Frankfurt a.M. 1988, S. 178–223
- Grunwald, A. (1994): Wissenschaftstheoretische Anmerkungen zur Technikfolgenabschätzung: Prognose- und Quantifizierungsproblematik. In: Journal for the General Philosophy of Science, 25 (1994), no. 1, S. 51–70
- Grunwald, A. (1999): Rationale Technikfolgenbeurteilung. Heidelberg, Berlin u.a. 1999
- Grunwald, A. (2000a): Handeln und Planen. Philosophische Handlungstheorie als handlungstheoretische Rekonstruktion. München 2000
- Grunwald, A. (2000b): Technik für die Gesellschaft von morgen. Möglichkeiten und Grenzen gesellschaftlicher Technikgestaltung. Frankfurt a.M., New York 2000
- Haefner, K. (1982): Die neue Bildungskrise – Herausforderung der Informationstechnik an Bildung und Ausbildung. Basel, Boston, Stuttgart 1982
- Hansmann, O.; Marotzki, W. (Hrsg.) (1988): Diskurs Bildungstheorie. Bd. I. Weinheim 1988

- Härtel, W. (1980): Strukturansatz einer schulartübergreifenden Didaktik der Technik. In: Traebert, W. E. (Hrsg.): Technik als Schulfach. Bd. 3. Düsseldorf 1980, S. 63–96
- Hartmann, D. (1993): Naturwissenschaftliche Theorien. Wissenschaftstheoretische Grundlagen am Beispiel der Psychologie. Mannheim 1993
- Hartmann, D.; Janich, P. (Hrsg.) (1996): Methodischer Kulturalismus. Zwischen Naturalismus und Postmoderne. Frankfurt a.M. 1996
- Hartmann, K. et al. (1985): Stand und Entwicklungstendenzen der Analyse, Modellierung, Simulation und Optimierung verarbeitungstechnischer Systeme. 1. Sammelband zu ausgewählten Problemen und Aufgaben der Werkstoff- und Verarbeitungstechnik. Merseburg 1985
- Haupt, W.; Sanfleber, H. (1976): Ansatz einer Didaktik der Technik für den Technikunterricht der Sekundarstufe II (differenzierte gymnasiale Oberstufe). In: Traebert, H. E.; Spiegel, H. R. (Hrsg.): Technik als Schulfach. Düsseldorf 1976, S. 185–204
- Hein, Chr. (1997): Entropie – eine Zugangsgröße zur Herausbildung allgemeinen Technikverständnisses? In: Blandow, D.; Theuerkauf, W. E. (Hrsg.): Strategien und Paradigmenwechsel zur Technischen Bildung. Hildesheim 1997, S. 245–256
- Hellige, H.-D. (1993): Von der programmatischen zur empirischen Technikgeneseforschung: Ein technikhistorisches Analyseinstrumentarium für die prospektive Technikbewertung. In: Technikgeschichte, 60 (1993), H. 3, S. 186–223
- Hellige, H.-D. (1996): Technikleitbilder als Analyse-, Bewertungs- und Steuerungsinstrument: Eine Bestandsaufnahme aus informatik- und computerhistorischer Sicht. In: Hellige, H.-D. (Hrsg.): Technikleitbilder auf dem Prüfstand. Leitbild-Assessment aus der Sicht der Informatik- und Computergeschichte. Berlin 1996, S. 15–38
- Hill, B. (1997): Entwicklungsmöglichkeiten technikkidaktischer Ansätze. In: Blandow, D.; Theuerkauf, W. E. (Hrsg.): Strategien und Paradigmenwechsel zur Technischen Bildung. Hildesheim 1997, S. 233–244
- Ho Chi Minh (1980): Ho Chi Minh tuyen tap. Tap II. Hanoi 1980
- Hoffmann, J. (1982): Das aktive Gedächtnis. Berlin 1982
- Holzamp-Osterkamp, U. (1981): Grundlagen der psychologischen Motivationsforschung. Berlin 1981
- Horkheimer, M. (1947): Eclipse of Reason. New York 1947 (dt.: Zur Kritik der instrumentellen Vernunft)
- Hörner, W. (1996): Polytechnische Bildung im östlichen Europa. In: Dederling, H. (Hrsg.): Handbuch zur arbeitsorientierten Bildung. München 1996, S. 132–138
- Hörning, K. H. (1985): Technik und Symbol. Ein Beitrag zur Soziologie alltäglichen Technikumgangs. In: Soziale Welt, 36 (1985), S. 185–207
- Huber, L. (1994): Nur allgemeine Studierfähigkeit oder doch allgemeine Bildung? Zur Wiederaufnahme der Diskussion über die „Hochschulreife“ und die Ziele der Oberstufe. In: Die Deutsche Schule, H. 1/1994, S. 12–26
- Hubig, Chr. (1999): Werte und Wertkonflikte. In: Rapp, F. (Hrsg.): Normative Technikbewertung. Berlin 1999, S. 23–37
- Hubig, Chr. (2000): Historische Wurzeln der Technikphilosophie. In: Hubig, Chr.; Huning, A.; Ropohl, G. (Hrsg.): Nachdenken über Technik. Die Klassiker der Technikphilosophie. Berlin 2000, S. 19–40
- Hubig, Chr.; Huning, A.; Ropohl, G. (Hrsg.): Nachdenken über Technik. Die Klassiker der Technikphilosophie. Berlin 2000
- Hubka, V.; Eder, W. E. (1992): Einführung in die Konstruktionswissenschaft. Übersicht, Modell, Ableitungen. Berlin, Heidelberg u.a. 1992

- Hubka, V.; Eder, W. E. (1996): Design Science. Introduction to Needs, Scope and Organization of Engineering Design Knowledge. New York, London u.a. 1996
- Huisinga, R. (1997): Informationstechnik und Dienstleistung. In: Kahsnitz, D.; Ropohl, G.; Schmid, A. (Hrsg.) (1997): Handbuch der Arbeitslehre. München 1997, S. 271–294
- Humboldt, W. v. (1960): Theorie der Bildung des Menschen (Bruchstück) [1793]. In: Humboldt, W. v.: Schriften zur Anthropologie und Geschichte. Werke in fünf Bänden. Hrsg. v. A. Flitner u. K. Giel. Bd. I. Darmstadt 1960, S. 234–240
- Irrgang, B. (1999): Geschichtsphilosophie der Technik. In: Corona, A. N.; Irrgang, B.: Technik als Geschick? Dettelbach 1999, S. 149–212
- Iwanow, B. I.; Tscheschew, W. W. (1972): Entstehung und Entwicklung der technischen Wissenschaften. Moskau, Leipzig 1982
- Janich, P. (1996): Kulturalistische Erkenntnistheorie statt Informationismus. In: Hartmann, D.; Janich, P. (Hrsg.): Methodischer Kulturalismus. Zwischen Naturalismus und Postmoderne. Frankfurt a.M. 1996, S. 115–156
- Janich, P. (1998): Die Struktur technischer Innovationen. In: Hartmann, D.; Janich, P. (Hrsg.) (1998): Die kulturalistische Wende. Frankfurt a.M. 1998, S. 129–177
- Jenwein, K.; Nowak, W. (1997): Aktuelle Handlungsperspektiven für die technische Bildung in der gymnasialen Oberstufe des Landes Nordrhein-Westfalen. In: Fast, L.; Seifert, H. (Hrsg.): Technische Bildung – Geschichte, Probleme, Perspektiven. Weinheim 1997, S. 145–155
- Jobst, E. (1997): Komplementarität von Spezialisierung und Generalisierung statt Utopie einer „Allgemeinen Technologie“. In: Banse, G. (Hrsg.): Allgemeine Technologie zwischen Aufklärung und Metatheorie. Johann Beckmann und die Folgen. Berlin 1997, S. 144–145
- Kambartel, F. (1979): Ist rationale Ökonomie als empirisch-quantitative Wissenschaft möglich? In: Mittelstraß, J. (Hrsg.): Methodenprobleme der Wissenschaften vom gesellschaftlichen Handeln. Frankfurt a.M. 1979, S. 320–343
- Kaminski, H. (1997): Neue Institutionenökonomik und ökonomische Bildung. In: Kruber, K.–P. (Hrsg.): Konzeptionelle Ansätze ökonomischer Bildung. Bergisch Gladbach 1997, S. 122–135
- Kapp, E. (1877): Grundlinien einer Philosophie der Technik. Zur Entstehungsgeschichte der Cultur aus neuen Gesichtspunkten. Braunschweig 1877
- Karmarsch, K. (1851): Handbuch der mechanischen Technologie. Hannover 1851
- Klafki, W. (1985): Neue Studie zur Bildungstheorie und Didaktik. Weinheim, Basel 1985
- Klafki, W. (1991): Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. 2. Aufl. Weinheim, Basel 1991
- Klafki, W. (1993): Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. 3. Aufl. Weinheim, Basel 1993
- Klafki, W. (1995): „Schlüsselprobleme“ als thematische Dimension eines zukunftsorientierten Konzepts von „Allgemeinbildung“. In: Die Deutsche Schule, Beiheft 3/1995, S. 9–14
- Klaus, G.; Buhr, M. (Hrsg.) (1972): Philosophisches Wörterbuch. 8. Aufl. Berlin 1972
- Klingberg, L. (1968): Abbréviation als didaktisches Problem. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der PH Potsdam, 30 (1986), H. 4, S. 665–672
- Klix, F. (1980): Die kognitive Psychologie. Methodologische, methodische, theoretische und praktische Konsequenzen für die Psychologie und angrenzende Wissenschaften. Berlin 1980
- Klix, F. (1985): Erwachendes Denken. Berlin 1985

- Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK) (1995): Weiterentwicklung der Prinzipien der gymnasialen Oberstufe und des Abiturs. Abschlussbericht der Expertenkonferenz. Bonn 1995
- Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK) (1997): Stärkung der Ausbildungsfähigkeit als Verbesserung der Ausbildungssituation. Bericht der KMK vom 13.06.1997. Bonn 1997
- Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK) (2000): Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.07.1972 in der Fassung vom 16.06.2000). Bonn 2000
- König, W. (1995): Technikwissenschaften. Die Entstehung der Elektrotechnik aus Industrie und Wissenschaft zwischen 1880 und 1914. Amsterdam 1995
- König, W.; Ladsch, M. (Hrsg.) (1993): Kultur und Technik. Zu ihrer Theorie und Praxis in der modernen Lebenswelt. Frankfurt a.M., Berlin, Bern u.a. 1993
- Kornwachs, K. (1995): Theorie der Technik? In: Forum der Forschung. Wissenschaftsmagazin der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus, 1 (1995), H. 1, S. 11–21
- Kornwachs, K. (1996): Vom Naturgesetz zur technologischen Regel - ein Beitrag zu einer Theorie der Technik. In: Banse, G.; Friedrich, K. (Hrsg.): Technik zwischen Erkenntnis und Gestaltung. Philosophische Sichten auf Technikwissenschaften und technisches Handeln. Berlin 1996, S. 13–50
- Kraus, J. (1998): Spaß-Pädagogik. Sackgassen deutscher Schulpolitik. München 1998
- Kuhr, W. (1991): Polytechnische Bildung in den neuen Bundesländern – Bilanz und Perspektiven. In: Lackmann, J.; Wascher, U. (Hrsg.): Arbeitslehre und Polytechnik. München 1991, S. 32–56
- Kultusministerium Brandenburg (KM-BB) (1991): Technik – vorläufiger Rahmenplan Sekundarstufe II (Gymnasiale Oberstufe). Potsdam 1991
- Kultusministerium Nordrhein-Westfalen (KM-NRW) (1988): Modellversuch Richtlinien und Lehrpläne für die gymnasiale Oberstufe. Berichte zu den Unterrichtsfächern: Technik. Düsseldorf 1988
- Kultusministerium Nordrhein-Westfalen (KM-NRW) (1999): Technik – Richtlinien und Lehrpläne Sekundarstufe II – Gymnasium/Gesamtschule. Frechen 1999
- Kultusministerium Sachsen-Anhalt (KM-SA) (2000): Rahmenrichtlinien Technik Gymnasium, WP 7-10, Grundkurs 11-13. Halle 2000
- Laabs, H.-J. (1990): Konzeptionelle Überlegungen zu ausgewählten Konstituenten des Erlebens als Voraussetzung für methodische Schritte zur Herbeiführung von Erlebnissen im Bereich der Technik. Dissertation (B). Erfurt 1990
- Lange, R. (1996): Vom Können zum Erkennen - Die Rolle des Experimentierens in den Wissenschaften. In: Hartmann, D.; Janich, P. (Hrsg.): Methodischer Kulturalismus. Zwischen Naturalismus und Postmoderne. Frankfurt, a.M. 1996, S. 157–196
- Langenegger, D. (1990): Gesamtdeutungen moderner Technik - Moscovici, Ropohl, Ellul, Heidegger. Eine interdiskursive Problemsicht. Würzburg 1990
- Langenheder, W. (1992): Sozialorientierte Gestaltung von Informationstechnik. Thesen der Arbeitsgruppe 6. In: InfoTech, 4 (1992), H. 2, S. 12–14
- Law, J.; Bijker, W. (1994): Postscript: Technology, Stability and Social Theory. In: Law, J.; Bijker, W. (eds.): Shaping Technology Building Society. MIT Press 1994, S. 290–308
- Lenz, G.; Maier, H.; Meyer, T. (2000): Vom Nutzen und Nachteil des Leitbildbegriffes für die technikhistorische Forschung. In: Blätter für Technikgeschichte, 61 (2000) (im Druck)

- Leontjew, A. N. (1979): Tätigkeit – Bewusstsein – Persönlichkeit. Berlin 1979
- Lichtenecker, F. (1980): Die technische Aufgabe als zentrale didaktische Kategorie bei der Ausprägung der polytechnischen Bildung. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der PH Erfurt. Mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe, H. 2/1980, S. 17–25
- Linde, H. (1972): Sachdominanz in Sozialstrukturen. Tübingen 1972
- Lisop, I.; Huisinga, R. (1994): Arbeitsorientierte Exemplarik. Theorie und Praxis subjektbezogener Bildung. Frankfurt a.M. 1994
- Lorenzen, P.; Schwemmer, O. (1973): Konstruktive Logik, Ethik und Wissenschaftstheorie. Mannheim 1973
- Magnusson, D. (1982): Situational Effects in Empirical Personality Research. Berlin 1982
- Marx, K. (1962): Ökonomische Schriften. 1. Bd. Hrsg. v. H.-J. Lieber u. B. Kautsky. Karl-Marx-Ausgabe Werke – Schriften – Briefe. Bd. IV. Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie. 1. Bd. 1. Buch: Der Produktionsprozess des Kapitals. Stuttgart 1962
- Mayntz, R. (1991): Politische Steuerung und Eigengesetzlichkeiten technischer Entwicklung - zu den Wirkungen von Technikfolgenabschätzung. In: Albach, H., Schade, D., Sinn, H. (Hrsg.): Technikfolgenforschung und Technikfolgenabschätzung. Berlin, Heidelberg u.a. 1991, S. 45–61
- Mehlhorn, G.; Mehlhorn, H.-G. (1981): Zur Erforschung und Entwicklung geistiger Fähigkeiten. Berlin 1981
- Meier, B. (1985): Funktionen, Ziele und methodische Gestaltung des Unterrichts mit technischen Baukästen. Dissertation B. Potsdam 1985
- Meier, B. (1995): Zu einigen Aspekten der Ausbildung von Lehrerinnen und Lehrern für das allgemeinbildende Fach Technik der Sekundarstufe II. In: Czech, O. (Hrsg.): 3 Jahre Technikunterricht in der gymnasialen Oberstufe im Land Brandenburg. Internationales Kolloquium vom 1.–3.11.1995. Potsdam 1995, S. 91–95
- Meier, B. (1999): Grundstrukturen der Ausbildung von Lehrkräften für den Technikunterricht. In: Uzdicki, K.; Wolffgramm, H. (Hrsg.): Technikdidaktik. Entwicklungsstand – Theorie – Aufgaben. Zielona Gora 1999, S. 121–134
- Meier, B. (2001): Zukunft der Technik: Zukunftstechnologien. In: Unterricht – Arbeit + Technik, 2 (2001), H. 9, S. 58–59
- Meier, B.; Nguyen van Cuong (1998): Ly thuyet he thong ky thuat- xa hoi va day hoc ky thuat. In: Thong bao khoa hoc. Dai hoc su pham (Hanoi), H. 3/1998, S. 21–25
- Meier, B.; Zöllner, H. (2000): Zum Technikbegriff und seinen fachdidaktischen Implikationen hinsichtlich der Curriculumentwicklung für eine arbeitsorientierte Allgemeinbildung in der Sekundarstufe I. In: Fachgespräch „Technikbilder und Technikkonzepte im Wandel – eine technikphilosophische und allgemein-technische Analyse“. Problemsichten. Manuskript. Potsdam 2000, S. 25–29
- Meinicke, K.-P. (1999): Bilder der Technik – Abbilder und Sinnbilder. In: Stadler, G. A.; Kuisle, A. (Hrsg.): Technik zwischen Akzeptanz und Widerstand. Gesprächskreis Technikgeschichte 1982-1996. Münster u.a. 1999, S. 234–244
- Memorandum (1998): Gemeinsames Memorandum des Deutschen Philologenverbandes (DPhV) und des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI), November 1998. In: tu – Zeitschrift für Technik im Unterricht, 92, 2. Quartal 1999, S. 8–9
- Meyer, H. (1987): Unterrichtsmethoden. Bd. 1. Frankfurt a.M. 1987
- Ministerium für Bildung und Wissenschaft der DDR (MBW) (1990): Standpunkte und Vorschläge zur weiteren Umsetzung der Lehrpläne für den polytechnischen Unterricht der Klassen 7 bis 12. In: Polytechnische Bildung und Erziehung, H. 1/1990, S. 2–4

- Moser, S. (1973): Kritik der traditionellen Technikphilosophie. In: Lenk, H.; Moser, S. (Hrsg.): *Techne – Technik-Technologie. Philosophische Perspektiven*. Pullach 1973, S. 11–83
- Mückenberger, U. (1985): Die Krise des Normalarbeitsverhältnisses. In: *Zeitschrift für Sozialreform*, 22 (1985), H. 4, S. 415–434
- Müller, J. (1986a): Eigenarten heuristischer Methoden, Notwendigkeiten und Möglichkeiten ihrer Anwendung. In: Banse, G.; Wendt, H. (Hrsg.): *Erkenntnismethoden in den Technikwissenschaften. Eine methodologische Analyse und philosophische Diskussion der Erkenntnisprozesse in den Technikwissenschaften*. Verlag Technik, Berlin 1986, S. 85–87
- Müller, J. (1986b): Funktionen und Struktur der experimentellen Methode. In: Banse, G.; Wendt, H. (Hrsg.): *Erkenntnismethoden in den Technikwissenschaften. Eine methodologische Analyse und philosophische Diskussion der Erkenntnisprozesse in den Technikwissenschaften*. Verlag Technik, Berlin 1986, S. 129–139
- Müller, J. (1990): *Arbeitsmethoden in den Technikwissenschaften. Systematik, Heuristik, Kreativität*. Berlin, Heidelberg u.a. 1990
- Mumford, L. (1977): *Mythos der Maschine*. Frankfurt a.M. 1977 (deutschsprachige Erstausgabe 1966)
- Muszynski, B. (1999): *Arbeit. Definitive Ein- und Abgrenzungen in einschlägigen Beziehungsdimensionen für ein Konzept des Faches Arbeitslehre (internes Arbeitsmaterial)*. Berlin 1999
- Oberliesen, R. (1988): Gestaltungskompetenz als Lernziel – Menschengerechte und naturverträgliche Gestaltung von Arbeit und Technik als neue Orientierungsmerkmale technischer Bildung. In: *arbeiten und lernen*, 9 (1988), H. 58, S. 7–13
- Oberliesen, R. (1999): Technische Bildung 2000 – Plädoyer für eine veränderte Lernkultur in Schule und Lehrerbildung. In: Uzdicki, K.; Wolffgramm, H. (Hrsg.): *Technikdidaktik. Entwicklungsstand, Theorien, Aufgaben*. Zielona Gora 1999, S. 219–234
- Oberliesen, R.; Ohletz, H.; Pichol, K. (1980): Technik am Gymnasium – Neue Perspektiven der Technikdidaktik? – Anmerkungen zu curricularen Ansätzen von Technikunterricht für das Gymnasium. In: *technikdidact*, Hefte 7/1980, S. 131–136, 8/1981, S. 57–64
- Oberliesen, R.; Sellin, H. (1997): Paradigmenwechsel in der Technikdidaktik? In: Blandow, D.; Theuerkauf, W. E. (Hrsg.): *Strategien und Paradigmenwechsel zur Technischen Bildung. Report der Tagung „Technische Bildung“*, Braunschweig 18.–20.10.1996. Hildesheim 1997, S. 59–74
- Oberliesen, R.; Stritzky, R. v. (1994): Informations- und kommunikationstechnologische Grundbildung als neuorientierte Allgemeinbildung – Bilanz und Perspektiven ihrer curricularen Implementation ein Jahrzehnt nach der Proklamation einer „neuen Bildungskrise“. In: Petersen, J.; Reinert, G.-B. (Hrsg.): *Lehren und lernen im Umfeld neuer Technologien*. Frankfurt a.M., Berlin, New York 1994, S. 142–171
- Ott, K. (1996): Technik und Ethik. In: Nida-Rümelin, J. (Hrsg.): *Angewandte Ethik. Die Bereichsethiken und ihre theoretische Fundierung*. Stuttgart 1996, S. 650–717
- Pahl, G. (1994b): Psychologische und pädagogische Fragen beim methodischen Konstruieren: Ergebnisse des interdisziplinären Diskurses. In: Pahl, G. (Hrsg.): *Psychologische und pädagogische Fragen beim methodischen Konstruieren. Ergebnisse des Ladenburger Diskurses von Mai 1992 bis Oktober 1993*. Köln 1994, S. 1–40
- Pahl, G. (Hrsg.) (1994a): *Psychologische und pädagogische Fragen beim methodischen Konstruieren. Ergebnisse des Ladenburger Diskurses vom Mai 1992 bis Oktober 1993*. Köln 1994
- Pham Minh Hac (1999): *Giao duc Vietnam truoc nguoc cua the ky XXI*. Chinh tri quoc gia. Hanoi 1999
- Pichol, K. (1989): Beckmann. Oder was geht Lehrerinnen und Lehrer der allgemeinbildenden Schule die Allgemeine Technologie an? In: *Johann Beckmann-Journal*, H. 2/1989, S. 3–11

- Pichol, K. (1990): Anmerkungen zum allgemeintechnologischen und zum mehrperspektivischen Ansatz in der Technikdidaktik. In: *arbeiten und lernen*, H. 68/1990, S. 3–11
- Pöppel, E. (1989): Eine neuropsychologische Definition des Zustands „bewußt“. In: Pöppel, E. (Hrsg.): *Gehirn und Bewusstsein*. Weinheim 1989, S. 17–32
- Popper, K. R.; Elvea, R. (1982): *The Place of Mind in Nature*. In: *Mind in Nature*. San Fransisco 1982
- Popplow, M. (1998): „Neu, nützlich und erfindungsreich“. Die Idealisierung von Technik in der frühen Neuzeit. Münster u.a. 1998
- Porath, M. (1980): Das Leistungsfach Technik in der Sekundarstufe II. In: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, H. 2/1980, S. 114–126
- Poser, H. (2000): Perspektiven einer Philosophie der Technik. In: *Allgemeine Zeitschrift für Philosophie*, 25 (2000), H. 1, S. 99–118
- Purdy, R. D. (1971): *Kiem thao va hoach dinh ve nen giao duc trung hoc tai mien nam Vietnam*. Saigon 1971
- Rahmenplan Technik. Gymnasiale Oberstufe Sekundarstufe II. Land Brandenburg. Ministerium für Jugend, Bildung und Sport. Potsdam 1994
- Rammert, W. (1993): *Technik aus soziologischer Perspektive – Forschungsstand, Theorieansätze, Fallbeispiele*. Opladen 1993
- Rammert, W. (2000): *Technik aus soziologischer Perspektive II. Kultur - Innovation - Virtualität*. Opladen 2000
- Rapp, F. (1994): *Die Dynamik der modernen Welt. Eine Einführung in die Technikphilosophie*. Hamburg 1994
- Rapp, F. (1996): Technik und Naturwissenschaft (Diskussionsgrundlage, 29 Kritiken und Replik). In: *Ethik und Sozialwissenschaften. Zeitschrift für Erziehungskultur*, 7 (1996), H. 2–3, S. 423–501
- Rapp, F. (Hrsg.) (1990): *Technik und Philosophie*. Düsseldorf 1990 (Technik und Kultur, Bd. I)
- Rapp, F. (1978): *Analytische Technikphilosophie*. Freiburg, München 1978
- Rauner, F. (1988): Die Befähigung zur (Mit)Gestaltung von Arbeit und Technik als Leitidee beruflicher Bildung. In: Breil, A. (Red.): *Sozialverträgliche Technikgestaltung durch berufliche Bildung. Zur Integration von fachlicher und gesellschaftlicher Kompetenz*. Soest 1988, S. 49–71
- Rauschenberger, H. (1989): Die Bildung in der Wirklichkeit. In: Dauber, H. (Hrsg.): *Bildung und Zukunft*. Weinheim 1989, S. 15–34
- Reher, E. O. et al. (1985): *Zum Stand und zu einigen Entwicklungstendenzen der Prozessanalyse, Modellierung, Simulation und Optimierung verarbeitungstechnischer Prozesse*. 1. Sammelband zu ausgewählten Problemen und Aufgaben der Werkstoff- und Verarbeitungstechnik. Merseburg 1985
- Reher, E. O. et al. (1989): *Zur weiteren Entwicklung der Prozessverarbeitungstechnik*. 3. Sammelband zu ausgewählten Problemen und Aufgaben der Werkstoff- und Verarbeitungstechnik. Merseburg 1989
- Reher, E. O. (1991): Mikroprozesse der Verarbeitungstechnik – Grundlage zur Entwicklung der Prozessverarbeitungstechnik. In: *Wissenschaftliche Zeitschrift der TH Leuna-Merseburg*, 23 (1991), H. 3–4, S. 487–494
- Rein, A. v. (Hrsg.) (1996): *Medienkompetenz als Schlüsselbegriff*. Bad Heilbrunn 1996
- Rescher, N. (1988): *Rationality*. Cambridge 1988
- Reuel, G. (1995): Technikunterricht – ein Bildungsauftrag ohne klare Konturen. In: *Arbeit und Technik in der Schule*, H. 12/1995, S. 402–408
- Rohbeck, J. (1993): *Technologische Urteilskraft. Zu einer Ethik technischen Handelns*. Frankfurt a.M. 1993

- Ropohl, G. (1973): Gesellschaftliche Perspektiven und theoretische Voraussetzungen einer technologischen Aufklärung. In: Lenk, H. (Hrsg.): *Technokratie als Ideologie*. Stuttgart, Berlin, Köln, Mainz 1973, S. 223–233
- Ropohl, G. (1976): Technik als Bildungsaufgabe allgemeinbildender Schulen. In: Traebert, W. E.; Spiegel, H. R. (Hrsg.) *Technik als Schulfach*. Düsseldorf 1976, S. 7–25
- Ropohl, G. (1979a): *Eine Systemtheorie der Technik. Zur Grundlegung der Allgemeinen Technologie*. München, Wien 1979
- Ropohl, G. (1979b): Technik als Bildungsaufgabe allgemeinbildender Schulen. In: Traebert, W. E. (Hrsg.): *Technik als Schulfach*. Bd. 2. Düsseldorf 1979, S. 39–62
- Ropohl, G. (1988): Zum gesellschaftstheoretischen Verständnis soziotechnischen Handelns im privaten Bereich. In: Joerges, B. (Hrsg.): *Technik im Alltag*. Frankfurt a.M., S. 120–144.
- Ropohl, G. (1991): Einleitung in die Technikphilosophie. In: Ropohl, G.: *Technologische Aufklärung*. Frankfurt a.M. 1991, S. 11–30
- Ropohl, G. (1993): Technik. In: *Brockhaus Enzyklopädie*. 19. Aufl. Bd. 21. Mannheim 1993, S. 672–674
- Ropohl, G. (1996): *Ethik und Technikbewertung*. Frankfurt a.M. 1996
- Ropohl, G. (1997a): Allgemeine Technologie als Grundlage für ein umfassendes Technikverständnis. In: Banse, G. (Hrsg.): *Allgemeine Technologie zwischen Aufklärung und Metatheorie. Johann Beckmann und die Folgen*. Berlin 1997, S. 111–122
- Ropohl, G. (1997b): Kurzkritik zum Rahmenplan Technik Sekundarstufe II (1992). In: Czech, O. (Berichterstatter): *Bericht zur wissenschaftlichen Begleitung*. Fach: Technik Gymnasiale Oberstufe. Potsdam 1997, Anlage 1
- Ropohl, G. (1997c): Plädoyer für eine integrierte Arbeits- und Techniklehre. In: *Arbeit und Technik in der Schule*, 8 (1997), H. 9, S. 282–285
- Ropohl, G. (1997d): *Technologische Bildung: Das Programm der Integrierten Arbeits- und Techniklehre*. Manuskriptdruck
- Ropohl, G. (1998): *Wie die Technik zur Vernunft kommt. Beiträge zum Paradigmenwechsel in den Technikwissenschaften*. Amsterdam 1998
- Ropohl, G. (1999a): *Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik*. 2. Aufl. München, Wien 1999
- Ropohl, G. (1999b): Der Wandel im Selbstverständnis der Technikwissenschaften. In: *Beiträge zum Arbeitssymposium Technik und Technikwissenschaften*. Berlin, Düsseldorf 1999
- Roth, G. (1996): *Das Gehirn und seine Wirklichkeit*. Frankfurt a.M. 1996
- Rothe, B. (1990): *Zur Integration des Kulturbereichs Arbeit in die Allgemeinbildung einer freiheitlich-demokratischen Schule* (Manuskriptdruck). Halle-Neustadt 1990
- Rousseau, J.-J. (1965): 1750 von der Akademie zu Dijon preisgekrönte Abhandlung über die von derselben Akademie gestellte Frage: Hat das Wiederaufleben der Wissenschaften und Künste zur Besserung der Sitten beigetragen? In: Rousseau, J.-J.: *Frühe Schriften*. Hrsg. v. W. Schröder. Leipzig 1965, S. 27–61
- Rubinstein, S. L. (1971): *Grundlagen der allgemeinen Psychologie*. Berlin 1971
- Rumpf, H. (1979): Inoffizielle Weltversionen – Über die subjektive Bedeutung von Lerninhalten. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, H. 2/1979, S. 209–230
- Sachs, B. (1981): Legitimation und Strukturen von Technikunterricht. In: Traebert, W. E. (Hrsg.): *Technik als Schulfach*. Bd. 4. Düsseldorf 1981, S. 51–69

- Sachs, B. (1989): Technik, Arbeitslehre und praktisches Lernen. In: Fauser, P.; Konrad, F.-M.; Wöppel, J. (Hrsg.): Lern-Arbeit. Arbeitslehre als praktisches Lernen. Weinheim, Basel 1989, S. 138–160
- Sachs, B. (1992): Ansätze allgemeiner technischer Bildung in Deutschland. In: tu – Zeitschrift für Technik im Unterricht, H. 63/1992, S. 5–14
- Sachsse, H. (1992): Technik. In: Seiffert, H.; Radnitzky, G. (Hrsg.): Handlexikon zur Wissenschaftstheorie. München 1992, S. 358–361
- Schelsky, H. (1965): Der Mensch in der wissenschaftlichen Zivilisation. In: Schelsky, H.: Auf der Suche nach der Wirklichkeit. Düsseldorf, Köln 1965, S. 439–480
- Schmayl, W. (1989): Pädagogik und Technik. Bad Heilbrunn 1989
- Schmayl, W. (1992): Richtungen der Technikdidaktik. In: tu – Zeitschrift für Technik im Unterricht, Nr. 65, 1992, S. 5–15
- Schmidt, U. (1998): Technische Widersprüche, Kompromisse und Widerspruchslösungen. In: Didaktik der Berufs- und Arbeitswelt. Gießener Hefte zur Arbeitslehre, H 2-3/1998, S. 41–46
- Schmidt, U. (1999): Prädiktive und explanative Widersprüche in der Lehre der Technik. In: Paper zur Internationalen Konferenz: „Geschichte, Probleme und Entwicklung Technischer Bildung“, PH Erfurt, 18.–21.09.1999
- Schneider, G (1999): Naturwissenschaftlich-technische Allgemeinbildung und Soziotechnik. In: Paper zur Internationalen Konferenz: „Geschichte, Probleme und Entwicklung Technischer Bildung“, PH Erfurt, 18.–21.09.1999
- Schneider, G. (1998): Zur Systematisierung Technischer Gebilde. In: Didaktik der Berufs- und Arbeitswelt. Gießener Hefte zur Arbeitslehre, H. 2–3/1998, S. 34–40
- Schubert, R. (1989): Zur Möglichkeit von Technikphilosophie. Versuch einer modernen Kritik der Urteilskraft. Wien 1989
- Schudy, J. (1999): Technikgestaltungsfähigkeit. Untersuchungen zu einer neuen Leitidee technischer Bildung. Münster, New York, München, Berlin 1999
- Schulte, H. (1999): Allgemeine technische Bildung – gesellschaftliche Notwendigkeit und Akzeptanz, Struktur, Forschungsfragen, In: Uzdicki, K.; Wolffgramm, H. (Hrsg.): Technikdidaktik. Entwicklungsstand, Theorien, Aufgaben. Zielona Gora 1999, S. 11–27
- Schulz, H.-D. (1999): Arbeitsorientierte technische Bildung in der Sekundarstufe II. In: Brauer-Schröder, M.; Gerstenberger, D.; Oberliesen, R. (Hrsg): Brennpunkt Arbeit. Landesinstitut für Schule. Bremen 1999, S. 100–103 (LIS Arbeitsberichte 130)
- Schulze, G. (1997): Die Erlebnisgesellschaft. Kultursoziologie der Gegenwart. Frankfurt a.M., New York 1997
- Schwemmer, O. (1987): Handlung und Struktur. Frankfurt a.M. 1987
- Sellin, H. (1994): Die Orientierung an Technischen Schlüsselproblemen. In: arbeiten und lernen / Technik, H. 13/1994, S. 45–48
- Sellin, H. (1997): Allgemeine Technologie in technikdidaktischer Perspektive. In: Banse, G. (Hrsg.): Allgemeine Technologie zwischen Aufklärung und Metatheorie. Johann Beckmann und die Folgen. Berlin 1997, S. 89–108
- Sinhart-Pallin, D. (1990): Technik als ein Schlüsselproblem der Bildung. In: Vorgänge, H. 107/1990, S. 56–71

- Sonnenberg, U. (1997): Die Position des Schulfaches Technik in der Sekundarstufe II an allgemeinbildenden Schulen in Nordrhein-Westfalen. In: Blandow, D.; Theuerkauf, W. E. (Hrsg.): Strategien und Paradigmenwechsel zur Technischen Bildung. Report der Tagung „Technische Bildung“, Braunschweig 18.-20.10.1996. Hildesheim 1997, S. 295–304
- Spangenberg, J. (2000): Zukunftsfähigkeit als Leitbild? Leitbilder, Zukunftsfähigkeit und die reflexive Moderne. In: Hildebrandt, E. (Hrsg.): Reflexive Lebensführung. Berlin 2000, S. 249–269
- Spur, G. (1998): Technologie und Management. Zum Selbstverständnis der Technikwissenschaft. München, Wien 1998
- Stetter, Chr. (1999): Schreiben und Programm: Zum Gebrauchswert der Geisteswissenschaften. In: Kerner, M.; Kegler, K. (Hrsg.): Der vernetzte Mensch. Sprache, Arbeit und Kultur in der Informationsgesellschaft. Aachen: Verlag Mainz 1999, S. 157–180
- Traebert, W. E. (1981): Technikunterricht. In: Twellmann, W. (Hrsg.): Handbuch Schule und Unterricht. Bd. 5.2. Düsseldorf 1981, S. 683–693
- Trung tam bien soan tu dien bach khoa Vietnam (1995): Tu dien bach khoa Vietnam. Hanoi 1995
- Tuchel, K. (1967): Herausforderung der Technik. Bremen 1967
- VDI (Hrsg.) (1991): Technikbewertung. Begriffe und Grundlagen. Erläuterungen und Hinweise zur VDI-Richtlinie 3780. Düsseldorf (VDI) 1991
- Vien ngon ngu hoc (1997): Tu dien tieng Viet. Hanoi 1997
- Vietnam cong hoa (1967): Chuong trinh tieu hoc. Saigon 1967
- Vietnam cong hoa (1970): Chuong trinh trung hoc pho thong cap nhat hoa. Saigon 1970
- Vietnam cong hoa (1971): Chuong trinh trung hoc nong- lam- suc. Saigon 1971
- Vietnam cong hoa (1972): Chuong trinh trung hoc tong hop de nhi cap. Saigon 1972
- Voß, G.; Pongratz, H. (1998): Der Arbeitskraftunternehmer. Eine neue Grundform der „Ware Arbeitskraft“. In: Kölner Zeitschrift für Sozialpsychologie, 50 (1998), H. 1, S. 131–158
- Vu Hai (2000): Mot so dinh huong ve mon hoc cong nghe (ky thuat) o trong pho thong. In: Nghien cuu giao duc, H. 4/2000, S. 9–11
- Wachner, G. (1968): Der Beitrag der Elektrotechnik zu polytechnischer Bildung. Dissertation B. Halle 1968
- Wagener, W.; Haupt, W.; Bergmann, H. (1996): Ausbildung von Techniklehrern für die Sekundarstufe II in NRW. In: Schulte, H.; Wolffgramm, H. (Hrsg.): Beiträge zur Technischen Bildung. Allgemeine Technische Bildung 5 Jahre nach der Wende. Bad Salzdetfurth 1996, S. 164–172
- Wagner-Döbler, R. (1989): Das Dilemma der Technikkontrolle. Berlin 1989
- Werner, P. (1979): Möglichkeiten und Strukturen eines Faches Arbeitslehre im Sekundarbereich II. In: Der Bundesminister für Bildung und Wissenschaft (Hrsg.): Arbeitslehre-Gutachten. Schriftenreihe Bildungsplanung 32. Bonn 1979, S. 174–184
- Wiemann, G. (1963): Die Arbeitslehre in der Hauptschule. In: Berufspädagogische Zeitschrift, 12 (1963), H. 6, S. 122–125
- Wilkening, F.; Schmayl, W. (1984): Technikunterricht. Bad Heilbrunn 1984
- Wolffgramm, H. (1978): Allgemeine Technologie. Elemente, Strukturen, Gesetzmäßigkeiten technologischer Prozesse. Leipzig 1978
- Wolffgramm, H. (1994): Allgemeine Technologie. Teil 1. Hildesheim 1994 (Allgemeine Techniklehre. Elemente, Strukturen, Gesetzmäßigkeiten, Bd. 1)

- Wolffgramm, H. (1995): Allgemeine Technologie. Teil 2. Hildesheim 1995 (Allgemeine Techniklehre. Elemente, Strukturen, Gesetzmäßigkeiten. Bd. 2)
- Wolffgramm, H. (1997a): Technische Systeme. Teil 1. Hildesheim 1997 (Allgemeine Techniklehre. Elemente, Strukturen, Gesetzmäßigkeiten. Bd. 3)
- Wolffgramm, H. (1997b): Technische Systeme. Teil 2. Hildesheim 1997 (Allgemeine Techniklehre. Elemente, Strukturen, Gesetzmäßigkeiten. Bd. 4)
- Wolffgramm, H. (1999): Zum Gegenstand der Technikdidaktik und ihrem Wissenschaftsanspruch. In: Uzdicki, K.; Wolffgramm, H. (Hrsg.): Technikdidaktik. Entwicklungsstand, Theorien, Aufgaben. Zielona Gora 1999, S. 81–90
- Zill, R. (1996): Leitbild und Modell. Anmerkungen zur inhaltlichen Überlastung eines zentralen technischen Begriffes. In: Böhm, H.-P.; Gebauer, H.; Irrgang, B. (Hrsg.): Nachhaltigkeit als Leitbild für Technikgestaltung. Dettelbach 1996, S. 95–106
- Zöllner, H. (1991): Von der Polytechnik zur Arbeitslehre. In: Rahmenplan Arbeitslehre Sekundarstufe I. MBJS Land Brandenburg, Potsdam 1991
- Zöllner, H. (1992): Rahmenplan Arbeitslehre für das Land Brandenburg – didaktischer Ansatz. In: Arbeit und Technik in der Schule, 3 (1992), H. 1, S. 5–10

Autoren

- Banse*, Gerhard; Professor Dr. sc. phil.; Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse; Postfach 3640, 76021 Karlsruhe; Mitglied der Leibniz-Sozietät Berlin
- Cuong*, Nguyen van; Dr.; Universität Hanoi und Universität Potsdam, Institut für Arbeitslehre/Technik; Postfach 601553, 14415 Potsdam
- Czech*, Olaf; Dr. paed.; Universität Potsdam, Institut für Arbeitslehre/Technik; Postfach 601553, 14415 Potsdam
- Friedrich*, Käthe; Dr. phil.; Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Lehrstuhl Technikphilosophie; Postfach 101344, 03013 Cottbus
- Gloede*, Fritz; Diplom-Soziologe; Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse; Postfach 3640, 76021 Karlsruhe
- Grunwald*, Armin; Professor Dr. phil. habil.; Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse; Postfach 3640, 76021 Karlsruhe
- Hänseroth*, Thomas; Professor Dr. phil. habil.; Technische Universität Dresden, Lehrstuhl Geschichte der Technik und der Technikwissenschaften; Mommsenstraße 13, 01062 Dresden
- Hüttner*, Andreas; Professor Dr. paed.; Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd; Oberbettringer Straße 200, 73525 Schwäbisch Gmünd
- Kornwachs*, Klaus; Professor Dr. phil. habil.; Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Lehrstuhl Technikphilosophie; Postfach 101344, 03013 Cottbus
- Laabs*, Hans-Joachim; Professor Dr. paed. habil.; Universität Potsdam, Institut für Arbeitslehre/Technik; Postfach 601553, 14415 Potsdam
- Meier*, Bernd; Professor Dr. paed. habil.; Universität Potsdam, Institut für Arbeitslehre/Technik; Postfach 601553, 14415 Potsdam
- Mauersberger*, Klaus; Dr.-Ing.; Technische Universität Dresden, Philosophische Fakultät, Kustodie; Mommsenstraße 13, 01062 Dresden
- Oberliesen*, Rolf; Professor Dr.; Universität Bremen, Fachbereich 12, Institut für arbeitsorientierte Allgemeinbildung; PF 33 04 40, 28334 Bremen
- Pierańska*, Janina; Dr. paed.; Uniwersytet Opole, Instytut techniki; ul. Oleska 48, PL – 45-052 Opole
- Pierański*, Władysław; Dr. paed.; Uniwersytet Opole, Instytut techniki; ul. Oleska 48, PL – 45-052 Opole
- Reher*, Ernst-Otto; Professor Dr.-Ing. Dr. sc. techn.; Am Bruchsee 7, 06122 Halle (Saale); Mitglied der Leibniz-Sozietät Berlin
- Reichel*, Rudolf; Professor Dr. oec. habil.; Friedrichstraße 56, 10117 Berlin
- Schlagenhauf*, Wilfried; Professor Dr.; Pädagogische Hochschule Heidelberg, Fach Technik; Keplerstraße 87, 69120 Heidelberg

Schmidt, Ulrich; Professor Dr. paed. habil.; Universität Erfurt, Institut für technische Wissenschaften und betriebliche Entwicklung; Nordhäuser Straße 63, 99089 Erfurt

Schneider, Gottfried; Professor Dr.-Ing. habil.; Universität Erfurt, Institut für technische Wissenschaften und betriebliche Entwicklung; Nordhäuser Straße 63, 99089 Erfurt

Schulte, Hans; Professor Dr.; Bildungswissenschaftliche Hochschule/Universität Flensburg, Institut für Technik und ihre Didaktik; Mürwiker Straße 77, 24943 Flensburg

Wolffgramm, Horst; Professor Dr. sc. nat.; Karl-Marx-Strasse 23, 15230 Frankfurt (Oder)

Zöllner; Hermann; Schulrat; Pädagogisches Landesinstitut Brandenburg; 14974 Ludwigsfelde-Struveshof

