Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin *99(2008), 7-19*

Gerhard Banse, Ernst-Otto Reher

Einleitung

Am 12. Oktober 2007 fand in Berlin das 3. Symposium des Arbeitskreises Allgemeine Technologie der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften statt. Der vorliegende Band der „Sitzungsberichte" enthält die – teilweise ergänzten – Beiträge dieses Symposiums.

Leitlinie des Wirkens des Arbeitskreises ist der Vorschlag, zu einem System der Wissenschaften zu gelangen, das Analogien zu ähnlichen Wissenschaftsdisziplinen wie die Technikwissenschaften fördert und erkennen lässt, denn solche Analogien ermöglichen sehr oft Synergieeffekte, die für die methodische Herausarbeitung allgemeiner Gesetze, Regeln, Heuristiken, Methoden u. v. m. förderlich sind (vgl. König 2006, S. 85).

Obgleich der Begriff „Handlungswissenschaften" im System der Wissenschaften von Wolfgang König (siehe Abbildung 1) nicht besonders glücklich gewählt wurde – denn auch andere Wissenschaften außerhalb dieser Gruppe haben es mit „Handlungen" zu tun –, so verdeutlicht er doch ganz besonders das aktive und bewusste Eingreifen dieser Wissenschaften in unser Leben.

Abbildung 1: Ein System der Wissenschaften

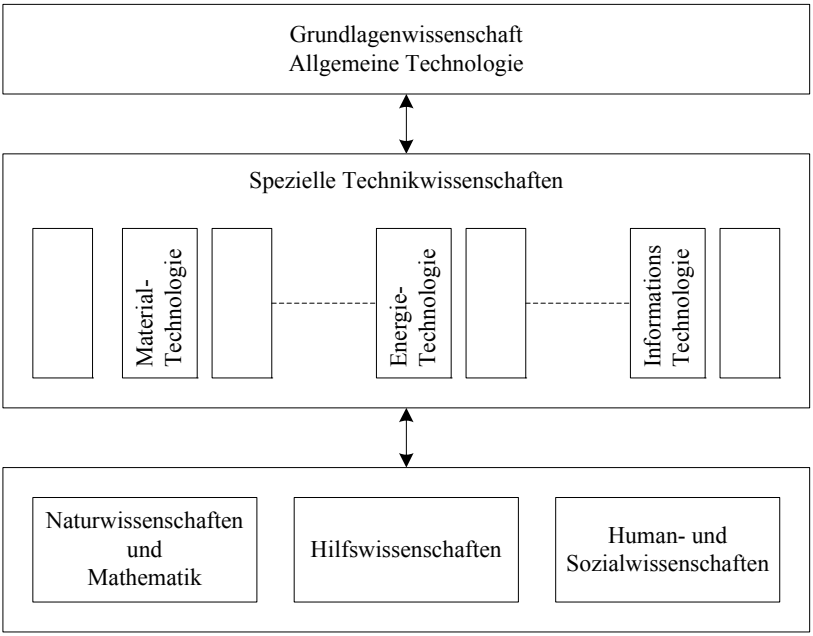
Geisteswissenschaften	*Handlungswissenschaften*	*Naturwissenschaften*
Geschichte	Sozialwissenschaften	Physik
Literatur	Technikwissenschaften	Chemie
Philosophie	Medizin	Biologie
usw.	usw.	usw.

Quelle: Nach König 2006, S. 85

Für die Technikwissenschaften als Bestandteil der „Handlungswissenschaften" scheint es nun zweckmäßig zu sein, das von Günter Ropohl vorgeschlagene Strukturschema der Technikwissenschaften anzunehmen (vgl. Ropohl 2006a, S. 53; 2006b, S. 337) – mit der leichten Korrektur, anstelle des

Begriffs Produktions-Technologie den Begriff Material-(oder Stoff-)Technologie zu verwenden (siehe Abbildung 2), denn dieses Schema fordert die komplexe Betrachtung der speziellen Technikwissenschaften und ihren Beitrag zur Grundlagenwissenschaft Allgemeine Technologie.

Abbildung 2: Strukturschema der Technikwissenschaften

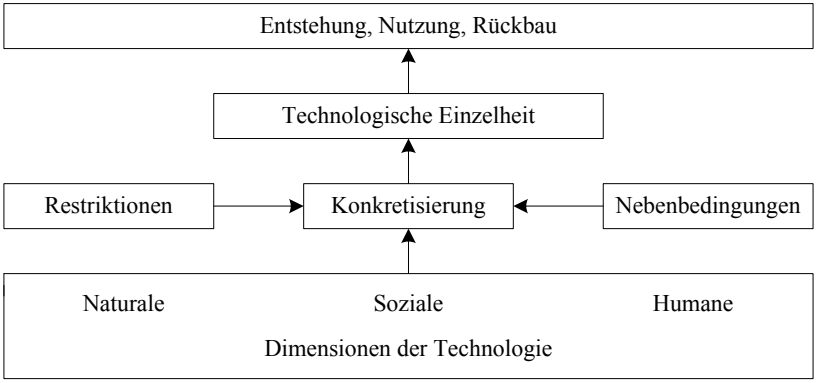


Quelle: Modifiziert nach Ropohl 2006b, S. 337

Das 3. Symposium hatte sich das Thema „Allgemeine Technologie – verallgemeinertes Fachwissen und konkretisiertes Orientierungswissen zur Technologie“ gestellt, das durch folgende Bearbeitungsschritte realisiert wurde (schematisch dargestellt in Abbildung 3):

- Einfluss der naturalen, sozialen und humanen Dimension der Technologie;
- Konkretisierungen durch Nebenbedingungen und Restriktionen;
- Einblicke in technologische Einzelheiten bei der Entstehung, der Nutzung und dem Rückbau von technischen Sachsystemen.

Abbildung 3: Komplexe Bearbeitung technologischer Aufgaben- und Problemstellungen



Quelle: Eigene Darstellung

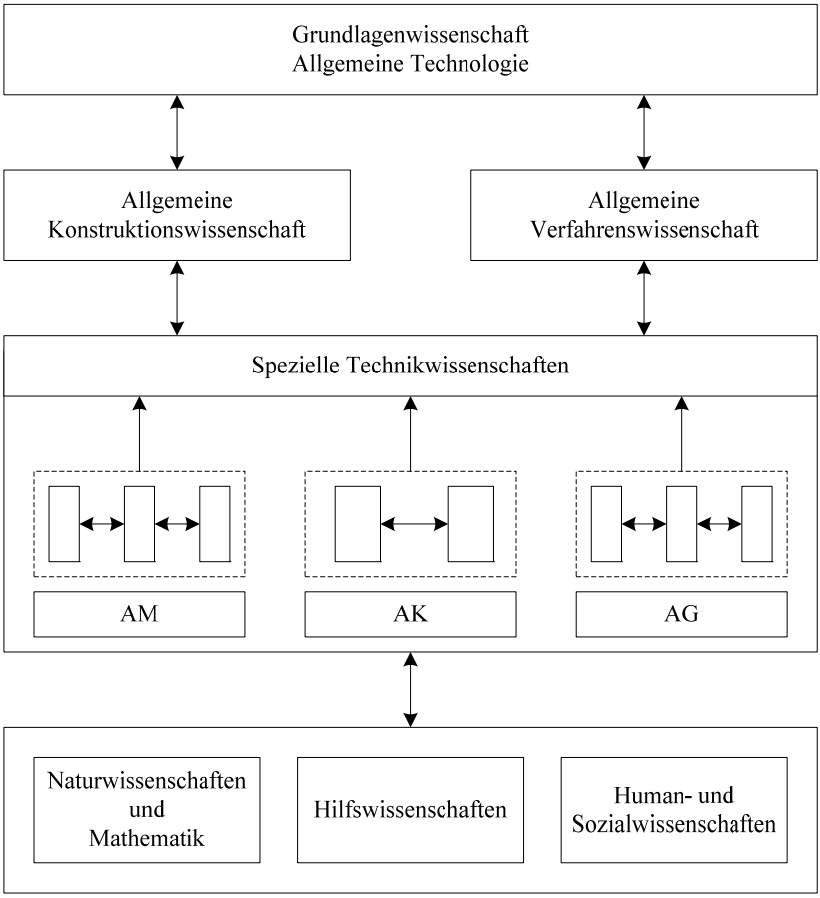
Damit wird deutlich, dass wir uns dem von Ropohl vorgeschlagenen Handlungsschema prinzipiell angeschlossen haben und an dessen Ausgestaltung mitwirken werden.

Eine vertiefende Strukturierung der speziellen Technikwissenschaften im Schema von Ropohl (siehe Abbildung 2) kann nach Karl Marx aus den drei Bestandteilen des Arbeitsprozesses (Technologie) Arbeitskraft (AK), Arbeitsgegenstand (AG) und Arbeitsmittel (AM) abgeleitet werden (vgl. Marx 1971, S. 329f., 510f.). So hat Wolfgang Fratzscher im Jahre 2004 je nach dominierender Bedeutung eines der drei Bestandteile bzw. auch einer Kombination zweier Bestandteile eine „Feinstruktur“ der speziellen Technikwissenschaften vorgeschlagen (vgl. Fratzscher 2004, S. 18[2]). Im Zusammenhang mit der Ausgestaltung einer Allgemeinen Verfahrenswissenschaft, die, wie auch die Allgemeine Konstruktionswissenschaft, Bestandteil der Allgemeinen Technologie als Grundlagenwissenschaft der Technik ist, wird auf diese Strukturierung zurückzugreifen sein. Der „Zwischenschritt“ in Ergänzung zum Vorschlag von Ropohl, zunächst erst einmal eine Allgemeine Verfahrenswissenschaft zu erarbeiten, erscheint aus der Sicht der Technologieschöpfer unbedingt erforderlich zu sein (siehe Abbildung 4), denn alle bisherigen

2 Vgl. auch Fratzscher, W.: Technikwissenschaften und Technologie. In diesem Band, S. 129-137.

Schriften zur Allgemeinen Technologie wenden sich nicht vorrangig an diese.

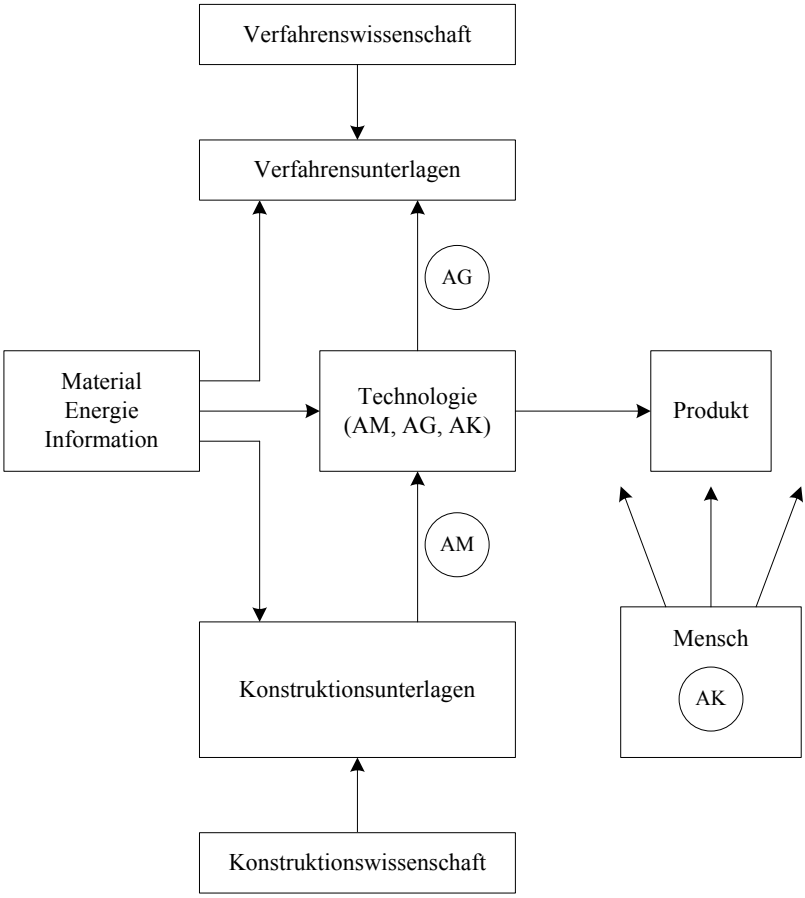
Abbildung 4: Modifiziertes Strukturschema der Technikwissenschaften aus Abbildung 2 mit dem Zwischenschritt der Schaffung einer Allgemeinen Verfahrenswissenschaft und der Komplexbildung innerhalb der Technikwissenschaften



Quelle: Eigene Darstellung

Eine Form der Wechselbeziehungen von AK, AM und AG ist in Abbildung 5 dargestellt. Dabei stehen für die Konstruktionswissenschaft exemplarisch die Darlegungen von Friedrich Hansen (vgl. Hansen 1974) sowie die von Vladimir Hubka und W. Ernst Eder (vgl. z. B. Hubka/Eder 1992). Die Verfahrenswissenschaft sollte Gegenstand weiterer Arbeiten sein.

Abbildung 5: Stellung der Konstruktionswissenschaft und der Verfahrenswissenschaft zur Technologie



Quelle: Eigene Darstellung

Im Folgenden werden die Beiträge des Symposiums unter den genannten Gesichtspunkten zusammengefasst, wobei kritisch vermerkt werden muss, dass die geforderte Interdisziplinarität des Symposiums nicht zufriedenstellend erfüllt wurde, letztlich auch dadurch, dass zu wenig Kooperationspartner aus anderen Wissenschaftsdisziplinen für die Beiträge mit herangezogen wurden.

Gerhard Banse und *Ernst-Otto Reher* geben im Eröffnungsvortrag des Symposiums einen Überblick über den bisher erreichten Stand der Ausarbeitungen durch die vorangegangenen zwei Symposien (2001, 2004) und formulieren weitere Aufgaben bei der Herausarbeitung einer Allgemeinen Technologie als Grundlagenwissenschaft. Dabei ist erkennbar, dass es zweckmäßig erscheint, folgende zwei konzeptionelle Ausgangspunkte

(1) Multidimensionalität von Technologie,

(2) Unterscheidung zwischen Technologiebegleitern und Technologieschöpfern

weiterhin zu beachten. Der erforderliche Wissenstransfer aus verallgemeinertem technologischem Fachwissen und konkretisiertem technologischem Orientierungswissen, zusammengefasst in Modulen, beinhaltet sowohl sachtechnische Ableitungen als auch sachtechnische Begleitungen und sichert damit durch die Technologiebegleiter und die Technologieschöpfer die Multidimensionalität der Technologiebetrachtungen ab. Beiträge von Technologiebegleitern konnten mit der Publikation „Erkennen und Gestalten. Eine Theorie der Technikwissenschaften“ (2006) geliefert werden.

Die nachfolgenden Beiträge lassen sich zu folgenden Komplexen zusammenfassen:

a) Technologischen Grundlagen;
b) Allgemeine technologische Probleme;
c) Ausgewählten technologische Verfahren;
d) Technologiegeschichte.

a) Technologische Grundlagen

Lutz-Günther Fleischer zeigt, dass das Konzept der dimensionslosen Entropie im Verbund mit der flexibel eingesetzten Statistik eine ausgezeichnete Möglichkeit zur explorativen Datenanalyse und zur systematischen Verbindung von Empirie und Theorie leistet. So werden das Verständnis für Strukturen sowie Prozesse und die Modellfindung erheblich gefördert

und als kooperative Elemente in die gegenwärtig rasch evolvierende allgemeine Stofftheorie integrierbar. Die Gelbildung wird als typische Applikation des entropischen Strukturkonzeptes, durch rheologische Messungen ausgeführt, dargestellt.

Ernst-Otto Reher und Gerhard Banse machen deutlich, dass auf den Mikroebenen (Grundoperationen, Wirkpaarungen, Teilprozesse, Mikro-, Nano- und molekulare Prozesse) der Sachsysteme die naturalen, sozialen und humanen Dimensionen der Technologie relevant sind. Deutlich wird jedoch, dass auf diesen Ebenen der technologischen Hierarchie traditionsbedingt die naturale Dimension (naturwissenschaftliche Fundierung, Mathematisierung, Technisierung, Ökonomisierung und Ökologisierung) stets Beachtung fand und auch unter Einbeziehung der Ökologie weiterhin Beachtung finden wird. Die Konkretisierung der sozialen und humanen Dimensionen der Technologie auf den Mikroebenen wird als unbedingt erforderlich benannt, ist aber zurzeit erst in Erarbeitung (z. B. Nanotechnologie). Diese Dimensionen werden jedoch in den höheren Hierarchieebenen (Makroebene) deutlich stärker erforderlich sein.

Klaus Hartmann gibt einen Überblick über die vorhandenen Instrumentarien zur Beschreibung technologisch-verfahrenstechnischer Systeme. Es werden die Werk-(Denk-)Zeuge zur Modellierung, Simulation und Optimierung derartiger komplexer Systeme, die in der Praxis in Anwendung sind, dargestellt. Er weist darauf hin, dass viele Programmsysteme entwickelt worden sind, aber nur wenige Werkzeuge überlebt haben und weltweit im Einsatz sind. Auch bedarf es einer ständigen Erweiterung und der Bereitstellung definierter Schnittstellen, um die Werkzeuge überlebensfähig zu erhalten. Die dargestellte Vielfalt der Methoden, die bei technologischen Systemen zum Einsatz kommen, befähigt den in der Praxis Tätigen, für seine Problemlösung die erfolgversprechendste auszuwählen. Für eine Weiterentwicklung und Verbreitung dieser Werkzeuge werden Anregungen formuliert.

Wolfgang Fratzscher weist erneut nach, dass die Technikwissenschaften nicht auf angewandte Naturwissenschaften reduziert werden können. Er zeichnet ein differenziertes Bild der Technikwissenschaften und ihrer Funktionen. Er erklärt aber auch die Mitwirkung der Natur- und Geisteswissenschaften in den Phasen des Reproduktionsprozesses, d. h. für den gesamten Lebenszyklus der Artefakte. Weiterhin bietet er eine „Feingliederung“ der Technikwissenschaften aus der dominierenden

Bedeutung eines (bzw. auch mehrerer) Bestandteils/e der Technologie (Arbeitsmittel, Arbeitsgegenstand, Arbeitskraft) an.

b) Allgemeine technologische Probleme

Günter Spur gibt einen Überblick über die Entwicklung der (Allgemeinen) Technologie im Zusammenhang mit der Erfindungs„kunst“ und der Innovationstheorie. Für ihn ist Technologie die Lehre vom Zusammenwirken aller Verfahren und Mittel, die Natur dem Menschen nutzbar zu machen. Sie beschreibt Aufbau und Funktion technologischer Prozesse als System einer Hilfswelt des Menschen. Aus einer historischen und pragmatischen Begründung wird zwischen einer fachgebietsbezogenen Speziellen Technologie und einer wissenschaftssystematischen Allgemeinen Technologie unterschieden. Der technologische Wandel der Gesellschaft setzt ein aufbereitetes Innovationspotenzial voraus, das Forschung und Entwicklung mit Nutzen und Markt zielorientiert verbindet und neue Technologiefelder erschließt. Die Allgemeine Technologie erforscht die Entwicklungsphasen der industriellen Produktionswirtschaft auch interdisziplinär in ihren gesellschaftlichen Auswirkungen und Herausforderungen. Ihr wissenschaftstheoretischer Ansatz ist auf die Transformationsfunktionen der Hilfswelt Technik gerichtet, also auf den soziotechnischen Innovationsprozess zur kreativen Nutzung der Naturwelt. Im Sinne eines neuen Selbstverständnisses der Technikwissenschaften ist nach einem innovationsgerichteten Wissenschaftssystem von Erkenntnissen und Methoden zu fragen, das nicht nur der optimalen Gestaltung und Führung von neuen Technologien dient, sondern insbesondere die Entfaltung der verfügbaren und zukünftigen Innovationspotenziale fördert, die in ihrer Komplexität und Mächtigkeit bisher nicht gekannte Dimensionen erreicht haben. Da Innovationsprozesse durch gestalterische Freiheitsgrade mehrläufig sind, also nicht nur zu einer einzigen Lösung führen, stellt sich die methodische Frage nach ihrer regulativen Planung. Der Mut zur Veränderung allein reicht nicht aus. Es geht um die Sicherung des Wachstums durch Stärkung der Innovationsfähigkeit mit ihren technologischen, ökonomischen, sozialen und politischen Wirkfaktoren.

Die Technikwissenschaften entwickeln sich – so *Heinrich Parthey* – sowohl in Formen des theoretischen Denkens zum weiteren Erkenntnisfortschritt als auch in Formen von Tätigkeiten zur Gewinnung, Vermittlung und Anwendung technikwissenschaftlicher Erkenntnisse und in Formen ihrer sozialen Institutionalisierung. Auf der ersten Ebene entwi-

ckeln sich Technikwissenschaften in Form von Hypothesen. Auf der zweiten genannten Ebene lassen sich technikwissenschaftliche Forschungssituationen als Zusammenhänge zwischen Problem und Methode belegen. Eine Theorie der Technikwissenschaften sollte vor allem von der Analyse der technikwissenschaftlichen Forschungssituation und Studiensituation ausgehen. Zu den Besonderheiten der technikwissenschaftlichen Forschungssituation gehören die den Technikwissenschaften eigenen Problemtypen und die den Technikwissenschaften eigene forschungstechnische Situation. In analoger Art und Weise kann die Spezifikation der technikwissenschaftlichen Studiensituation diskutiert werden, wenn neben der technikwissenschaftliche Fach- und Lehrkompetenz des Dozenten und dem Vorwissen der Studierenden vor allem die den Technikwissenschaften eigenen Typen von Lehrveranstaltungen und Rahmenbedingungen für den Studienerfolg berücksichtigt werden.

Für *Klaus Fuchs-Kittowski* und *Wladimir Borowski* sind Ontologien in Informationssystemen Modelle von Teilbereichen der Wirklichkeit zur Teilung und erneuten Nutzung von Wissen. Neben formalen Ontologien, die sich auf strenge Theorien der Logik und Semantik gründen, gibt es auch ein semi-formales Herangehen bei der Ontologieentwicklung. Es wird verdeutlicht, dass Ontologien mit der menschlichen Tätigkeit, speziell mit den Arbeitsprozessen, eng verbunden sind. Darüber hinaus wird gezeigt, dass Meta-Ontologien nicht einfach durch Abstraktion aus so genannten „Domänen-Ontologien“ oder „Frame-Ontologien“ zu gewinnen sind, sondern Aktivitäten als Basis für die Bildung von Meta-Ontologien in Unternehmen genommen werden sollten. Die so genannten informatischen Ontologien sind weder reine Schöpfung noch reine Entdeckung. Ihre sinnvolle Verwendung und möglichst allgemeine und schnelle Anerkennung von Informatikern in unterschiedlichen Informationssystemen verlangt die Anerkennung der Gewinnung von relativ wahrem Wissen über eine von uns unabhängige Realität. Daher ist die Prämisse wichtig, dass man bei der Schaffung informatischer Ontologien auch verstärkt aus den über 2000 Jahre gesammelten Erfahrungen bei der Entwicklung der philosophischen Ontologie lernen sollte. Der Gedanke der Ontologien hat mit der Idee des „Semantic Web“ in den letzten Jahren starke Verbreitung gefunden. Die damit verbundene Problematik wird jedoch dann ungenügend, wenn überhaupt, gesehen, wenn die natürlich-sprachliche Semantik von vornherein mit formaler Semantik identifiziert wird, wie dies schon durch die Bezeichnung „Semantic Web“ nahe gelegt wird.

c) Ausgewählte technologische Verfahren

Von *Wolfgang Schiller* ist leider nur die Zusammenfassung seines Beitrages (der 32 Folien umfasste) enthalten. Nach Klärungen, was unter Mikrosystemtechnik (MST) und Hochleistungskeramik (HLK) verstanden wird, wandte er sich der Multilayer-Folien-Technik sowie Applikationsfeldern und Beispielen zu (Informations- und Kommunikationstechnik, Mikrosensorik, Automobilelektronik, Energietechnik, Biotechnologie).

Dietrich Balzer erklärt, dass die Automatisierungstechnik von Produktionsprozessen in der Zukunft im Wesentlichen eine wissensbasierte Prozessautomatisierung sein wird, die sowohl heuristische als auch mathematische Modelle vereinigt. Seine Trendbetrachtungen der Entwicklung der Automatisierungstechnik lassen sowohl in technischer und ökonomischer als auch in sozialer Hinsicht eine Reihe von Folgen erkennen, die die Wissensgesellschaft in der Zukunft beachten muss. So zeigt er, dass die „Sockelarbeitslosigkeit“ letztlich eine Folge der Arbeitsplatzverluste durch die Automatisierung der Produktionsprozesse ist, denn sie schafft immer noch weniger Arbeitsplätze, als sie „vernichtet“. Seine Schlussfolgerungen lassen jedoch erkennen, dass die Entwicklung der Automatisierungstechnik wie auch der Prozesstechnik, unter Beachtung technischer, ökonomischer und sozialer Bedingungen, notwendig, nützlich und Erfolg versprechend für die Umwelt und die Menschheit ist.

Herbert Hübner zeigt am Beispiel des Carbidprozesses, wie die Technisierung, die Ökonomie und die Ökologie auf den Prozess eingewirkt haben und in Zukunft einwirken können. Die sozialen Auswirkungen nach der Stilllegung dieser Produktion (wie auch bei anderen Produktionen, etwa bei Nokia) waren in Sachsen-Anhalt nicht zu übersehen. Die wechselhafte Bedeutung des Carbides wird anhand der Technikgenese verdeutlicht. Immer wieder entstand ein neuer Bedarf an Carbid als Grundstoff der chemischen Industrie. Veränderte Rohstoffreserven und Preisgestaltungen auf dem Weltmarkt befördern eine weltweite Renaissance dieser „totgesagten“ Technologie, besonders in China und in den Entwicklungsländern. Ähnliche Beobachtungen kann man bei anderen Technologien (z. B. Kohleverflüssigung) ebenfalls feststellen. Die Weitergabe des „BUNA-Know-how“ ist leider durch den sozialen Abbau nicht möglich geworden.

Rolf Löther analysiert das Wechselverhältnis von Lebewesen und Technik in seinem historischen Verlauf, das heute in Begriffen wie Biotechnologie, Gentechnik, Bionik zum Ausdruck kommt. Die Analogie von physikalischer und chemischer Technologie zur biologischen Technologie wird von ihm betrachtet. Als Triebkraft für die biotechnologischen Entwicklungen sieht er nicht den Erkenntnisgewinn an, sondern das wirtschaftliche Gewinnstreben. Deutlich wird diese Erscheinung dann, wenn an gewinnträchtigen biologischen Forschungen unter Vernachlässigung weniger gewinnträchtiger Forschungsgebiete gearbeitet wird. Schließlich nimmt er Bezug zwischen den Biosystemen und den technischen und gesellschaftlichen Systemen zum Erkennen und Gestalten des Komplexen und des Umganges mit ihm.

d) Technologiegeschichte

Der Ausgangspunkt für *Herbert Hörz* waren seine Erfahrungen als Wissenschaftsphilosoph, der über interdisziplinäre Kontakte in strategische Debatten um die Entwicklung der Technologie an der Akademie der Wissenschaften der DDR eingebunden war. Er hebt die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen hervor, unter denen die internen Debatten in der AdW stattfanden. Es ging darin um die Orientierung der Forschung, um die Spezifik der Technikwissenschaften und um die Bildung einer entsprechenden Klasse. Auf terminologische und inhaltlich philosophische Probleme wird eingegangen. Im Mittelpunkt stehen die Herausforderungen durch die wissenschaftlich-technische Revolution an Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft, die unterschiedlich gesehen wurden.

Wolfgang Fratzscher schildert die Diskussionen über die Technologie in der Akademie der Wissenschaften der DDR, vertieft aus dem Bereich der chemischen Technologie. So gab es mehrere Institute, die ihre speziellen Technologien gepflegt und weiterentwickelt haben und auch Kontakte zur Verfahrenstechnik entwickelten. Er stellt jedoch dabei fest, dass keine abhebbaren Ergebnisse im Sinne einer Allgemeinen Technologie erbracht wurden. Die Ausarbeitung eines Lehrbuches oder zumindest die Zusammenstellung eines Grundrisses einer Enzyklopädie der Technologie wurde nicht realisiert. Kurzbiographien bedeutender Persönlichkeiten (Franck, Leibnitz, Riedel, Schirmer, Keil) verdeutlichen Bemühungen um die chemische Technologie, aber auch sie haben alle kein Lehrbuch oder entsprechende zusammenfassenden Darstellungen hinterlassen.

200 Jahre nach Erscheinen des einem Essay ähnlichen „Entwurfs der allgemeinen Technologie“ von Johann Beckmann – so *Helga E. Lühmann-Frester* – wird weiter intensiv an einer, dem heutigen Stand von Technik und Industrie gerecht werdenden, modernen Fassung der Allgemeinen Technologie gearbeitet. Als große Frage steht im Raum: Ist eine solche Allgemeine Technologie gegenwärtig überhaupt noch (er)fassbar? – Und wenn ja, wie? Aus der Sicht der Technologiegeschichte (verstanden als bis in die Gegenwart reichend) werden Anregungen zur Beantwortung gegeben. (Da der Beitrag ebenfalls nicht termingerecht an die Herausgeber übergeben wurde, sind lediglich die Thesen aus dem Symposiums-Material abgedruckt worden.)

Weitere thematische Symposien zur Allgemeinen Technologie werden auch in Zukunft stattfinden. Das nächste Symposium wird für das Jahr 2010 von der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften Berlin gemeinsam mit dem Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse des Forschungszentrums Karlsruhe und anderen Kooperationspartnern vorbereitet werden. Der Arbeitskreis Allgemeine Technologie der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften wird 2008 das Thema dieses 4. Symposiums festlegen. Darüber hinaus soll über eine Schrift mit dem Arbeitstitel „Allgemeine Verfahrenswissenschaft – Bestandteil der Allgemeinen Technologie“ befunden werden.

Die Herausgeber bedanken sich bei all jenen, die sowohl zum Erfolg des 3. Symposiums zur Allgemeinen Technologie als auch zur Drucklegung dieses „Protokollbandes“ beigetragen haben. Insbesondere zu nennen sind die Autoren, die den Forderungen der Herausgeber hinsichtlich Manuskriptgestaltung weitgehend nachkamen, *Waltraud Laier* (Forschungszentrum Karlsruhe), die ein einheitliches Layout – insbesondere der zahlreichen Abbildungen – erstellt hat, und der Senatsverwaltung für Wissenschaft, Forschung und Kultur von Berlin, die die Drucklegung finanziell förderte.

Literatur

Fratzscher, W. (2004): Zur Stellung und Struktur der Technikwissenschaften. In: Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft in Großbothen, Sonderheft 18, S. 8-31

Hansen, F. (1974): Konstruktionswissenschaft. Grundlagen und Methoden. Berlin

Hubka, V.; Eder, W. E. (1992): Einführung in die Konstruktionswissenschaft. Übersicht, Modell, Ableitungen. Berlin u. a.

König, W. (2006): Ziele der Technikwissenschaften. In: Banse, G.; Grunwald, A.; König, W.; Ropohl, G. (Hg.): Erkennen und Gestalten. Eine Theorie der Technikwissenschaften. Berlin, S. 84-98

Marx, K. (1971): Das Kapital. Bd. 1 [1867]. In: Marx, K.; Engels, F.: Werke. Bd. 23. Berlin

Ropohl, G. (2006a): Der „Gegenstand“ Technik. In: Banse, G.; Grunwald, A.; König, W.; Ropohl, G. (Hg.): Erkennen und Gestalten. Eine Theorie der Technikwissenschaften. Berlin, S. 48-57

Ropohl, G. (2006b): Allgemeine Technikwissenschaft. In: Banse, G.; Grunwald, A.; König, W.; Ropohl, G. (Hg.): Erkennen und Gestalten. Eine Theorie der Technikwissenschaften. Berlin, S. 331-341