



Günter Spur

Thesen zum Selbstverständnis der Technikwissenschaft

(Akademievorlesung am 11. Dezember 1997)

In: Berichte und Abhandlungen / Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften
(vormals Preußische Akademie der Wissenschaften) ; 5.1998, S. 223-242

Persistent Identifier: [urn:nbn:de:kobv:b4-opus4-31248](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:b4-opus4-31248)

Die vorliegende Datei wird Ihnen von der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften unter einer Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (cc by-nc-sa 4.0) Licence zur Verfügung gestellt.



Günter Spur

Thesen zum Selbstverständnis der Technikwissenschaft

(Akademievorlesung am 11. Dezember 1997)

Technik als wissenschaftsorientiertes Kulturpotential

Technik ist ein Teil der kulturellen Entwicklung des Menschen. Auf Wandel und Fortschritt ausgerichtet, bewirkt Technik eine permanente Reform unserer Lebensgestaltung. Entstanden ist ein großes Menschenwerk als künstliche Hilfswelt zur Natur. Mit Technik reagiert der Mensch auf die Natur auch zur Erhaltung des ökologischen Gleichgewichts.

Technik wirkt auf die Entwicklung unserer Gesellschaft produktiv durch schöpferisches Gestalten. Wir sprechen von den „Nützlichen Künsten“ und preisen die Kunstfertigkeit des Menschen.

Technik ist zweckbestimmt, entwickelt sich aber nach eigenen, nicht immer erkennbaren Gesetzen. Technischer Fortschritt ist kreativ, beruht auf Empfindung und Eingebung, auf Vernunft und Bewußtsein, auf Wissen und Können, aber auch auf Entscheidungsfähigkeit und Handlungsvermögen. Art und Schnelligkeit der kreativen Entfaltung werden von der Realität des Gegenwärtigen, auch von der Modernität des Zeitgeistes beeinflusst.

Wissenschaft, Kunst und Technik prägen das Bild unserer Kultur. Technik verkörpert sich darin nicht nur durch gegenständliche Realität, sondern wirkt auch durch soziotechnisch integrierte Handlungsprozesse als kulturelles Korrektiv auf die gesellschaftliche Entwicklung.

Die Technik der Zukunft strukturiert sich zunehmend wissenschaftsbestimmt. Tiefgreifende Wirtschaftsimpulse werden durch Innovationsschübe aus einer fachübergreifenden Wechselwirkung mit anderen Wissenschaften ausgelöst. Technik sieht sich durch die fächerartige Ausstrahlung auf alle Bereiche der Gesellschaft zunehmend in gesellschaftswissenschaftliche Fragestellungen eingebunden. In diesem Sinne nähern sich die Technikwissenschaften den Disziplinen der Sozialwissenschaften.

Transparenz schafft Vertrauen zur Technik

Technik entsteht durch Denken, Planen und Bauen. Während sich das Gedachte noch frei entwickeln kann, wird das Planen schon normativ beeinflusst. Das Geplante kann dann nicht gebaut werden, wenn gesellschaftliche Restriktionen dies verhindern. Ohne das Gebaute macht Technik allerdings keinen Sinn, denn die angestrebte Zweckerfüllung setzt praktische Wirksamkeit voraus.

Doch wer Technik gestaltet, muß mit dem Risiko des Irrtums leben, mindestens mit der kalkulierten Fehlermöglichkeit. Die damit verbundene Übernahme von Verantwortung wird um so bedeutsamer, je stärker Technik in die Welt des Menschen eingreift. Es ist verhältnismäßig einfach, technische Mängel im Detail zu beheben, jedoch viel schwieriger oder vielleicht überhaupt nicht möglich, das ganzheitliche Risiko komplexer technischer Entwicklungsprozesse als Produkt unseres kulturellen Fortschritts zu kalkulieren. Heidegger ist extrem skeptisch, wenn er zweifelnd proklamiert, daß Technik in ihrem Wesen etwas ist, das der Mensch von sich aus nicht bewältigt.

In den letzten Jahrzehnten ist die Kritik an der Technik gewachsen. Aus dem Nichtverstehen der Entstehungsbedingungen technischer Produkte und Leistungen wachsen Irritationen. Ohne ausreichende technische Bildung ist der Mensch überfordert, den raschen technischen Wandel zu verstehen. Das Bedürfnis nach einer vertrauten, sicheren und stabilen Lebensumgebung aktiviert bei Verunsicherung schnell politische Potentiale.

Technik ist ein bestimmender Antrieb unserer Zeit und damit auch eine Herausforderung zur Auseinandersetzung. Arnold Gehlen verweist darauf, „daß der in Deutschland seit Nietzsche und Spengler üppig blühenden kulturkritischen Literatur selten eine gegen Technik gerichtete polemische Tönung fehlt“. Die Gründe für diesen Widerstand gegen eine kulturelle Gleichberechtigung der Technik erscheinen ihm dunkel, wenn er meint, „daß da alte ständische Vorstellungen von der Überlegenheit der kontemplativen Wissenschaften über die Praxis, der reinen Wissenschaften über die angewandten, eine Rolle spielen“. Nach nunmehr vierzig Jahren kann man jedoch von einem Fortschritt sprechen. So unterstreicht Zimmerli nachdrücklich die Integration von Technik und Wissenschaft in die kulturelle Entwicklung. Er geht dabei ausdrücklich über die „vorsichtige Konjunktion Kultur und Technik“ hinaus und postuliert „Technik als Kultur“.

Technik darf allerdings unsere kulturelle Entwicklung nicht instabilisieren. In diesem Zusammenhang erhalten Bildung, Wissenschaft und Politik in ihrer normativen Funktion eine zunehmende Bedeutung. Solche Überlegungen zielen auf Vertrauensbildung durch Transparenz und Aufklärung: die, die es machen, müssen es jenen sagen, die es betrifft. Technischer Fortschritt muß angemessen dosiert sein, damit

die gesellschaftlichen Strukturen den zunehmenden technologischen Innovationsdruck verkräften und verarbeiten können.

Technik hat das Sachpotential der Lebenswelt verändert, hat eine eigenständige Arbeitswelt bewirkt. Das steigende Interesse der Öffentlichkeit an der Gestaltung dieser Welten führt zu einem hohen Erwartungsdruck gegenüber der technischen Entwicklung und Forschung. Die daran Beteiligten werden zunehmend nach der gesellschaftlichen Verantwortung ihres Handelns gefragt. Das trifft besonders die Arbeitswelt des Menschen, die bei hoher technologischer Produktivität von massiver Arbeitslosigkeit begleitet wird. In dem Maße, wie der technische Fortschritt unsere Lebenswelt sozial beeinflusst, ist es notwendig, die gesellschaftlichen Reaktionen auf diesen Wandlungsprozeß zu beachten. Besondere Aufmerksamkeit gilt dabei den informationsorientierten Zukunftstechnologien. Sie bedürfen dringend einer vorbereitenden Interpretation, die zu neuen Berufsbildern führt.

Technik steht nicht nur unter dem Zwang ökonomischer Präferenzsysteme, sondern auch unter dem Druck ökologischer Folgenbewertung. Die Wirkpotentiale der Technik richten sich zunächst und noch immer auf Ernährung, Kleidung, Wohnen und Gesundheit, auf Schutz vor Unbilden der Natur, schließlich aber auch auf die Mehrung von Freizeit und Erholung sowie auf die Möglichkeit, den kulturellen Erlebniskreis zu erweitern. Hierbei gewinnen Bildung und Wissen immer mehr an Bedeutung (Abb. 1).

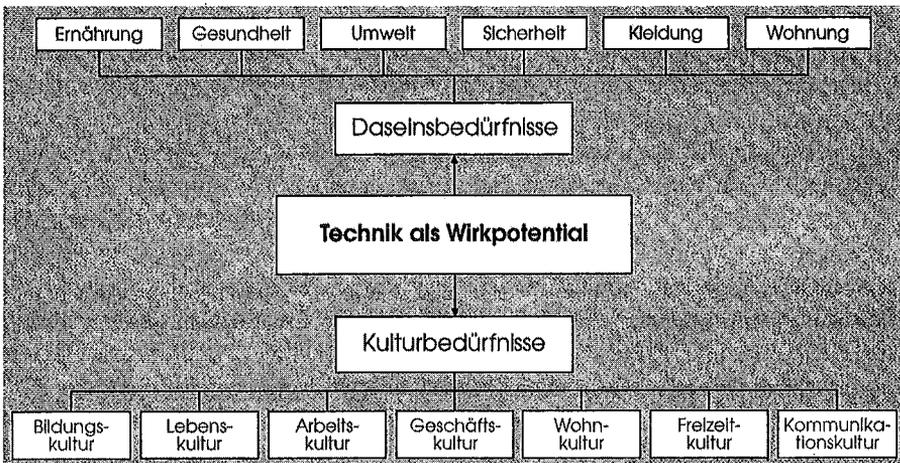


Abb. 1
Technik als kulturelles Wirkpotential

*Wandel des Arbeitssystems durch Technik
im ökosozialen Gleichgewicht*

Technik vermehrt und vermindert die Menge an Arbeit, sie verändert aber auch ihre Inhalte. Sie beeinflusst die Arbeitsorganisation nicht nur zeitlich und örtlich, sondern auch hinsichtlich der Arbeitsmittel und der Arbeitsmethoden. Die Technik der Zukunft fordert überwiegend ein wissensorientiertes Berufsbild, das nach Eigenschaften wie Zuverlässigkeit und Gründlichkeit ebenso fragt wie nach Kreativität und Führungsfähigkeit.

Die gegenwärtige Phase der Technikentwicklung zielt auf Dezentralisierung der Arbeit und führt in eine neindustrielle Arbeitskultur, die durch den Fortschritt immaterieller Produktionsprozesse im Bereich der Informationstechnik geprägt wird.

Von der Öffentlichkeit fast unbemerkt haben wir die Schwelle zur nächsten Generation von Produktionsunternehmen schon überschritten. Produktivität und Qualität, aber auch Flexibilität und Zuverlässigkeit haben weltweit ein Niveau erreicht, das auf der Grundlage konventioneller Arbeitskulturen nicht realisierbar gewesen wäre.

Die Konsequenz der rechnerunterstützten Produktionswirtschaft ist ihre kommunikative Vernetzung in global orientierten Märkten. Damit hat die Informationstechnik eine Schlüsselrolle bei der Erneuerung und Optimierung der Produktionswirtschaft erhalten, und zwar nicht nur örtlich, sondern in weltweiter Verknüpfung. Durch kontinuierliche Optimierung der Informationsinhalte in Verbindung mit einer direkten Regelung der Materialprozesse sowie einer dynamischen Disponierung der Produktionspotentiale erwächst gewissermaßen als konzertierte Aktion eine globale Produktionsstruktur.

Eine solche letztlich ökonomisch bestimmte Entwicklung der industriellen Wirtschaft erinnert an Habermas, der „davon ausgeht, daß Technik im industriellen Zeitalter mit Wissenschaft verschmolzen ist und daß beide wiederum mit der ökonomischen Verwertung eine Einheit eingehen“.

Ökonomische Zwänge sind es, die technologische Innovationen begünstigen oder überhaupt erst ermöglichen. Durch sie können aber die Quellen des Fortschritts in Wissenschaft und Technik auch beeinträchtigt werden. Dies gilt nicht nur für produkt-, prozeß- und systemorientierte technologische Entwicklungen der Wirtschaft im einzelnen, sondern auch für das globale weltwirtschaftliche Geschehen im ganzen. Koordinierung ist unverzichtbar. Eine durch Technologie geprägte freie Marktwirtschaft bedarf bestimmter Regulative. Damit ist das Feld der Technologiepolitik, aber auch die Problematik von Technik und Ethik angesprochen, die zur Frage nach einem Imperativ für technisches Handeln führt. Mit Sicherheit werden spezielle und begrenzte Entwicklungsprozesse angesteuert, sofern die

Nachteiligkeit und Gefährlichkeit dieser Artefakte erkennbar ist. Viel schwieriger ist die Bewertung von langfristig wirkenden Technologieprozessen, deren erreichbare Reife von Stabilität, Sicherheit und Ergiebigkeit in ihren Auswirkungen auf die Gesellschaft anfangs noch nicht vorausgesehen werden kann.

Technik stellt sich uns als neue Dimension von Verantwortung dar. Verantwortung fordert Kompetenz. Eine Kompetenz, die nicht nur von denjenigen zu entwickeln ist, die Technik erzeugen, sondern auch von allen, die ihren Nutzen in Anspruch nehmen. Viele technische Produkte können nur durch Lernen begriffen werden. Technische Bildung erzeugt Kompetenz und wird in unserer Lebensumgebung damit eine grundlegende Voraussetzung für den universell gebildeten Menschen. Technischer Fortschritt vollzieht sich trotz kontinuierlicher Entwicklung in dosierten Phasensprüngen. Diese benötigen vorbereitete gesellschaftliche Strukturen, die den zunehmenden technologischen Innovationsdruck verkraften und verarbeiten können. Damit Rationalisierung und Humanisierung konvergieren, muß Technik zugleich Maßnahmen der Humanisierung durch Technik auslösen. Die Sicherung unserer wirtschaftlichen und sozialen Existenz setzt die Verfügbarkeit über technologische Potentiale voraus. Eine Welt ohne Maschinen wird es nicht geben.

Technikwissenschaft als Innovationsbeschleuniger durch Forschungsdruck

Das Selbstverständnis der Technik drängt zu einer Reform der Wissenschaftsstruktur. Die derzeitige Wissenschaftslandschaft ist wegen ihrer Partikularisierung auf Integration nicht vorbereitet. Eine gegenseitige Durchdringung ingenieurwissenschaftlicher und gesellschaftswissenschaftlicher Denkweisen ist noch immer blockiert. Es ist dringend geboten, die gewachsenen Formen von Wissenschaftsabgrenzung zu überwinden. Dies gilt auch für die einzelnen Disziplinen innerhalb der Technikwissenschaft selbst. Wir benötigen zunehmend eine Querverriegelung der einzelnen Wissensbereiche.

Zu fordern ist eine innovationsorientierte Wissenschaftslehre der Technik. Vorher bedarf es einer klärenden Aufbereitung der einzelnen Disziplinen im Sinne eines zukunftsorientierten Selbstverständnisses. Darin ist sowohl eine Umstrukturierung nach innen als auch die interdisziplinäre Verknüpfung nach außen eingeschlossen. Die Technikwissenschaften bilden durch die Dynamik ihres fortschreitenden Wandlungsprozesses einen permanenten Innovationsgradienten, der nicht nur die Richtung der technologischen Entwicklung, sondern durch seine Steilheit auch die Geschwindigkeit des Wandels bestimmt. Damit erhält das jeweils verfügbare Wissenschaftspotential eine entscheidende Schlüsselfunktion für die wirtschaftli-

che Entwicklung. Wissen ist zu einem entscheidenden Rohstoff im globalen Wettbewerb geworden.

Eine solche Veränderung zentriert die Aufmerksamkeit der Gesellschaft zunehmend auf die Leistungsfähigkeit der Technikwissenschaften, wie sie sich vor allem durch das Erscheinungsbild der Technischen Universitäten in ihrer Doppelrolle von Lehre und Forschung ausdrückt. Als Grundlage für die Erneuerung des Selbstverständnisses der Technikwissenschaften benötigen wir auch eine Reform der Universitäten.

Ohne Zweifel richtet sich diese Aufforderung in erster Linie an die Ingenieure selbst, insbesondere an die Professoren der verschiedenen Technikwissenschaften. Wir brauchen den Dialog quer durch alle Disziplinen: zwischen den Fakultäten, zwischen den Universitäten, zwischen Theorie und Praxis, aber auch zwischen Politik, Wirtschaft und Wissenschaft. Auf der Ebene der politischen Entscheidungsgremien muß angesichts der globalen Wettbewerbssituation unserer Wirtschaft alles getan werden, um das Innovationspotential in Wissenschaft und Technik schneller zu entfalten. Technologietransferzentren reichen nicht aus, es muß der Innovationsdruck aus den Instituten verstärkt werden. Hierzu ist eine Verlagerung der Entscheidungskompetenz auf wettbewerbsfähige Forschungszentren ebenso wichtig wie die Flexibilisierung ihrer interdisziplinären Zusammenarbeit. Das wissenschaftliche Profil einer Universität wird durch die Arbeitskultur ihrer Institute geprägt und damit durch das Leistungspotential von Lehrenden und Lernenden.

Kennzeichen der Technikwissenschaft ist ihre Anwendungsorientierung. Der Erfolg ihrer Forschung hängt von institutionellen, materiellen und finanziellen Rahmenbedingungen ab, getrieben von der Kreativität und dem Engagement der beteiligten Forscher und Entwickler. Dabei kommt es auf Vorbilder an, die leistungsorientiert, fachlich herausragend geprägt, die Qualität des Kreativitätspotentials zur vollen Wirkung bringen. Dies gilt gleichermaßen für die Wissenschaft wie für die Praxis.

Optimierung technischer Systeme durch strategische Forschungsmethodik

Im Forschungsgegenstand der Technikwissenschaft kommt zugleich ihr Anwendungspotential zum Ausdruck, auf das schöpferisches Handeln fördernd zurückwirkt. Der technikwissenschaftlichen Problemstellung geht im allgemeinen ein Bedarf voraus.

Technikwissenschaft hat die Aufgabe, die mannigfaltigen Erscheinungsformen technischer Systeme zu erfassen und Modelle für ihre optimale Gestaltung zu entwickeln. Im einzelnen richtet sich technikwissenschaftliche Forschung auf die Bestimmung des Forschungsgegenstandes, seine systemwissenschaftliche Differen-

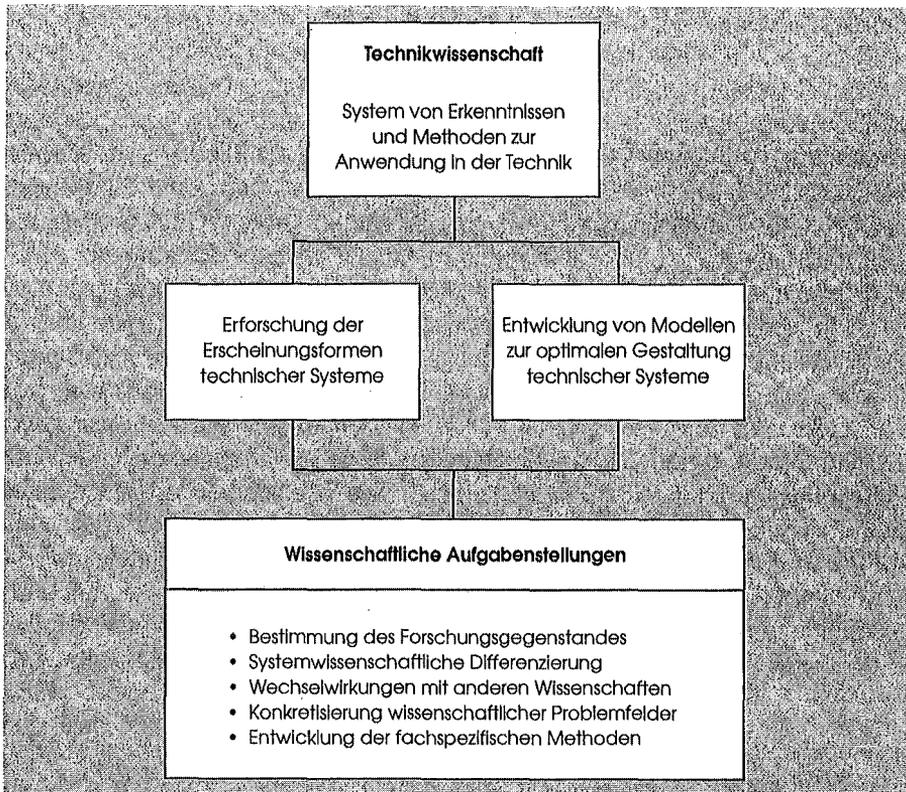


Abb. 2
Aufgaben der Technikwissenschaft

zierung, die Untersuchung der Wechselwirkungen mit anderen Wissenschaften sowie auf die Konkretisierung wissenschaftlicher Problemfelder. Außerdem muß die fachspezifische Methodik für die Technikwissenschaft weiterentwickelt werden (Abb. 2). Spezialisierung einerseits und Interdisziplinarität andererseits kennzeichnen ihre Arbeitsweise.

Die Anwendungsorientierung der Technikwissenschaft bildet ein in die Methodik übergreifendes Moment. Zielorientierte Problemlösungen erhalten ihren Sinn erst durch ihre Nützlichkeit aus technischer oder wirtschaftlicher Sicht.

Die Forschungsmethodik hat sich als eine Funktion konkreter Wechselwirkungen zwischen industrieller Praxis und erkenntnisleitender wissenschaftlicher Theorie

empirisch herausgebildet, wobei die Forderung nach innovativen Entwicklungen von Prozessen und Produkten ein zentrales Anliegen ist.

Erkenntnisdefizite in der Methodik technikwissenschaftlicher Forschung verweisen auf notwendige Analysen wissenschaftstheoretischer Art, auch im Sinne einer Neuordnung der Technikwissenschaft. Eine Vertiefung der Erkenntnisse über den Wissenschaftsbegriff in der Technik, über den Entwicklungsstand disziplinärer Integration und Differenzierung sowie über die Stellung von Technik und Wissenschaft innerhalb des Wissenschaftssystems ist von aktueller Bedeutung.

Mit wachsender Komplexität technikwissenschaftlicher Forschungsgegenstände sowohl in technologisch immanenter als auch in wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Hinsicht nimmt der Differenzierungsgrad der Technikwissenschaft ständig zu. Technikwissenschaftliche Forschung ist einerseits durch Spezialisierung, andererseits aber auch durch steigenden Bedarf an natur-, wirtschafts- und sozialwissenschaftlicher Integration sowie durch kooperative Organisationsformen gekennzeichnet. Sie ist ihrem Wesen nach interdisziplinäre Teamarbeit. Abb. 3 zeigt die Technikwissenschaft in ihrer differenzierten Verknüpfung.

Die Vermittlung und Aufbereitung des grundlagenorientierten Wissens bildet eine erste und unverzichtbare Aufgabe der Technikwissenschaft. Aufbau und Zustandsänderungen technischer Systeme bedürfen über eine qualitative Beschreibung hinaus der Darstellung durch quantitative Methoden. Dies bedeutet die Einbindung der

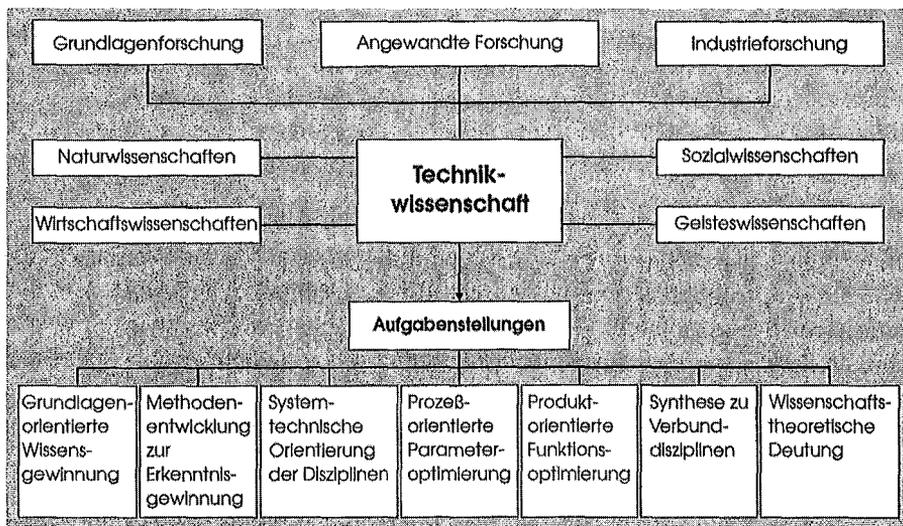


Abb. 3
Differenzierte Aufgabenstellung der Technikwissenschaft

Mathematik sowohl zur abstrakten Erklärung technischer Funktionsverknüpfungen als auch zur Theoriebildung für die Weiterentwicklung der Technik überhaupt. Die Mathematisierung der verschiedenen technischen Wissenschaftsdisziplinen ist unterschiedlich entwickelt. Zwar kann nicht immer der Grad ihrer mathematischen Durchdringung als Reife ihres wissenschaftlichen Fortschritts gewertet werden, aber dennoch läßt sich feststellen, daß eine Theoriebildung als wichtiges und anzustrebendes Instrumentarium der Erkenntnisgewinnung letztlich die Begründung wissenschaftlicher Disziplinen voraussetzt.

Unter der Berücksichtigung der Multidisziplinarität sind die wissenschaftstheoretischen Voraussetzungen sowohl für die analytisch-ursächliche als auch für die synthetisch-konstruktive Methodik der Technik zu überprüfen. Hierbei spielen die Wechselbeziehungen zwischen Theorie und Praxis eine vermittelnde und anregende Rolle. Die jeweilige Methodik technischer Forschung wird in ihrer disziplinen Spezifik vorbestimmt, und zwar durch ihr Anwendungsfeld in der Praxis und durch den realen Entwicklungsstand ihres Forschungsobjektes.

Aus der Marktdynamik der Technik leitet sich sehr oft ein Zeitzwang für technische Forschung ab. Sie lernt zwar aus der Vergangenheit, muß aber vorausdenken und helfen, die Zukunft zu gestalten. Aber wie weit reicht der Horizont ihrer Voraussicht? Wie steht es mit der Zuverlässigkeit etwaiger Prognosen? Was können wir wirklich über die Zukunft wissen?

Für Popper gehört die Wissenschaft zum Größten, was die Menschheit hervorgebracht hat, denn „ihre Methode ist die Fehlersuche.“ Diese Aussage ist modifiziert auf die Technik anwendbar. Alle technischen Produkte beinhalten ein Optimierungspotential. Es geht darum, Funktionen zu verbessern, Zuverlässigkeit zu steigern, Anstände zu überwinden, Erfahrungen zu sammeln, also Qualitätsstabilität zu erreichen. In diesem Sinne ist es Aufgabe der Technikwissenschaft, die Funktionssynthesen des Neuen zu betreiben und zugleich Fehleranalysen des Geschaffenen einzuleiten.

Die Erkenntnisprozesse der Technikwissenschaft verlaufen zwar rational, sind aber hinsichtlich ihrer Ergebnisse nicht vorhersehbar und auch nicht widerspruchsfrei. Sie sind damit auch nicht planbar. Wohl aber lassen sich Erkenntnisprozesse formieren und beschleunigen.

Banse setzt sich mit der Planbarkeit und Beherrschbarkeit gedanklicher Prozesse der technikwissenschaftlichen Forschung auseinander: „Der Technikwissenschaftler forscht, *wie* er vorgehen muß, um seinen Zweck zu erreichen.“ Und weiter heißt es: „Technische Lösungen zielen also stets auf das noch nicht Wirkliche, sie sind nicht „nur“ Entdeckungen, sondern Erfindungen und daher dem Ziel nach zweckgebunden. Gefragt ist letztlich nicht irgendein intelligentes Ereignis, sondern die in dem Produktionsprozeß umsetzbare, überführbare Leistung“.

In der Wissenschaftsarbeit ergibt sich aus dem Erfahrungsgewinn durch Erprobung sowie aus dem sachangemessenen Evaluationspotential der Industrie ein Primat der Empirie gegenüber der Theorie insofern, als technikbezogene Forschung in der Regel mit der empirischen Analyse bereits realisierter theoretischer Lösungen beginnt, neue Synthesen des dort erworbenen Erfahrungswissens erprobt, um dann zu neuen Prinziplösungen und deren Realisierung zu gelangen. Diese bilden schließlich die Grundlage neuer Theorien. Der methodische Weg führt also von einer letztlich praktischen Problemstellung über die Gewinnung empirischen Wissens durch Messung, Beobachtung, Experiment, Modellgenerierung und Simulation hin zur Aufstellung von Theorien und Paradigmen, die nicht nur erforschte Sachverhalte systematisch reflektieren, sondern auch auf die Praxis zurückweisende neue Forschungsperspektiven beinhalten.

Ebenso wie im Verhältnis von Empirie und Theorie wird das Primat der Praxis in den grundlegenden Methoden des Erfindens und Konstruierens deutlich. Beides zeichnet sich durch den Zusammenhang von Erfahrungswissen, analytisch-synthetischem Denken und funktionaler Kreativität aus. In der Technik resultieren Ideen und konstruktive Modelle meist aus gezieltem Suchen, experimentellem Vergleichen und anschließendem Auswählen optimaler Lösungsmöglichkeiten. Erfindungen entstehen auch durch vorgängige Theorien oder logische Deduktionen, aber noch mehr durch Erfahrung und Induktion.

Die Methodik technikwissenschaftlicher Forschung steht, wie ihr Gegenstand selbst, unter dem Aspekt von Wissenschaftlichkeit erst in den Anfängen einer möglichen und notwendigen Entwicklung zu disziplinärer Eigenständigkeit. Der hohe Integrationsgrad von industrieller Praxis und Forschung bedingt auch in methodischer Hinsicht eine starke Dominanz der konkreten Anwendungserfordernisse, denen die methodologische Reflexion und Verallgemeinerung der praktischen Erfahrungen untergeordnet bleibt.

Diese Situation manifestiert sich in einer Reihe von Forschungsdefiziten. So fehlen spezifische Untersuchungen der methodologisch relevanten Einflußfaktoren auf den Forschungsprozeß. Der konkrete Zusammenhang zwischen Forschungsbedarf, Problemstellung, Hypothesenbildung, Methodenorganisation, Theoriebildung und Evaluation bedarf der systematischen Analyse sowie der theoretischen Integration.

Technosophie als integrierende Metadisziplin der Technikwissenschaften

Angesichts der zunehmenden Komplexität und unaufhaltsamen Dynamik der Technik erwächst aus dem Bemühen um eine Erneuerung des Selbstverständnisses die Fragestellung nach der Begründung einer integrativ orientierten Leitdisziplin der

Technikwissenschaften. Diese müßte über den konventionellen Wirkungsbereich der Technik hinausreichen, Geistes- und Sozialwissenschaften nicht nur einbinden, sondern auch zum Dialog herausfordern.

Hieraus ergibt sich allerdings die Frage, ob die Technikwissenschaften auf einen „Dialog der Kulturen“ vorbereitet sind. Zwar ist der Reifungsprozeß der noch jungen Technikwissenschaften fachspezifisch teilweise weit fortgeschritten, aber dennoch bleibt ein Unbehagen bei der Frage, ob das Selbstverständnis der Ingenieure zu ihrer Wissenschaft bisher genügend entwickelt werden konnte. Beim Verlassen der Hülle ihrer sachorientierten Funktionswelt wird spürbar, daß die gewohnten Werkzeuge nicht mehr wirken. Sie müssen für den Dialog mit anderen Wissenschaftskulturen aufbereitet werden. Ingenieure müssen lernen, in einem erweiterten Spannungsfeld zu agieren, das ihnen nach Ausbildungs- und Berufsethos fremd ist. Es geht letztlich auch um die Bereitschaft zum politischen Handeln und damit um die Bereitschaft zur politischen Verantwortung.

Diese Herausforderung führt zur Begründung einer metatechnischen Wissenschaftslehre, die uns das geistige Rüstzeug für den interdisziplinären Dialog der Wissenschaften mit Wirtschaft und Politik liefert.

Ein erstes und wichtiges Merkmal dieser integrierenden Metadisziplin der Technikwissenschaft, die wir Technosophie nennen könnten, sollte darin bestehen, daß sie von Ingenieuren begründet und entwickelt wird, um deren Selbstverständnis dann als Beitrag zur Anreicherung des allgemeinen kulturwissenschaftlichen Dialogs einzubringen.

Das Objekt technosophischer Forschung ist die Technik. Neben einer allgemeinen Technosophie sind spezielle Bereiche denkbar, die systemtechnisch, methodisch oder historisch geprägt sein könnten. Die vornehmliche Aufgabe einer Technosophie läge jedoch in der Begründung einer Lehre über die wirksamen Hintergründe und Zusammenhänge sich schöpferisch entwickelnder Technik.

Technosophie hat als Lehre vom Wissen über den Kulturwandel durch Technik immer etwas mit Veränderung unseres Seins zu tun. Sie sucht Wege zur Reform unserer Industriegesellschaft und muß deshalb die Handlungspotentiale in Wissenschaft, Wirtschaft und Politik integrieren. Es wird immer deutlicher, daß wir die globalen Probleme unserer Zeit nicht mehr mit den traditionellen Methoden und Handlungssystemen lösen können. Das gilt insbesondere für ein sozial orientiertes Produktionssystem mit einem Wirtschaftswachstum, das fast ausschließlich auf Produktivitätssteigerung durch Rationalisierung beruht, ohne das gesellschaftliche Problem der steigenden Arbeitslosigkeit lösen zu können.

Durch eine zunehmende Verlagerung des Schwerpunktes der industriellen Produktion zu immateriellen Gütern ändern sich auch die Paradigmen der technikwissenschaftlichen Forschung. Die informationstechnisch erschlossene Kommunikation von global vernetztem Wissen wird Entfaltungsmöglichkeiten erreichen, die alle

bisherigen Erwartungen übertreffen. Objektivierungen dieser technologisch getriebenen Kreativität sind Maschinenprogramme und Systeme einer digitalisierten Welt der Technik, die nicht nur neue Gütermärkte bilden, sondern auch zu einer Neuorientierung der Wissenswelt führen. Vom Menschen konstruiert, entsteht aus einer umfassenden Akkumulation von theoretischem Wissen, praxisgeführten Erfahrungsprozessen, menschlichem Handlungsvermögen sowie einer empfindsamen Einfühlung in den inneren Zusammenhang der Natur eine Bewußtwerdung in unserem Denken, die in ein Metasystem zukünftiger Technologien einmündet. Die für eine solche Reformierung unserer Industriegesellschaft zu entwickelnde Kreativität wird aber zugleich der Engpaß für den Fortschritt sein. Im Wettbewerb der Technologien werden diejenigen Volkswirtschaften und Unternehmen auf Dauer vorn liegen, die aus innerer Kraft einen wissensgetriebenen Innovationsdruck erzeugen, der das Tempo des Fortschritts bestimmt. Genauso wichtig wird es aber sein, in allen Ebenen des Managements einen wissensgetriebenen Entscheidungsdruck zu erzeugen, der das Tempo der Geschäftsprozesse beschleunigt.

Systemorientierte Reformstruktur der Technikwissenschaften

Die Grundfunktion technischer Systeme besteht darin, Ressourcen der Naturwelt in ein Nutzungspotential als Hilfwelt der Gesellschaft zu transformieren. Damit ist die gesamte Komplexität der politischen, wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Entwicklung eingeschlossen. Die Bereiche der Technik müssen ganzheitlich gesehen und nach ihrer gesellschaftlichen Wirksamkeit strukturiert werden.

Neben der ideellen Zielsetzung der Entwicklungsforschung für die Technikwissenschaft steht die nüchterne und praktische Fragestellung nach den Grundlagen, den Ergänzungen und den Verfeinerungen ihres strukturellen Aufbaus. Es gilt, das Gemeinsame und auch das Trennende der verschiedenen Disziplinen zu erkennen.

Die systemtheoretische Analyse sieht Technik als integriertes Ganzes, aber auch gleichzeitig in ihren Strukturen und Funktionen. Eine Untergliederung ergäbe folgende Systemgruppen (Abb. 4):

- urtechnische Systeme
- bautechnische Systeme
- produkttechnische Systeme
- netztechnische Systeme und
- sozialtechnische Systeme.

Ropohl zielt in seiner Systemtheorie der Technik „auf eine umfassende Systematik aller denkbaren technischen Systeme, die es gestattet, die Totalität aller möglichen technischen Artefakte in genereller Form zu beschreiben und zu klassifizieren“.

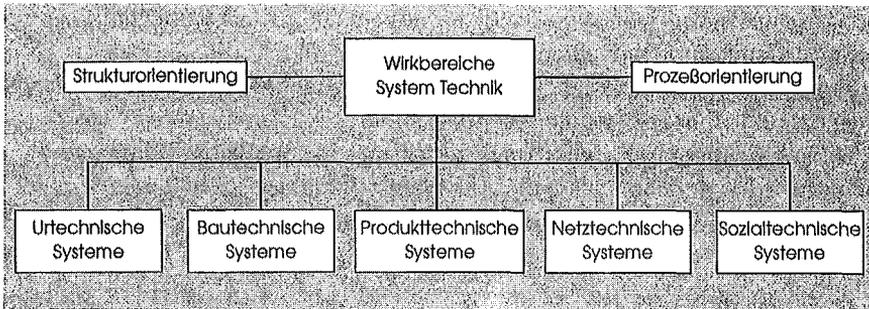


Abb. 4
Wirkbereiche technischer Systeme

Er versteht die technische Entwicklung als Strukturveränderung soziotechnischer Systeme, die auch deren funktionales Verhalten beeinflusst. Dabei ist sowohl eine starke quantitative Vermehrung der Sachsysteme als auch eine erhebliche qualitative Verbesserung der Funktionserfüllung mit dem Fortschritt der Technik zu erkennen.

Im Kern des soziotechnischen Systems wirkt das Dreieck Wissenschaft, Technik und Wirtschaft als Pulsator des Fortschritts. Die Triebkräfte sind die Kreativitätspotentiale zum Aufbau eines wissenschaftlich und wirtschaftlich rationalisierten Systems, das vom Menschen betrieben wird.

Um Technik als System darzustellen, bedarf es der Entwicklung geeigneter Modelle. Diese müssen sowohl die hohe strukturelle Komplexität dessen, was wir Technik nennen, als auch die dynamischen Prozesse der Transformationsfunktionen abbilden.

Technische Systeme erfordern Veränderung, Fortschritt und Optimierung. Ihre Wirkung ist das Ergebnis vieler kleiner Schritte, die strukturorientiert verlaufen. Es ist ein Wachstumsprozeß des Wissens, der einem Maximum entgegenstrebt, ohne es je zu erreichen. Andererseits besteht der Fortschritt der Technik auch in einer Verfeinerung der Elemente, die einem Minimum entgegenstrebt, ohne es je zu erreichen. Schließlich besteht der Fortschrittsprozeß der Technik auch in einer Vermehrung der Qualität, die einem Optimum entgegenstrebt, ohne es je zu erreichen.

Ziel einer Theorie technischer Systeme ist eine allgemeine Interpretation und Deutung technischer Funktionsgebilde im Sinne einer systemtechnischen Orientierung ihrer Disziplinen.

Technische Systeme mit innerer Verknüpfung ihrer Elementarfunktionen können Zellensysteme, solche mit äußerer Verknüpfung Netzsysteme genannt werden. Netz-

technisch orientierte Systeme bilden die Energietechnik, Verkehrstechnik, Kommunikationstechnik und Umwelttechnik.

Die Transformationsfunktion der Technik ist als Wandel der Naturwelt in das Nutzungspotential einer Hilfswelt zu deuten.

Ist die Zielorientierung technischer Prozesse auf eine qualitative Maximierung der Produktfunktion gerichtet, wäre die Aufgabenstellung der Technikwissenschaft auf eine funktionsorientierte Optimierung zu steuern. Für diesen Bereich wären Produkte der Maschinenteknik, Elektrotechnik, Mikrotechnik und Informationstechnik beispielhaft zu nennen.

Bilden sich zwischen Wissenschaftsbereichen mehrerer Disziplinen Durchdringungen von unterschiedlichen Elementarfunktionen zu neuen Gesamtfunktionen, entstehen synthesegeprägte Verbunddisziplinen. Hierzu gehören die Medizintechnik, Biotechnik und die Sozialtechnik.

Die Aufgabenstellungen der Technikwissenschaft wären nicht vollständig, würde man die Erkenntnisdefizite in der fehlenden Analyse über den wissenschaftstheoretischen Status übersehen.

Die Methodik der Technikwissenschaft ist dadurch gekennzeichnet, daß sie sich als eine Funktion konkreter Wechselwirkungen zwischen industrieller Praxis und erkenntnisleitender wissenschaftlicher Theorie im Forschungsprozeß empirisch herausbildet. Sie existiert bisher überwiegend und primär als implizierter Bestandteil der Forschungspraxis. Eine der grundlegenden Aufgaben ist es, Struktur und Wirkungsweise aller theoretischen und praktischen Bestimmungsgrößen zum Aufbau einer Forschungsmethodik zu analysieren. Ziel einer solchen Systematik ist letztlich die Definition eines eigenständigen Beitrages zur Theorie technischer Systeme aus ganzheitlicher Sicht.

Permanenter Qualitätszuwachs technischer Systeme durch Innovation

Technik befindet sich in einer permanenten Zustandsänderung. Jede Beschreibung des Entwicklungszustandes technischer Systeme ist immer nur die Beschreibung eines Momentanzustandes. Der Änderungsgradient technischer Systeme kann untereinander sehr verschieden sein.

Zustandsänderungen technischer Systeme sind einerseits bestimmte, also gezielt geplante Funktionen, andererseits auch unbestimmte und zufällige, meist unerwünschte Störungen der Funktionen.

Es kann auch von der Systemfähigkeit gesprochen werden, die sich aus strukturbedingten Fehlergrößen ergibt und die Prozeßfähigkeit beeinträchtigt. Der Funktionszustand eines technischen Systems ist ordnungsgemäß, wenn das Funktions-

ergebnis die vorgegebenen Toleranzen einhält. Technische Systeme verhalten sich in diesem Sinne nicht deterministisch, sondern stochastisch.

Aufgrund der hohen Komplexität und meist vorhandenen Wechselwirksamkeit der einzelnen Störparameter ist eine theoretisch abgeleitete Vorhersage des Qualitätsverhaltens technischer Systeme sehr erschwert. Deshalb sind experimentelle und empirische Untersuchungen meist unverzichtbar.

Aus dem Modell abstraktiver Systemeigenschaften werden materiell darstellbare Wirkfunktionen abgeleitet, so daß eine physische Entstehung des geplanten Systems möglich wird. Aus den Systemparametern werden schließlich Konstruktionsparameter, die die angestrebte Funktionsqualität sichern müssen.

Für die Optimierung der Systemauslegung ist der Wahrheitswert aller Entscheidungen von hoher Bedeutung. Insbesondere ist bei schwierigen Verknüpfungen der Findungsprozeß zu einer optimalen Lösung aufwendig, so daß der erreichbare Wahrheitswert eingeschränkt ist. Oft sind die Entwicklungsprozesse von technischen Systemen mehrläufig, führen also nicht zu einer einzigen Lösung, sondern zu einer mehrfachen Wahrheit.

Hierin liegt ein Dilemma der Entwicklung technischer Systeme: Das Lösungsmodell der Aufgabenstellung läßt sich meist nicht mit Hilfe einer formulierbaren Handlungsvorschrift direkt aus dem Anforderungsmodell ableiten. Sowohl die Eigenschaftsparameter als auch die Lösungsparameter bilden einen mehrdimensionalen Funktionsraum, der nicht frei von Widersprüchen und Zwängen ist. Hinzu kommt erschwerend, daß nicht alle Systeme Neuentwicklungen sind. Durch Vorgabe des Vorhandenen können die gestalterischen Freiheitsgrade bereits eingeschränkt sein. Gleiches gilt auch für die fortgeschrittenen Phasen des Entwicklungsprozesses. Hieraus wird deutlich, daß technische Systeme nicht immer die einzige optimale Lösung darstellen. So ist es erklärbar, daß bei gleicher Aufgabenstellung unterschiedliche Lösungen vorliegen können, die aber doch nahezu gleiche Funktionsqualitäten aufweisen. Es wird dann vom Nutzer diejenige Lösung ausgewählt, die unter den gegebenen Bedingungen als besonders günstig gelten kann.

Die Modellierung der ganzheitlichen Wirksamkeit technischer Systeme wird mit zunehmender Komplexität schwieriger. Umgekehrt läßt sich ein technisches System um so exakter und deterministischer in seiner Transformationsfunktion darstellen, desto einfacher es hinsichtlich seiner Elementarstruktur und seines Verknüpfungsgrades ist. Dies bedeutet methodisch, daß für die Modellierung technischer Systeme die ganzheitliche Funktion auf die Wirksamkeit von Teilfunktionen zurückgeführt werden muß.

Techniksysteme geben nur einen Sinn, wenn sie funktionieren. Dies setzt voraus, daß sie gebaut und praktisch wirksam sind. Mit Hans Rumpf ausgedrückt, „wohnt dem technischen Handeln eine pragmatische ‘Moral’ inne: die Verwirklichung entscheidet über den Wert“. Und weiter heißt es bei Rumpf: „Ausschuß bleibt Aus-

schuß, auch wenn die Theorie ausgezeichnet und die Absicht die beste war. Andererseits ist jedoch das Mißlingen der große Lehrmeister“. Somit muß das erste Leitaxiom technischen Handelns auf *Funktionalität* gerichtet sein.

Technik ist das Ergebnis eines Aufwandes, um Anforderungen zu erfüllen, dies allerdings mit einem Minimum an Anstrengung. Das ökonomische Prinzip des kleinsten Aufwandes, von Leibniz als metaphysisches Prinzip eingeführt, ließe sich als Maxime auf die Entwicklung technischer Systeme anwenden. Damit dürfte das zweite Leitaxiom technischen Handelns auf *Rationalität* gerichtet sein.

Technische Systeme unterliegen einer permanenten Veränderung. Die Dynamik des Fortschritts entsteht aus der Kreativität des Menschen. Sie ist in die Zukunft gerichtet und damit unbegrenzt. Der Erwerb von Wissen ist offen, somit auch seine Anwendung in technischen Systemen. Das dritte Leitaxiom technischen Handelns ist deshalb auf *Optimalität* gerichtet.

Technologietransfer als multidisziplinärer Wissenschaftsprozess

Die soziotechnische Komplexität des Gegenstandes technikwissenschaftlicher Forschung erfordert Strategien einer auch methodisch angepaßten Erweiterung. Abb. 5 verdeutlicht die multidisziplinäre Verknüpfung der Technikwissenschaft mit anderen Wissenschaftsbereichen. Die technikwissenschaftliche Methodik muß umfangreichen und komplizierten Problemstellungen sowohl theoretisch als auch praktisch

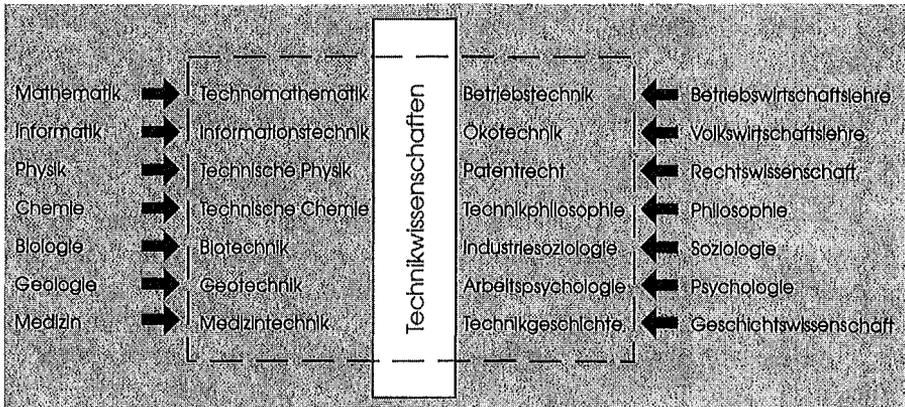


Abb. 5

Innovationsorientierte, multidisziplinäre Verknüpfung der Technikwissenschaften mit anderen Wissenschaftsbereichen

gewachsen sein. So wenig wie Technik nur durch ihre Funktionalität zum Ausdruck kommt, muß auch die Methodik ihrer Entwicklung die natürlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen einbeziehen. Es geht in letzter Konsequenz um die Optimierung gesellschaftlicher Wandlungsprozesse. Es ist leicht einzusehen, daß mit zunehmender Komplexität technischer Systeme die Verknüpfungsbreite zu anderen Wissenschaftsdiziplinen zunimmt.

Die industrielle Entwicklung der Zukunft wird ohne Integration von neuem Wissen weder in der Erfüllung von Qualitätsanforderungen an die Produkte noch in der Beherrschung der Produktivitätsfaktoren bestehen können. Das heißt aber auch, daß sich Wissenschaft und Forschung diesen Anforderungen anpassen und enge Wechselbeziehungen zur industriellen Praxis entwickeln müssen.

Technische Forschung zielt sowohl auf neue Erkenntnisse über strukturelle und funktionale Beziehungen beziehungsweise Gesetzmäßigkeiten ihres Gegenstandes als auch auf die technologische und wirtschaftliche Umsetzung dieser Erkenntnisse in Produkt- und Prozeßinnovationen industrieller Produktion. Letztere stellen die den Forschungsprozeß ganzheitlich bestimmende Zielsetzung dar. Das heißt, technische Forschung ist in ihrem Kern Technologietransfer (Abb. 6).

Die Triebkräfte dieser Forschung resultieren aus dem technologisch-wirtschaftlichen Bedarf der Praxis. Diese stellt zugleich die entscheidenden Maßstäbe und Instrumente zur Überprüfung und Bewertung der Problemlösungen bereit. Denn erst in der Praxis werden die Forschungsergebnisse in die Wechselwirkungen zwischen Mensch, Technik, Ökonomie und Ökologie gestellt.

Forschungsbedarf besteht auch hinsichtlich der Bestimmung des Wirkungsgrades der verschiedenen institutionellen Formen, in denen technikwissenschaftliche Forschung gegenwärtig stattfindet und die ihrerseits die Methodik des Forschungs-

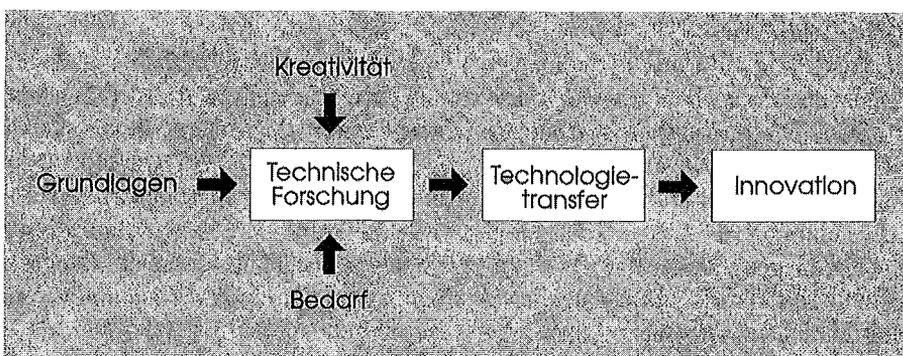


Abb. 6
Technische Forschung als Technologietransfer

prozesses beeinflussen. Hier wird die wissenschaftspolitische Relevanz der zu behandelnden Thematik besonders deutlich, wenn wir Antworten auf die aktuellen und kontrovers diskutierten institutionellen Vermittlungsprobleme im Verhältnis von Grundlagenforschung und angewandter Forschung speziell für den industriellen Sektor suchen.

*Technologiemanagement ist als
wissenschaftliche Aufgabe unverzichtbar*

In der öffentlichen Diskussion besteht Übereinstimmung hinsichtlich der Notwendigkeit, die Umsetzung von neuen Erkenntnissen der Forschung in industriell nutzbare Produkte zu beschleunigen. Eines der wesentlichen Hemmnisse bei der Beschleunigung dieser Vorgänge ist durch die Vorbedingungen der Ideenproduktion gegeben. Die Entwicklung neuer Produkte, die Entdeckung neuer Methoden, Prinzipien und Vorgehensweisen erfordern neben Kreativität auch marktbezogene Sachkenntnis und spezifische Erfahrung. Die Ideenfindung ist überwiegend mit dem Eindringen in neue Gebiete verbunden. Dies bedeutet auch eine stärkere Verknüpfung bisher nicht im Zusammenhang bearbeiteter Gebiete. Technologietransfer umfaßt nicht nur mehrere Disziplinen übergreifende fachwissenschaftliche Kenntnisse, er beinhaltet auch prototypische Realisierungen, Managementwissen und den Aufbau angepaßter Berufsqualifikationen.

Wettbewerbsfähigkeit allein wird für kommende wirtschaftliche Herausforderungen nicht mehr ausreichend sein. Es geht vielmehr um wirtschaftliche und technologische Führungspositionen im weltweiten Maßstab. In den Unternehmen der Hochtechnologie haben Investitionen ein solches Ausmaß angenommen, daß nur den zeitlich und qualitativ ersten Anbietern eine wirkliche Führungsposition ermöglicht wird.

Die Forschung wird im internationalen Vergleich nicht nur an erarbeiteten Ergebnissen, sondern auch an der Qualifikation und dem Engagement der Wissenschaftler gemessen. Eine kognitiv-technische Überlegenheit allein reicht allerdings nicht aus, es kommt auf die effektive Nutzung des Wissens an.

Zur Initiierung und Durchsetzung marktentscheidender Erneuerungsprozesse bedarf es eines ganzheitlichen Technologiemanagements, das von den Technikwissenschaften ausgeht. Daher muß Technologiemanagement nicht nur als ein integraler Bestandteil der Ausbildung unserer Ingenieure, sondern auch als technikwissenschaftliche Disziplin entwickelt werden.

Technologiemanagement ist auf die Anwendung technologischen Wissens ausgerichtet, es will Erfolgspotentiale eines Unternehmens entwickeln und nutzen und

hat damit eine Umsetzungsfunktion bei der technologischen Erneuerung des Ganzen wie auch seiner Teilbereiche.

Technologiemanagement ist als Anleitung zum Gebrauch fortschrittlicher Technik eine Führungslehre, die unternehmerisch gesehen immer unter dem Imperativ des wirtschaftlichen Erfolges stehen muß.

Technologische Führungsfunktionen zielen auf Realisierung. Der Zielerreichung sind die Zielsetzung und die Leistungsdurchsetzung vorgeschaltet. Angesichts der weitreichenden Bedeutung der Technik für die Entwicklung der Gesellschaft ist Technologiemanagement auch mit einem hohen ethischen Anspruch verbunden. Die Nutzbarmachung technischer Erkenntnisse muß deshalb über den Imperativ des wirtschaftlichen Erfolgswanges hinaus auch den ethisch-sozialen Ansprüchen gerecht werden.

Die Rolle des Technologiemanagers ist nicht die eines Kontrolleurs und besserwissenden Lehrers, sondern die eines Ideengebers und Organisators, der die ihm anvertrauten Mitarbeiter zum erfolgreichen Wirken befähigt. Der Technologiemanager muß motivieren können und kreative Denkfüräume schaffen, ohne die innovative Prozesse nicht ablaufen können.

Eine entscheidende Aufgabe des Technologiemanagements ist die Beschleunigung des Technologietransfers. Es gilt, weltweit Innovationspotentiale durch kooperatives und simultanes Forschen, Entwickeln, Produzieren und Vermarkten zu erschließen, mit dem Ziel, die Umsetzungszeit für neue Produkte oder Prozesse weiter zu verkürzen. Um qualitativ hochwertige Leistungen kurzfristig zu konkurrenzfähigen Preisen erbringen zu können, bedarf es auch einer verstärkten Kooperation zwischen Forschung und Praxis. Dabei ist der Wissenstransfer sowohl Bringschuld der Wissenschaft als auch Holschuld der Wirtschaft.

Von zentraler Bedeutung ist schließlich die Schaffung einer technologieorientierten Unternehmenskultur, einer Kultur, die Kreativität und Innovation, ja Technikbegeisterung nicht nur belohnt, sondern als selbstverständliche Elemente des Unternehmensalltags hervorhebt.

Der Aufschwung im 21. Jahrhundert wird von der Innovationskraft unserer technologischen Ressourcen aller betroffenen Industriebereiche entscheidend abhängen. Dabei stellt sich die Frage, ob wir uns rechtzeitig auf diesen großen Phasensprung vorbereiten, und in welcher Weise dabei strategische Ziele auch kurzfristig zur notwendigen Unternehmenssicherung beitragen können.

Hierzu wäre allerdings nicht nur eine effiziente und unbürokratische Projektförderung, sondern auch die Stimulierung einer „Forschungswirtschaft“ erforderlich, die als ein zentraler Wirtschaftsbereich für die Sicherung des erreichten volkswirtschaftlichen Wohlstands eine unentbehrliche Schlüsselrolle erhält. Die Förderung von Forschung und technischer Entwicklung braucht Kontinuität, braucht aber auch Beschleunigung und Kanalisierung.

Vor diesem Hintergrund kann die Notwendigkeit zur Erneuerung eines ganzheitlichen, marktorientierten Technologiemanagements nicht stark genug betont werden. Es gilt, durch eine breite Offensive in Forschung, Lehre und industrieller Praxis die Voraussetzungen für die Umsetzung innovativer Ideen in erfolgreiche Produkte durch fähige Technologiemanager zu schaffen. Es kommt nicht nur auf Virtuosität des Orchesters an, sondern auch auf die Kreativität des Dirigenten.

Literatur

- Banse, G.: Erkenntnismethode in den Technikwissenschaften, Berlin: Akademie Verlag, 1986.
- Gehlen, A.: Die Seele im technischen Zeitalter, Hamburg: Rowohlt, 1957.
- Heidegger, M.: Nur ein Gott kann uns retten. In: Der Spiegel 30 (1976), Nr. 23, S. 193.
- Lompe, K. (Hrsg.): Techniktheorie, Technikforschung, Technikgestaltung. In: Beiträge zur sozialwissenschaftlichen Forschung, Band 105, Opladen: Westdeutscher Verlag, 1987.
- Parthey, H. (Hrsg.): Problem und Methode in der Forschung, Berlin: Akademie Verlag, 1978.
- Parthey, H.; Schreiber, K.: Interdisziplinarität in der Forschung, Berlin: Akademie Verlag, 1983.
- Ropohl, G.: Eine Systemtheorie der Technik, München: Hanser, 1979.
- Rumpf, H.: Über den Sinn technischen Handelns, IBM Deutschland, Stuttgart, 1978.
- Spur, G.: Industrielle Praxis und wissenschaftliche Theorie in der Methodik produktions-technischer Forschung. APK 3/1990, Akademie der Wissenschaften, Berlin, 1990.
- Spur, G.: Technische Bildung heute und morgen. In: Wilhelm von Humboldt, Vortragszyklus zum 150. Todestag, Berlin: de Gruyter, 1986.
- Spur, G.: Vom Wandel der industriellen Welt durch Werkzeugmaschinen, München: Hanser, 1991.
- Zimmerli, W. Ch.: Technik und Wissenschaft als Kultur. Kongreßbeiträge Technische Universität Braunschweig 1996.