

LEIBNIZ-SOZIETÄT e.V.

*begründet 1700 als
Brandenburgische Sozietät der Wissenschaften*



Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Institut für Technikfolgenabschätzung
und Systemanalyse

Symposium

Allgemeine Technologie

- Vergangenheit und Gegenwart

12. Oktober 2001

10.00 Uhr LOTHAR KOLDITZ Eröffnung

Tagungsleitung: LOTHAR KOLDITZ

10.15 Uhr GERHARD BANSE Johann Beckmann und die Folgen. Allgemeine
Technologie in Vergangenheit und Gegenwart

10.55 Uhr HERBERT HÖRZ Technologien zwischen Effektivität und Huma-
nität

11.30 Anfragen/Diskussion

12.00 Uhr Mittagspause

Tagungsleitung: GERHARD ÖHLMANN

13.00 Uhr ERNST O. REHER Ansätze zur Entwicklung einer Allgemeinen
Prozesstechnik der Stoffwandlung

13.20 Uhr KLAUS HARTMANN Systemtechnische Aspekte der modernen
Technologie am Beispiel der Stoffwirtschaft

13.40 Uhr GÜNTER VON SENGBUSCH Organ unterstützende Systeme vor neuen Her-
ausforderungen

14.00 Uhr HEINZ BARTSCH Technologie aus arbeitswissenschaftlicher Sicht

14.20 Uhr Anfragen/Diskussion

14.40 Uhr Pause

Tagungsleitung: GERHARD BANSE / ERNST OTTO REHER

15.00 Uhr KLAUS FUCHS-KITTOWSKI Informations- und Kommunikationstechnolo-
gien - Organisation und Management des Wis-
sens

15.20 Uhr ROLF LÖTHER Allgemeine Technologie und Biotechnologien

15.40 Uhr KLAUS KRUG Allgemeine Technologie und Chemieingenieur-
wesen

16.00 Uhr WOLFGANG FRATZSCHER Technologie und mögliche Auswirkungen auf
die Gestaltung der Ingenieurausbildung

16.20 Uhr Anfragen/Diskussion

16.40 Uhr GERHARD ÖHLMANN Projektvorschläge

17.10 Uhr LOTHAR KOLDITZ Schlusswort

Ende gegen 17.30 Uhr

Um 1800 wurde erstmals der Begriff der Technologie durch Johann Beckmann geprägt. Voraus gingen eine Bestandsaufnahme und eine erste Systematisierung vorhandener Gewerke. Eine Schlussfolgerung Beckmanns war, dass es Gemeinsamkeiten aller Gewerke gebe, die zur Herausbildung der Allgemeinen Technologie führten.

Um 1850 trennte Karl Karmarsch die Technologie in die chemische sowie artverwandte Technologien und die mechanische Technologie. Daraus gingen später im 20. Jahrhundert methodenorientierte technologische Wissenschaftsdisziplinen hervor: Verfahrenstechnik, Verarbeitungstechnik und Fertigungstechnik.

Durch die hierarchische Modellierung technologischer Prozesse und die Entwicklung der Informationstechnik bildete sich die Prozesstechnik (Mikro-Makroprozesse, Prozesselemente, Grundoperationen) und eine Systemtechnik der Verfahrens-, Verarbeitungs- und Fertigungstechnik heraus. Sie könnten nun die Basis für die Entwicklung einer Allgemeinen Prozesstechnik und einer Allgemeinen Systemtechnik sein.

Die Leibniz-Sozietät will - unterstützt vom Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH Technik und Umwelt - dazu beitragen, mit ihren spezifischen Möglichkeiten eine Bestandsaufnahme im Bereich der Allgemeinen Technologie vorzunehmen und sie unter Einbeziehung unterschiedlicher Wissenschaftsdisziplinen im Beckmannschen Sinne weiter auszugestalten.

Thesen

Johann Beckmann und die Folgen. Allgemeine Technologie in Vergangenheit und Gegenwart

Gerhard Banse

1. Allgemeine Technologie (AT) – verstanden als „Vergleich technologischer Prozesse und ihrer Bestandteile auf unterschiedlichen Ebenen und Niveaus mit dem Ziel, das Allgemeine und Wesentliche (nicht nur das Invariante) technologischer Erscheinungen zu erfassen, um Gesetzmäßigkeiten zu erkennen und Prinzipien, Vorschriften, Empfehlungen und Methoden zur Gestaltung der materiell-technischen Seite des Produktionsprozesses für die Anwendung bereitzustellen, deren Aussagen für alle bzw. eine abgrenzbare Summe technologischer Prozesse gültig sind und die in mehreren Bereichen und Zweigen der industriellen Produktion genutzt werden können“ [1, S. 884] – ist gegenwärtig mehr ein Programm denn ein aus- bzw. durchgearbeitetes Konzept.

2. „Geburtsurkunde“ einer AT ist der „Entwurf der Allgemeinen Technologie“ von Johann Beckmann (1739-1811) aus dem Jahre 1806. In dieser kleinen Abhandlung geht es ihm um mehr als eine allein vergleichende Systematisierung der für die Realisierung (technischer) Zwecke nutzbaren technisch-technologischen Mittel, denn Allgemeine Technologie soll „die gemeinschaftlichen und besondern Absichten der ... Arbeiten und Mittel anzeigen, die Gründe erklären, worauf sie beruhen, und sonst noch dasjenige kurz lehren, was zum Verständniß und zur Beurtheilung der einzelnen Mittel, und zu ihrer Auswahl bey Übertragungen auf andere Gegenstände, als wozu sie bis jetzt gebraucht sind, dienen könnte“ [2, S. 465, 480].

3. Dieser vielversprechende verfahrenssystematische Teil des Beckmannschen Ansatzes fand in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts große Resonanz. Er wurde von zahlreichen Wissenschaftlern aufgegriffen, popularisiert und weiterentwickelt. In den Arbeiten von Karl Karmarsch fand er in den siebziger Jahren des neunzehnten Jahrhunderts in der von *Beckmann* angestrebten Form (universalistische Perspektive, verbale Darstellung, vergleichende Betrachtung, systematische Ordnung, auf praktische Anwendbarkeit hin ausgerichtet) einen Höhepunkt und gleichzeitig ein vorläufiges Ende.

In den vergangenen dreißig Jahren ist die Diskussion um eine AT erneut belebt worden: es wurden verallgemeinernde und generalisierende Überlegungen bzw. Ansätze zu einer AT aus der Sicht unterschiedlicher Wissenschaftsdisziplinen vorgelegt.

4. Hinsichtlich der Weiterentwicklung einer AT ist mindestens zweierlei zu beachten:

Erstens ist zu unterscheiden ist, ob sie 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.

Zweitens 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) Gemein-

samkeiten („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.

5. Exemplarisch werden einige allgemeintechnologische Einsichten dargelegt. Sie betreffen erstens das Technikverständnis, zweitens kognitive und methodologische Grundlagen der Technikwissenschaften sowie drittens Entwurfs- oder Konstruktionshandeln in einer allgemeintechnologischen Perspektive.

5.1. Hinsichtlich des Technikverständnisses werden vier Konzeptualisierungen mit je unterschiedlich weitem Erklärungsanspruch herausgehoben: Technik als Realtechnik, Technik als Mensch-Maschine-System, Technik als sozio-technisches System, Technik als Kulturprodukt. Diese Konzeptualisierungen deuten zugleich einen Paradigmenwechsel an, der von Günter Ropohl als Übergang vom szientifischen zum technologischen Paradigma beschrieben wurde: das szientifische Paradigma reduziert Technik auf angewandte Naturwissenschaft und entfremde sie dadurch der soziokulturellen Totalität, es beschränkt sich auf die Analyse und Synthese sachtechnischer Gebilde. Das technologische Paradigma berücksichtigt überdies die soziokulturellen und sozioökonomischen Entstehungs- und Verwendungszusammenhänge der Sachsysteme. [4, S. 2]

5.2. 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; und viertens schließlich ist zu beachten, dass in die Entwicklung von Technik auch „implizites“ Wissen („tacit knowledge“) in unterschiedlicher Weise eingeht. Bei aller methodischen Vielfalt in den Technikwissenschaften gilt es, stets folgenden drei methodologische Erfordernisse zu entsprechen: (a) Berücksichtigung der Komplexität technischer Aufgabenstellungen: Diese Forderung rückt die Beachtung der Vielfalt von Einflussfaktoren, Abhängigkeiten, Zusammenhänge, Lösungsvarianten usw. in das Zentrum der Aufmerksamkeit des Problembearbeiters; (b) 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; (c) 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.

5.3. Beim Entwurfs- und Konstruktionshandeln handelt es sich um ein gedankliches Vorgehen, für das es kein logisch begründbares (Schluss-)Verfahren gibt, d.h., aus den vorgegebenen Prämissen (vor allem hinsichtlich des zu erreichenden Ziels, des verfügbaren bzw. zu generierenden Wissens, des Bereichs möglicher Lösungen usw.) ist ein Ergebnis sowohl nicht uneindeutig als auch nicht mit Sicherheit herleitbar. Hinzu kommen weitere Einsichten. Das Konstruktions- und Entwurfshandeln ist ein bewusstes, zur Zielerreichung notwendiges „Überschreiten“ des Vorhandenen (sowohl des „Arte-Faktischen“ wie des „Wissensmäßigen“) in Form eines (planmäßigen, intuitiven, methodenbasierten, heuristischen, ...) „Such-

prozesses“. Dieser Prozess erfolgt in der Regel unter Informationsmangel bzw. bei unvollständiger oder „unscharfer“ Information, d.h. zu Beginn des (als Planungsvorgang verstandenen!) Entwurfs- und Konstruktionsprozesses sind z.B. nicht alle relevanten Informationen verfügbar, man muss sich auf sich verändernde (einschließlich neue!) Zielvorgaben oder „Rand“bedingungen vor allem wissenschaftlicher, technischer, politischer, ökonomischer oder juristischer Art einstellen bzw. muss darauf (angemessen) reagieren („Dynamisierung der Begleitumstände“ [3, S. 40]). Hinzu kommt, dass selbst die Vielzahl der zu Beginn des Entwurfsprozesses verfügbaren Informationen (fast stets) reduziert werden muss, um sie „operationalisierbar“ zu machen. Der Problemlösungs- und Planungsprozess im Bereich des „engineering design“ ist schließlich mit der erschwerenden Besonderheit konfrontiert, dass Probleme in Technikwissenschaften und Ingenieurhandeln häufig nicht vollständig, sondern oft nur unvollständig formuliert sind, dass „verschwommene Ziele“ und „unklare Bedingungen“ vorliegen. Damit ist eine „Intransparenz von Bearbeitungsvorgängen“ verbunden, die in „unscharfen Entscheidungen“ sowie einer „Hypothetizität“ des Ergebnisses ihren Niederschlag findet.

- [1] Banse, G.; Thiele, B.: Technologie. In: Hörz, H.; Liebscher, H.; Löther, R.; Schmutzer, E.; Wollgast, S. (Hrsg.): Philosophie und Naturwissenschaften. Wörterbuch. Neuausgabe 1991. Bd. 2. S. 882-885
- [2] Beckmann, J. (1806): Entwurf der allgemeinen Technologie. In: Vorrath kleiner Anmerkungen über mancherley gelehrte Gegenstände. Drittes Stück. Göttingen 1806, S. 463-533
- [3] Pahl, G.: Wissen und Können in einem interdisziplinären Konstruktionsprozeß. In: Putlitz, G. Frhr. zu; Schade, D. (Hrsg.) (1997): Wechselbeziehungen Mensch - Umwelt - Technik. Stuttgart 1997, S. 35-65
- [4] Ropohl, G.: Einleitung. Wie kommt die Technik zur Vernunft? In: Ropohl, G.: Wie die Technik zur Vernunft kommt. Beiträge zum Paradigmenwechsel in den Technikwissenschaften. Amsterdam 1998, S. 1-5

Technologien zwischen Effektivität und Humanität

Herbert Hörz

1. *Technik* ist die Gesamtheit der vom Menschen geschaffenen Artefakte zur Beherrschung der natürlichen, gesellschaftlichen und kulturellen Umwelt und des eigenen Verhaltens. *Technologie* ist die Umsetzung von Entdeckungen in Erfindungen als Regeln und Verfahren für die Entwicklung neuer und das Funktionieren bestehender Technik. Die *Technikwissenschaften* untersuchen Beziehungen und Gesetze der Technik und Technologie in ihren allgemeinen und spezifischen Seiten. *Effektivität* umfasst das Verhältnis zwischen Aufwand und Nutzen. *Humanismus* ist nicht nur Pflege humaner Traditionen, sondern Zielvorstellung, Anforderungsstrategie und Bewertungsmaßstab zur Entwicklung der *Humanität*, d.h. der durch einen umfassenderen Freiheitsgewinn der Menschen bestimmten Lebensformen. *Allgemeine Technologie* kann als Wissenschaft von den Prinzipien, Gesetzen und Regeln technologischer Prozesse erfasst werden, als ein interdisziplinäres Projekt, das auf dem Weg zur Disziplin ist. Sie umfasst auch Sozial-, Bewusstseins- und menschengestaltende Technologien.

2. Roboterisierung und Computerisierung der Fertigungsprozesse materieller Güter, die Revolution der Denkzeuge, die genetische Gestaltung des Lebens charakterisieren einen prinzipiellen Technologiewandel, der einen dafür adäquaten Humanismus erfordert. Das ist eine Herausforderung, über die Angemessenheit derzeitiger sittlicher Axiome und demokratischer Strukturen nachzudenken. Für ethische Fragen ist erstens die Rolle des Zufalls zu beachten, zweitens gibt es die Entscheidungsfreiheit der Menschen über den eigenen Körper, drittens sind Experimente mit und am Menschen human zu gestalten. Humanität verlangt, alles zu unterlassen, was Menschen in ihrer freien Entscheidung beeinträchtigt, ihre Würde verletzt und sie unterdrückt.

3. Freiheitsgewinn ist an den wesentlichen menschlichen Verhaltensweisen und Forderungen zu messen: Wie kann eine kulturell und individuell sinnvolle Tätigkeit der Menschen gewährleistet werden? Wie ist persönlichkeitsfördernde soziale Kommunikation zu gestalten? Wie kann das materielle und kulturelle Lebensniveau für alle Glieder der Gesellschaft erhöht werden? Wie wird die Entwicklung der Individualität gesichert? Welche Hilfe erhalten Behinderte und wie werden sie in die Gemeinschaft integriert? Als Humangebote gelten: Das Gebot zur menschenwürdigen Gestaltung der Natur, das zur Erhaltung der menschlichen Gattung, das zur Erhöhung der Lebensqualität und das zur Achtung der Menschenwürde. Technikfolgenabschätzung verlangt Beachtung der Humankriterien und Humangebote. Da die Zukunft offen ist und wir nur Trends bestimmen, ist sie mehr Begleitforschung als wirkliche Folgenabschätzung.

4. Wesentlicher Bestandteil der Allgemeinen Technologie ist die weitere Ausarbeitung allgemeiner Prinzipien und Regeln zur effektiven Gestaltung vorhandener und zur Entwicklung neuer Technologien. Sie sollten präzisierbar für spezielle Bereiche und doch lehr- und lernbar sein. Ihre Praxisrelevanz erhöht sich, wenn sie vor allem heuristisch, d.h. erkenntnisfördernd, wirksam wird. Es geht um die Konzipierung von Technologien, die das Leben der Menschen erleichtern, die Kreativität fördern, Menschen als aktive Gestalter ihrer Umwelt und des eigenen Verhaltens in die Entwicklung und das Funktionieren der Technik einbeziehen, eine neue Mensch-Natur-Beziehung aufbauen und mehr Freiräume für gewünschte Tätigkeiten schaffen. Dazu bedarf es humaner Visionen über mögliche Technologien, Arbeitsinhalte und natürliche Lebensweisen. Anzustreben wäre eine qualitative Demokratie als Assoziation freier Individuen, die die Kreativität und Souveränität der Menschen fordert und fördert.

Ansätze zur Entwicklung einer Allgemeinen Prozesstechnik der Stoffwandlung

Ernst Otto Reher

1. Zur gegenwärtigen Ausgestaltung einer Allgemeinen Technologie im Beckmannschen Sinne wird zumindest eine Annäherung an sein Konzept durch Verallgemeinerung (Metatheorie) einerseits und durch Ganzheitsbetrachtung (Aufklärung) andererseits in den speziellen technologischen Disziplinen, wie der Verfahrenstechnik, Fertigungstechnik und Verarbeitungstechnik erreicht. [1] Eine Vielzahl eigenständiger Beiträge zur Ausgestaltung einer Allgemeinen Technologie wurde in den letzten Jahren erarbeitet, z.B. Allgemeine Prozesstechnik, Systemtechnik, Konstruktionslehre (-handeln), Technologiemanagement, Technikfolgenabschätzung, Mensch-Maschine(Technologie)-Umwelt-Beziehungen, Technologiegeschichte, Technologieethik und vieles mehr.

Diese Beiträge kommen dem Beckmannschen Anliegen aus gegenwärtiger Sicht sicherlich entgegen, sind aber nur Elemente einer Allgemeinen Technologie, die eigenständige Bedeutung haben, aber wohl kaum in eine geschlossene eigenständige Disziplin überführt werden können.

2. Durch die hierarchische Problembearbeitung auf den Ebenen „Prozess“ und „System“ und die Anwendung der Informationstechnologie in der Verfahrenstechnik, der Verarbeitungstechnik und der Fertigungstechnik ließen sich Ansätze auch für eine Allgemeine Prozesstechnik der Stoffwandlung herausarbeiten. Wesentliche Bestandteile der Allgemeinen Prozesstechnik sind Berechnungsmodul zur Modellierung, Simulation, Optimierung der Prozesselemente der Stoffwandlung sowie die Prozesselementgestaltung unter Beachtung einer Vielzahl von Restriktionen.

Entscheidende Schritte der Gestaltung der Allgemeinen Prozesstechnik sind:

1. Dekomposition der komplexen Prozesseinheit in signifikante Elementprozesse, in denen die Bilanzgleichungen für die Masse, den Impuls und die Energie ihre Anwendung finden.
2. Schaffung von „Prozessfamilien“, in denen die Elementprozesse zur Anwendung kommen.
3. Formulierung von Materialfunktionalen zur Komplettierung der Bilanzgleichungen.
4. Formulierung prozessrelevanter Bedingungen.
5. Lösungsverfahren der mathematischen Modelle unter Beachtung technologischer Restriktionen.

Am Beispiel der Walzenspaltprozesse Blechwalzen, Kunststoff kalandrieren, Farben dispergieren, Keramikplatten formen, Schokolade chonchieren etc. soll das Grundanliegen der Allgemeinen Prozesstechnik verdeutlicht werden und für weitere derartige Vorhaben erschlossen werden.

3. Neben der Entwicklung von Berechnungs- und Gestaltungsmodulen durch die Allgemeine Prozesstechnik kann auch die Ausbildung von Ingenieuren der Stofftechnik neu durchdacht werden.

Es scheint zweckmäßig zu sein, methodisch

- Prozessingenieure für den Entwurf, Berechnung, Betrieb (Technologie),
- Apparate/Maschineningenieure für die Konstruktion, Bau von Maschinen und Apparaten (Konstrukteur),

- Systemingenieure zur Strukturierung, Modellierung, Optimierung und Steuerung (Kybernetiker),
- Anlageningenieure für die Anlagengestaltung, Vernetzungstechnik

auszubilden, die ihre Vertiefung in den technologischen Spezialgebieten erhalten und die als Basisingenieur-Ausbildung gilt, aber auch eine weitere Vertiefung zu Fachingenieuren zulässt.

4. Die Allgemeine Prozesstechnik bedarf interdisziplinärer Projekte zur Lösung folgender Problemkreise:

- Ingenieurmäßige Dekomposition komplexer technologischer Prozesse, die durch differenzielle, integrale, fraktale Bilanzgleichungen der Erhaltungssätze beschrieben werden können;
- Schaffung von Materialgesetzen und Prüfung prozessrelevanter Randbedingungen;
- Formulierung technologischer, konstruktiver, werkstofftechnischer etc. Restriktionen.

5. Die Allgemeine Prozesstechnik kann bei

- der universitären Ausbildung von Ingenieuren,
- der Erarbeitung von Berechnungsmodulen,
- der Förderung interdisziplinärer Forschungen

ihre Nützlichkeit unter Beweis stellen.

[1] Reher, E. O.; Banse, G.: Zur Herausbildung einer Allgemeinen Prozesstechnik der Stoffumwandlung im Rahmen der Allgemeinen Technologie. In: Banse, G.; Meier, B.; Wolffgramm, H. (Hrsg.): Technikbilder und Technikkonzepte im Wandel - eine technikphilosophische und allgemein-technische Analyse. Karlsruhe 2001 (im Druck)

Systemtechnische Aspekte der modernen Technologie am Beispiel der Stoffwirtschaft

Klaus Hartmann

Die gewaltigen Veränderungen der Komplexität, der Wechsel- und Auswirkungen auf Mensch, Umwelt und Gesellschaft, der Wirkungsketten, der Dynamik und der Methoden zur Gestaltung und Beherrschung von Produktionssystemen zeigen sich auch an solchen „konventionellen“ Technologien wie der Stoffwirtschaft, d.h. der Prozessindustrien.

Gegenstand des Vortrages sind Systeme der Prozessindustrien, Prozesssysteme oder verfahrenstechnische Systeme genannt.

Prozesssysteme sind komplexe Gebilde, in denen Rohstoffe, Zwischenprodukte oder auch Abfallstoffe aus anderen Produktionssystemen bzw. der Konsumtionssphäre unter Nutzung von Energien und speziellen Ausrüstungen, den Apparaten und Maschinen, und der zielgerichteten Anwendung von physikalischen, chemischen, biologischen bzw. auch nuklearen Wirkprinzipien Produkte mit gewünschten Eigenschaften mit hoher Wirtschaftlichkeit, ökologisch verträglich und sicher hergestellt werden. Die dabei herzustellenden Mengen der jeweiligen Stoffe können von Hunderten von Millionen Tonnen, wie z.B. Erdölprodukte oder Baustoffe, bis zu wenigen Kilogrammen z.B. in Form spezieller Wirkstoffe in der pharmazeutischen Industrie reichen. Die Aufwendungen für die Errichtung einer Großanlage können bis zu mehreren Milliarden DM betragen, entsprechend hoch können auch die benötigten Kosten, für die Rohstoffe, Energien und Hilfsstoffe bzw. zur Entsorgung zu beseitigender Abfallstoffe sein.

Neben der Produktion fast „zeitloser“ Grundchemikalien, die in immer vollkommeneren Prozesssystemen hergestellt werden, aber in ihrer Zusammensetzung praktisch über Jahrzehnte unverändert sind, verkürzt sich die „Lebensdauer“ für viele Produkte rapide, es drängen ständig neue Produkte auf den Markt und alte werden aus der Produktion genommen.

Diese neuen Bedingungen, verbunden mit der Globalisierung der Märkte, die auch für traditionelle Produkte hohen Preisdruck erzeugen, ist der Entwurf und der Betrieb optimal strukturierter Prozesssysteme, die flexibel auf Veränderungen der Rohstoffpalette und des Produktsortiments reagieren können und dabei noch höchste Wirtschaftlichkeit und ökologische Nachhaltigkeit garantieren, eine große Herausforderung an alle technologischen Disziplinen, die an einem „Prozesssystem“ gestaltend wirken. Durch den Einsatz von Rechenanlagen für die Auslegung und Projektierung von Prozessen und Apparaten werden nicht nur einzelne Prozesse, sondern seit den achtziger Jahren auch ganze Prozesssysteme und Anlage auf der Grundlage von Prozessmodellen berechnet und gesteuert.

Grundlage für den Entwurf und den Betrieb optimal strukturierter verfahrenstechnischer Systeme ist zunehmend technologisches Systemwissen, welches das optimale Zusammenwirken der Komponenten eines verfahrenstechnischen Systems bestimmt und die gezielte Ausnutzung von technologischen Systemeffekten ermöglicht und zu großen Einsparungen beim Einsatz von Ressourcen (Rohstoffe und Energien), Anlagenkapital und zur Reduzierung der Umweltbelastung führt.

Diese Einsparungspotentiale übersteigen die Effektivitätsreserven, die in einzelnen Prozesseinheiten erzielt werden können, häufig um einige Größenordnungen. Systemeffekte sind z.B. die Integration und Differentiation von Prozesseinheiten, die Prozessintegration (Stoff- und Energieintegration), die stofflich-energetische Kopplung benachbarter verfahrenstechnischer Systeme, die apparativ und prozessführungsbedingte integrierte Kopplung unterschiedlicher Prozesseinheiten mit dem Ziel des prozess-/produktionsintegrierten Umweltschutzes u.a.

Technologische Systemeffekte können auf allen Hierarchieebenen verfahrenstechnischer Systeme genutzt werden, sie wirken einerseits sehr allgemein, andererseits sehr spezifisch, d.h. setzen tiefgreifende Kenntnisse der konkreten Stoffsysteme, Prozesskinetik, der benachbarten Systeme u.a. voraus. Im Vortrag werden beispielhaft Systemeffekte in ihren technologischen Auswirkungen beschrieben, die auf den Prinzipien der günstigsten Triebkraftausnutzung, der günstigsten Rohstoffausnutzung, der günstigsten Energieausnutzung, der günstigsten Ausnutzung der Ausrüstung u.a. beruhen.

Die Gewinnung von „Wissen“ über Systemeffekte, d.h. die Extraktion von „technologischen Systemgesetzen“ erfordert z.T. spezifische Methoden wie z.B. die Theorie unscharfer Mengen (fuzzy sets), heuristische Methoden u.a., die unstrukturierte Informationen aus Experimenten, Betriebserfahrungen, Expertenaussagen u.a. in allgemeinnutzbares Wissen in Form von Modellen, Regeln, Gesetzen u.a. transformieren.

Organ unterstützende Systeme vor neuen Herausforderungen

Günter von Sengbusch

Eine vorübergehende, von wenigen propagierte Separation von Disziplinen hat in der Medizin-Technik nie Platz gegriffen. Medizin-Technik zeichnet sich seit je her durch eine direkte Kooperation zwischen verschiedenen Fachdisziplinen aus und ist nur dort erfolgreich geworden, wo dies auch praktiziert wurde. Eine Technik ohne Medizin ist halt eben keine Medizin-Technik.

Heute verschwimmen zunehmend die Grenzen zwischen den „Man-made“-Technologien und den „Nature-made“-Technologien und damit auch klassische Grenzen des Engineering. Wenn wir heute technische Systeme zur Regeneration von Gewebe und Organen einsetzen (z.B. Tissue Engineering von Haut), so ist das erst ein Anfang der direkten Kopplung von Technologie und Organismus. Eine faszinierende Perspektive für diejenigen, die nicht disziplinär, sondern transdisziplinär denken.

1. Die Medizin-Technik der Zukunft ist ein transdisziplinäres Gebiet, das eine enge Zusammenarbeit von Medizin, Naturwissenschaft, Engineering und Sozioökonomie erfordert.
2. Die Medizin Technik gehört zu den innovativsten Technologien mit einem direkt messbaren Nutzen für den Patienten.
3. Die Biologisierung der Technologie eröffnet der Medizin-Technik neue Wege zur Kopplung von organischen und technologischen Funktionen.

Technologie aus arbeitswissenschaftlicher Sicht

Heinz Bartsch

1. Die Arbeitswissenschaft ist eine noch relativ junge Wissenschaftsdisziplin. Sie sollte von dort an „geschrieben“ sein, wo menschliche Arbeit und der arbeitende Mensch zum bewussten Gegenstand von Forschung und Erkenntnis ihrer Gesetzmäßigkeiten und Wirkungsbedingungen wurden und sich demnach in die Systematik der Wissenschaften mit einem eigenen Gegenstand und eigener Methodik einordnen lassen. Da sich menschliche Arbeit durch einen hohen Grad an Komplexität auszeichnet, muss sie auch *interdisziplinär* hinterfragt und gestaltet werden.

2. Besonders in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts waren Bemühungen deutlich, eine erhöhte Präzision, Effektivität und Produktqualität der Maschinen nicht nur durch die Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse zu erreichen, sondern durch soziologische und psychologische Untersuchungen Erkenntnisse über die Auswirkungen für den in diesen Prozessen eingebundenen Menschen zu gewinnen. Der hier gesetzte Terminus „Psychotechnik“ wurde Ende der zwanziger Jahre in den komplexeren Begriff „Arbeitswissenschaft“ integriert.

3. Produktionsprozesse werden wesentlich durch zwei Seiten gekennzeichnet:

- Durch die *materiell-technische Seite*, die vor allem über die jeweilige Technologie widergespiegelt wird. Dabei wird *Technologie* als die *technische Wissenschaft von den naturwissenschaftlich-technischen Gesetzmäßigkeiten der materiell-technischen Seite des Produktionsprozesses verstanden*.
- Durch die *sozial-ökonomische Seite*, da in der Folge des Arbeitsfortschrittes Menschen auch mit ökonomischen Zielstellungen „zwangsläufig“ miteinander in Beziehung gesetzt werden (soziale Prozesse).

Daraus leitet sich die generelle Erkenntnis ab, dass Produktionsprozesse nur in der *Einheit* ihrer technischen, ökonomischen und sozialen Teilprozesse existent sind.

4. Aus der obigen These ergibt sich für den Projektanten von technologischen Prozessen die fachliche Kompetenz und die soziale Verantwortung dafür, dass er mit der Projektierung technologischer Prozesse aus der Sicht der darin tätigen Menschen in erster Linie zukünftige Tätigkeitsstrukturen und -inhalte festlegt, von denen die jeweiligen Anforderungen an die Qualifikation, die physischen und psychischen Leistungsvoraussetzungen und die Wirkungen auf die Zufriedenheit und Identifikation der Mitarbeiter mit den Arbeitsaufgaben und dem Unternehmen abgeleitet werden. Dabei ist immer die *ganzheitliche Betrachtung* der Wirkungslinie *Mensch-Technik-Organisation* zu berücksichtigen.

5. Warnecke formulierte 1992: „Wenn wir die Zukunft in intelligenten Produktionssystemen sehen, so stellt sich die Frage, wo diese Intelligenz angesiedelt ist. Die Antwort kann nur lauten: im Mitarbeiter, denn der Mensch ist ungeschlagen in seiner Leistungsfähigkeit bei der Verknüpfung von Informationsverarbeitung und zweckmäßiger Reaktion.“ [3] Eine wesentliche Konsequenz aus dieser Erkenntnis muss deshalb sein, in diesem Kontext vor allem Investitionen in Forschung und Nutzung von *menschlicher Intelligenz* und nicht nur von „künstlicher“ Intelligenz vorzunehmen. Vor allem die *Nutzung menschlicher Intelligenz* für die Optimierung von Prozessen ist dann wieder ein Kerngegenstand der Arbeitswissenschaft mit ihren fachlichen Säulen *Ergonomie, Arbeitsorganisation, Arbeits- und Gesundheitsschutz (Sicherheitstechnik/Arbeitssicherheit)* und *Personalmanagement*. Damit deutet sich auch ein Paradigmenwechsel in der Rationalisierung derart an, dass die Nutzung des Potentials qualifizier-

ter Arbeitskräfte auch ökonomisch sinnvoller sein kann als der Einsatz hochkomplexer Automatisierung.

6. Einen besonderen Gegenstand arbeitswissenschaftlicher Betrachtungen stellen schlechthin die Mensch-Technik-Interaktionen, ihre Analyse, Bewertung und Gestaltung dar. Wenn wir diesen Zusammenhang auch nur aus der Sicht der *Sicherheitswissenschaft* sehen würden, dann stellt sich immer wieder generell die Frage nach dem *Risiko*. Das „objektiv“ bestimmte Risiko, ausgedrückt durch die Multiplikation von Schadensumfang und Schadenseintrittswahrscheinlichkeit, wird dahingehend stark kritisiert, dass die Risikowerte zu ungenau und in zu engem Rahmen gültig sind. [2] Dazu kommt, dass bei großen Risikopotentialen der Schadensumfang in der genannten Formel unterbewertet werden kann. Das alles lässt sich aber diskutieren und verbessern. Wichtig ist immer, dass das *Sicherheitsziel* eindeutig ist und zunehmend besser verstanden und praktiziert wird, dass *Sicherheit eben nicht nur eine technische Komponente hat*. Diese Problemstellung gewinnt nicht nur wegen der jüngsten Ereignisse in New York zunehmend an gesellschaftlicher Relevanz und Transparenz. Die *kritische Öffentlichkeit* hat ihre eigenen Bewertungsmaßstäbe zu Risikoeinschätzungen nach solchen Merkmalen wie Schadenspotential für Katastrophenfälle, soziale Verteilung von Nutzen und Lasten von Risiko-Technologien, Kontrollierbarkeit von Risiken, Freiwilligkeit von Risikoübernahmen. [2] *Risiko und Akzeptanz* stehen hierbei in einem engen Zusammenhang und müssen zukünftig stärker beachtet werden.

7. Im Sinne der Wirkungen der *internationalen Globalisierung*, des *technologischen Fortschritts* und der *weiteren wirtschaftlichen Verflechtung der Weltgesellschaft* müssen weitere Einflüsse auf das Verhältnis zur Technik berücksichtigt werden. In diesem Kontext befasst sich *Interkulturalität mit der Weltgesellschaft* und aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht insbesondere damit, wie sie für die industriellen und gesellschaftlichen Lebens- und Arbeitssituationen transparent gemacht werden kann. [1] Unterschiedliche Kulturkreise können dabei durchaus von unterschiedlichen *Menschenbildern* ausgehen und damit auf die Frage nach dem *Verhältnis von Kultur und Technik* unterschiedliche Antworten geben.

Unterschiedliche Anforderungen aus der Sicht verschiedener Kulturkreise müssen sich dabei zumindest auf die *anthropometrische, physiologische, psychologische, informatorische, organisatorische, sicherheitstechnische* und *ästhetische Arbeitsgestaltung* beziehen. Nimmt man allein das Beispiel der anthropometrischen Arbeitsgestaltung, dann wird die Erarbeitung *kulturspezifischer anthropologischer Atlanten*, die als brauchbare Datenbasis angesehen werden müssten und mindestens die Variablen *Physische Akzeleration, Alter, Geschlecht, Ethnische Unterschiede, Soziale Schichten, Körpermassen, Ermüdungsgrad, Kleidung*, berücksichtigen sollten, noch sehr viel Arbeitsaufwand erforderlich machen. Daran wird aber wohl für die Zukunft kein Weg vorbei führen können. Ähnliches trifft für die anderen genannten Gestaltungsfelder zu.

8. Die technologische Entwicklung in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts zeigte eine neue Kategorie technischer Einrichtungen, deren Größe und Komplexität alles übertrifft, was bisher aus der Technikgeschichte bekannt war. Mit der Herstellung und Inbetriebnahme solcher komplexer groß-technischer Systeme nahm auch sprunghaft das Gefahrenpotential zu. Das trifft vor allem für *wenig fehlerverzeihende Bereiche* zu, wo hohe Konzentrationen von Energie oder toxischen Stoffen kontrolliert werden müssen, damit katastrophale Folgen für Umwelt, Bevölkerung und zukünftige Generationen vermieden werden. [4] Typisch dafür stehen die Kerntechnik, die zivile und militärische Luft- und Raumfahrt, Anlagen der chemischen Industrie, Gefahrgütertransport, schienengebundener Schnellverkehr von Gütern und Menschen, die Schifffahrt und die petrochemischen Großanlagen, aber auch die weltweiten Informations- und Kommunikationsnetze, komplexe Nahrungsmittelketten oder medizinische

Dienstleistungen (z.B. HIV-verseuchte Blutkonserven). Eine wesentliche Methode, hierauf Einfluss nehmen zu können, besteht darin, die *Fehlhandlungswahrscheinlichkeit (Fehler) des Menschen* zu minimieren. Wilpert [4] kann zugestimmt werden, wenn er vom „*Menschenrecht auf Fehler*“ schreibt. Im Unterschied zur Maschine ist eben nur der Mensch fähig, Fehler bewusst zu erkennen, daraus zu lernen und unterschiedliche Lösungsstrategien zu entwickeln. Technische und menschliche Fehler können aber die *Zuverlässigkeit eines Systems* entscheidend beeinflussen. Die Arbeitswissenschaft befasst sich in diesem Kontext entsprechend ihrem Gegenstand deshalb vor allem auch mit der „*Menschlichen Zuverlässigkeit*“ in *Arbeitsystemen*. In Cottbus definieren wir diesen Begriff wie folgt: „*Die Befähigung des Menschen im Arbeitssystem, eine geeignete Qualifikation und entsprechende physische und psychische Leistungsvoraussetzungen in einen bestimmten Arbeitsprozeß einzubringen und wirksam werden zu lassen. Damit soll dazu beigetragen werden, dass eine vorgegebene Aufgabenstellung unter spezifischen Bedingungen und in einem vorgegebenen Zeitraum ausgeführt werden kann, wobei technische, wirtschaftliche, humanitäre und ökologische Kriterien sowie ein Fehler-Akzeptanz-Bereich beachtet werden.*“ [1]

- [1] Bartsch, H.: Berücksichtigung interkultureller Aspekte für die Sicherheitsrelevanz von Produktionsanlagen. In: World Congress Safety of Modern Technical Systems, Saarbrücken 2001. Köln 2001, S. 455-459
- [2] Kuhlmann, A.: Wird die Sicherheitswissenschaft den Ansprüchen moderner Techniksysteme gerecht ? In: World Congress Safety of Modern Technical Systems, Saarbrücken 2001. Köln 2001, S. 9-17
- [3] Warnecke, H.-J.: Die Fraktale Fabrik. Berlin, Heidelberg u.a. 1992
- [4] Wilpert, B.: Der Mensch im Kontext technischer Systeme. In: World Congress of Safety Modern Technical Systems, Saarbrücken 2001. Köln 2001, S. 29-43

Informations- und Kommunikationstechnologien - Organisation und Management des Wissens

Klaus Fuchs-Kittowski

Kaum ein Begriff zur Kennzeichnung der Besonderheit unserer gegenwärtigen gesellschaftlichen Entwicklung im digitalen Kapitalismus hat sich so allgemein durchgesetzt wie der der Informations-/Wissengesellschaft. Dieser Begriff verdeutlicht verschiedene Phänomene gesellschaftlicher und technologischer Wandlungsprozesse. Sie treffen im Kern die Wettbewerbsbedingungen von Unternehmen. Information und Wissen werden zu einer zentralen Ressource. Engpässe im Arbeitsmarkt, der Zuwachs an wissensintensiven Dienstleistungen u.a. weisen darauf hin. Aber insbesondere auch die rasante Entwicklung der globalen digitalen Netze - des Internet - verweist mit Nachdruck auf die Bedeutung der Organisation und des Managements des Produktionsfaktors Wissen. Weniger einig ist man sich offensichtlich hinsichtlich der weitreichenden und ambivalenten Konsequenzen aus dieser Entwicklung.

Es soll der Frage nachgegangen werden, warum ein professionelles Wissensmanagement und dessen methodologische und technische Unterstützung durch moderne Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) für die Unternehmen unerlässlich wird. Es soll gezeigt werden, wie Strategien des Wissensmanagements z.B. durch Nutzung der Dokumentenrecherchesysteme digitaler Netze, durch intelligenten Zugriff auf Organizational Memories oder die Integration verschiedener Typen von Arbeits-/Geschäftsprozessen mit dem Wissensmanagement mittels moderner IKT unterstützt werden können. Hierbei kommt es zu fruchtbaren Wechselbeziehungen zwischen Informationstechnologiemanagement und Wissensmanagement.

Man beginnt zu begreifen, dass sich das Wissen herkömmlichen Formen des Managements und des Einsatzes von IKT entzieht. Der Einsatz moderner IKT zur Unterstützung wissensintensiver Arbeitsprozessen muss sich auf dem schmalen Pfad zwischen Steuerung und Selbstorganisation bewegen.

Ein besonders wichtiges Einsatzgebiet für moderne IKT ist die Unterstützung der Wissens-Ko-Produktion u.a. durch Telekooperationssysteme. Anhand des Wissens-Ko-Produktions-Zyklus [2] kann gezeigt werden, dass es (auf der Grundlage einer genaueren Differenzierung zwischen Daten, Information und Wissen) bei der Mensch-Computer-Mensch-Interaktion darauf ankommt, eine sinnvolle Kombination von maschineller (syntaktischer) und menschlicher (semantischer) Informationsverarbeitung zu erreichen.

Informationsrecherchen im Internet kann auf der Grundlage spezifischer Datenbanken (z.B. dem medizinischen Literatursuchsystem PubMed), wie das Beispiel der Entdeckung der Cyklooxygenase-2 zeigt, sehr erfolgreich sein.

Bei der allgemeinen Nutzung des Internet ist jedoch die Zielgruppenproblematik aufgrund unterschiedlicher „Sprachspiele“ im Sinne von L. v. Wittgenstein nicht zu unterschätzen. Die Bedeutung der Worte, die einmal der Autor, zum anderen vom Indizierer und dann wiederum vom Suchenden bzw. vom Datenbanknutzer verwendet werden, unterscheiden sich. Dies weist auf die Notwendigkeit semantischer Rückkopplungen, wie sie in einem erweiterten bzw. vervielfachten Wissenstransferzyklus möglich werden [3], hin. Hierbei wird deutlich, dass der Informationsverarbeitungsansatz, wie er in der Informatik weithin vertreten wird, der Entstehung von Bedeutungen nicht genügend Rechnung tragen kann, da er Information immer schon als gegeben voraussetzt. Erst mit der Theorie der Selbstorganisation, verbunden mit dem Konzept der Informationsentstehung bzw. Bildung von Bedeutungen, findet dieser Gesichtspunkt entsprechende Beachtung.

Die Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Dokumentenrecherche im Internet führt zu der Erkenntnis, dass die für die Organisation des Wissens relevanten Bedeutungen der Begriffe oftmals nicht eindeutig geben sind, sondern in einem sozialen Prozess der Selbstorganisation entstehen. Dies wird dazu zwingen, dass der Mensch in den Such- und Bewertungsprozess einbezogen bleibt und entsprechende Methoden und Techniken seiner Einbeziehung zur Gewährleistung der erforderlichen semantische Rückkopplungen entwickelt werden müssen.

Mit den Bemühungen um die Entwicklung allgemeiner theoretischer und methodologischer Grundlagen und Leitlinien zur Entwicklung und Anwendung moderner Technologien, wie der modernen Biotechnologien und der IKT, stellt sich die Frage von Johann Beckmann, ob es „Gemeinsamkeiten aller Gewerke gebe“, die zur Herausbildung einer allgemeinen Technologie führen, mit besonderer Schärfe. Damit stellt sich zugleich die Frage, ob es überhaupt so etwas wie eine Führungslehre gibt, die durch ethische Orientierungen den Gestaltungsprozess begleiten kann. In der Tat entwickeln sich eine Allgemeinen Technologie [1] und ein Technologiemanagement, das im allgemeinsten Sinne auch als eine „Führungslehre für alle, die eine Verantwortung für die Entwicklung und Anwendung von Technik tragen“ [5, S. V], verstanden werden kann. Dies hat für die Entwicklung und den Einsatz der modernen IKT besondere Bedeutung.

Es gibt einen umfassenden Begriff der Technik, der sie praktisch mit zweckorientiertem Handeln überhaupt identifiziert. Eine allein positive Technikbestimmung ist heute sicher zu hinterfragen. Es ist auf jeden Fall wichtig, die Ambivalenz ihrer Wirkungen zu sehen. Sie ergibt sich schon aus der Möglichkeit ihrer Zweckentfremdung. Schon bei den frühen Technikentwicklungen wird man feststellen können, dass hier nicht nur Mittel für einen gegebene Zweck bereitgestellt wurden, sondern mit ihnen zugleich neue Ziele erschlossen werden. Diese Entwicklung gipfelt nun in der Universaltechnik der Informatik. Die Softwaretechnik erlaubt wie kaum eine andere Technik die Anpassung an neue Zwecke für neue Anwendungen.

IKT, die ihnen zugrundeliegende Hard- und Software hat als allgemeine Rationalisierungs- und Kontrolltechnik, als allgemeine Erkenntnis- und Kommunikationstechnik keinen unmittelbar konkreten Zweck vorgegeben. Sie erhält ihren Zweck aus der bloßen Effizienzsteigerung eines beliebigen anderen Zwecks. Dies konfrontiert den Informatiker in besonderem Maße mit der Frage nach dem fachlich, sozial und ethisch verantwortbaren Einsatz der modernen IKT. In der Verantwortung stehen aber auch die Gesellschaft, der Nutzer bzw. die Nutzergemeinschaften, die das beliebig angebotene technisierte Wissen bewusst bewerten und auswählen müssen.

Der Buchdruck hatte unmittelbare Auswirkungen auf die gesellschaftliche Entwicklung. Er hat zur Aufklärung beigetragen und damit die Neuzeit eingeleitet [4]. Die Verfügbarkeit an entsprechender Literatur für viele war offensichtlich eine entscheidende Triebkraft. Ob aber der globale Informationszuwachs vermittels des Internet eine ähnliche Rolle spielen kann - eine neue Aufklärung einleitet -, wird vor allem davon abhängig sein, ob es wirklich gelingt, eine qualitative, nach humanistischen und demokratischen Werten erfolgende Bewertung der Information durchzusetzen und speziell hinsichtlich der wissenschaftlichen Information die Spaltung der Welt in „information rich“ and „information poor“ zu überwinden. Nur so kann der Weg für eine neue Aufklärung, die nun auch global erfolgen muss, vom Internet mit bereitet werden.

[1] Banse, G. (Hrsg.) Allgemeine Technologie zwischen Aufklärung und Metatheorie. Johann Beckman und die Folgen. Berlin 1997

- [2] Fuchs-Kittowski, F.: Kooperative Wissenserzeugung und -nutzung in wissensintensiven Geschäftsprozessen. In: Schnurr, H-P.; Staab, St.; Studer, R.; Stumme, G.; Sure, Y. (Hrsg.): Professionelles Wissensmanagement. Erfahrungen und Visionen. Aachen 2001
- [3] Fuchs-Kittowski, K.: Wissens-Ko-Produktion: Verarbeitung, Verteilung und Entstehung von Informationen in kreativ-lernenden Organisationen. In: Floyd, Chr.; Hofkirchner, W.; Fuchs, Chr. (Hrsg.): Stufen zur Informationsgesellschaft. Festschrift zum 65. Geburtstag von Klaus Fuchs-Kittowski. Frankfurt a.M.; Berlin; Paris; Wien 2001 (in Druck)
- [4] Kolditz, L.: Informationsverarbeitung in der Wissenschaft - Buchdruck und Internet. In: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Band 33, Jahrgang 1999, Heft 6
- [5] Spur, G.: Technologie und Management. Zum Selbstverständnis der Technikwissenschaft. München, Wien 1998

Allgemeine Technologie und Biotechnologien

Rolf Löther

1. Nach verbreitetem Verständnis ist die Biotechnologie eine natur- und technikwissenschaftlich fundierte anwendungsorientierte Wissenschaft, die sich mit der Nutzung der Biosyntheseleistungen lebender Zellen (Mikroorganismen, tierliche und pflanzliche Zellen) oder daraus gewonnener Enzyme (Biokatalysatoren) zur Gewinnung oder Umwandlung von Stoffen im Rahmen industrieller Produktionsverfahren oder zum Abbau oder zur Umwandlung von Schadstoffen im Rahmen des Umweltschutzes (Umwelt-Biotechnologie) befasst. Besonders betont wird die Verbindung der Biotechnologie mit Technischer Chemie und Verfahrenstechnik.
2. Tatsächlich ist so verstandene Biotechnologie ein Teilgebiet eines umfassenderen Gebietes, von Biotechnologie im weiteren Sinne oder Biologischer Technologie. Zu ihr gehört auch die landwirtschaftliche Tier- und Pflanzenproduktion. Im Blick auf diese wurde auch der Begriff Biotechnologie eingeführt. Das Gemeinsame und Spezifische ist die Stoffproduktion vermittels biotischer Systeme. Im weitesten Sinne ist Biotechnik „die planmäßige Indienststellung anderer Lebewesen“ (H. J. Bogen). Zur Biologie steht die Biologische Technologie im gleichen Verhältnis wie die Physikalische Technologie zur Physik und die Chemische Technologie zur Chemie; sie ist nicht auf angewandte Biologie reduzierbar.
3. Versteht man unter Technik die Gesamtheit der von Menschen geschaffenen materiellen Mittel zur Realisierung menschlicher Zwecke und unter speziellen Technologien und Allgemeiner Technologie technikwissenschaftliche Disziplinen, gehört die Biotechnik zur Technik und zum Gegenstandsbereich spezieller Technologien und Allgemeiner Technologie. Biotechnik im engeren und im weiteren Sinne sollte nicht mit Gentechnik und Biomedizintechnik verwechselt werden, um die es heute gewöhnlich geht, wenn über „Gen- und Biotechnologien“ gestritten wird.
4. Die im biologisch-technischen Prozess eingesetzten Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen stammen zwar von wildlebenden Vorfahren ab, sind aber ihrer heutigen Beschaffenheit nach Ergebnisse menschlicher Arbeit. Züchtung ist vom Menschen gesteuerte und kontrollierte Evolution, die vor rund 10 000 Jahren begonnen hat. Biologisch-technische Prozesse sind von biotischen und abiotischen Faktoren, speziell anthropogenen Faktoren bestimmt, wobei ihre Spezifik durch biotische Gesetze determiniert ist. Biologische Technologie ist unverzichtbar für eine Landwirtschaft und biotechnische Industrie, die zum Überleben und Vorankommen der Menschheit beitragen. Das Postulieren einer Alternative zwischen „natürlich“ und „unnatürlich“ bzw. „künstlich“ in der Landwirtschaft ist irreführend, denn Landwirtschaft ist so wenig Natur wie Handwerk und Industrie, sondern Kultur.

Technologie und Chemieingenieurwesen

Klaus Krug

Der Beitrag beschreibt die historische Entwicklung des Chemieingenieurwesens zu einem technologisch orientierten Gebiet der Technikwissenschaften.

Ausgangspunkte sind die spätmittelalterlichen Quellen:

- die naturwissenschaftlich-methodische,
- die gegenständlich-technologische und die
- maschinenbaulich-konstruktionsorientierte Quelle.

Der gewaltige Wissenszuwachs auf naturwissenschaftlichen Gebieten einerseits und die industrielle Entwicklung im Gefolge der Industriellen Revolution andererseits markieren die internen und externen Hauptursachen für die Differenzierung in die

- spezielle Technologie und die
- allgemeine Technologie.

Für stoffwandelnde Vorgänge folgte daraus das stofforientierte Konzept der *Chemischen Technologie* im „Gange der speziellen Technologie“, bevor sich um die Jahrhundertwende zum 20. Jahrhundert das *Konzept der Grundoperationen* zu formieren begann. Es kann als das *erste Paradigma* des Chemieingenieurwesens angesehen werden und ist eng mit der Entwicklung der Physikalischen Chemie verbunden. Diese Integration ist in den USA um die Jahrhundertwende mit dem eigenständigen „chemical engineering“ gelungen und in Deutschland in den 1930er Jahren gescheitert.

Nach dem 2. Weltkrieg entstand auf der Grundlage der kybernetischen Denkweise und mit den Möglichkeiten der Informationstechnik die am Gesamtverfahren orientierte „*Systemverfahrenstechnik*“, die man als *zweites Paradigma* des Chemieingenieurwesens bezeichnen kann.

R. Landau spricht in einem 1997 erschienenen Beitrag von der Notwendigkeit eines *dritten Paradigmas* des Chemieingenieurwesens.

Technologie und Ingenieurausbildung

Wolfgang Fratzscher

1. Technologie im Maschinenbau

- Der klassische Maschinenbau ist auf die Konstruktion orientiert. Die Technologie spielte nur eine kleine und sehr gering geachtete Rolle.

2. Systemtechnik und allgemeine Technologie

- Systemtechnik und numerische Rechentchnik ermöglichen, komplexe Gesamtheiten quantitativ zu beschreiben. Damit kann die Technologie die qualitativ-beschreibende Darstellung ergänzen und erweitern. So lassen sich Strukturen einer allgemeinen Technologie formulieren.
- Grundprinzip ist die hierarchische Modellierung, die neben der Elementbeschreibung die der Struktur erfordert. Auf bestimmten Niveauebenen hat diese eine selbständige technische Bedeutung als Schaltung oder Netze u.ä.
- Da Technik immer empirische Elemente enthält, sollten Bezeichnungen wie Systemverfahrenstechnik, Systemverarbeitungstechnik u.ä. gegenüber rein methodischen Orientierungen bevorzugt werden.
- Für die Ausbildung lassen sich neue Strukturen innerhalb der jeweiligen technischen Bereiche und Integrationsansätze zu anderen Disziplinen ableiten.

3. Prozesstechnik – Orientierung am Arbeitsgegenstand

- Die primäre Orientierung am in der Maschine oder dem Apparat ablaufenden Prozess führt in vielen Fragestellungen zu technologischen Überlegungen, da die jeweiligen Elemente als offene Systeme angesehen werden müssen.
- Diese Betrachtungsweise kann zu einer unterschiedlichen Gewichtung der Naturwissenschaften insgesamt und zu den einzelnen naturwissenschaftlichen Disziplinen für die Ingenieurausbildung führen.
- Bei der Ausbildung ist zu berücksichtigen, dass der technische Gegenstand immer durch eine bestimmte Komplexität gekennzeichnet ist. Das erfordert neben der hierarchischen auch Kenntnisse über phänomenologische oder effektive Methoden der Beschreibung.

4. Ausbildungsprojekt Technologie

- Ein Nachteil technischer Studiengänge besteht darin, dass die Studenten erst in höheren Semestern mit technischen Objekten in Gänze konfrontiert werden. Damit geht Motivation verloren.
- Wie technikhistorische Untersuchungen zeigen, sind technische Aufgabenstellungen auf der Grundlage empirischer Kennzahlen in ausreichender Breite lösbar, wenn technologische Betrachtungen zugrundegelegt werden. Damit kann am Studienanfang begonnen werden.
- Das so formulierte technologische Projekt kann den Studenten das gesamte Studium begleiten, indem mit zunehmendem Erkenntnisgewinn vertiefende Modellierungen durch- und Erweiterungen angefügt werden.

Vortragende

Gerhard Banse

Jahrgang 1946

Professor Dr. sc. phil.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Forschungszentrum Karlsruhe GmbH Technik und Umwelt, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse

1965-1969 Studium der Chemie, Biologie und Pädagogik an der Pädagogischen Hochschule Potsdam; 1971-1974 Doktorand an der Sektion Philosophie der Humboldt-Universität zu Berlin; 1974-1999 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Philosophie der Akademie der Wissenschaften der DDR, am Lehrstuhl Technikphilosophie der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus und am Institut für Philosophie der Universität Potsdam; 1974 Promotion an der Humboldt-Universität zu Berlin; 1981 Promotion B (Habilitation) an der Akademie der Wissenschaften der DDR; Lehre u.a. an der Humboldt-Universität zu Berlin, der TH Wismar, der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus und der Universität Potsdam; Hauptarbeitsgebiete: Technikphilosophie (Wissenschaftstheorie der Technikwissenschaften, interdisziplinäre Risikoforschung), Allgemeine Technikwissenschaft (Allgemeine Technologie, Technikgeneseforschung) und Technikfolgenabschätzung (vor allem im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologien sowie Informationstechnische Sicherheit); Honorarprofessor für Allgemeine Technikwissenschaft an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus; Gastprofessor der Humanwissenschaftlichen Fakultät der Mathias Belius-Universität Banská Bystrica (Slowakische Republik); Mitglied der VDI-Bereichsvertretung „Technik und Bildung“ und des VDI-Ausschusses „Technikbewertung“; Präsident des Bundesverbandes Neue Urania e.V., Gesellschaft für Bildung, Wissenschaft und Kultur; Mitglied der Leibniz-Sozietät

Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse; PF 3640, 76021 Karlsruhe; banse@itas.fzk.de

Heinz Bartsch

Jahrgang 1939

Univ.-Professor Dr. rer. oec. habil. et Dr.-Ing. et Dr. h.c.

Inhaber des Lehrstuhls Arbeitswissenschaft der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus

1954-1957 Lehre als Profilwalzwerker; 1959-1964 Studium in der Fachrichtung Walzwerk- und Hüttentechnik; 1964 Dipl.-Ing. (FH); 1965-1967 Pädagogisches Staatsexamen; 1967-1973 Studium in der Fachrichtung Technologie der metallverarbeitenden Industrie, Betriebsgestaltung, Vertiefung Arbeitsgestaltung, an der TU „Otto von Guericke“ Magdeburg; 1973 Dipl.-Ing. (Univ.); 1974 Wissenschaftlicher Oberassistent an der Universität Rostock; 1979 Promotion zum Dr.-Ing. (Technologie des Maschinenbaus); 1980 Facultas docendi für Arbeitsingenieurwesen an der Universität Rostock; 1980/81 zehnmonatiger Aufenthalt an den TU in Prag, Bratislava und Brno; 1983 Habilitation zum Dr. rer. oec. habil. (Arbeitsökonomie); 1987 ordentlicher Dozent für Arbeitswissenschaft an der Universität Rostock; 1992 Überleitung zum HRG-Professor; 1993 Vertretungsprofessur für Arbeitsorganisation an der TU Cottbus; seit 1994 Inhaber des Lehrstuhls Arbeitswissenschaft (C 4-Professur) an der BTU Cottbus; 1998 Verleihung der Ehrendoktorwürde „doctor honoris causa“ (Dr. h.c.) durch

den Wissenschaftsrat der Slowakischen Technischen Universität Bratislava; Beirats-Vorsitzender im Ministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Frauen des Landes Brandenburg.

Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Lehrstuhl Arbeitswissenschaft; Karl-Liebknecht-Strasse 102; 03046 Cottbus; bartsch@tu-cottbus.de, <http://www.awi.tu-cottbus.de>

Wolfgang Fratzscher

Jahrgang 1932

Professor Dr. sc. techn.

1951-1956 Studium in der Fachrichtung Verfahrenstechnik an der TH Dresden; 1959 Promotion und 1964 Habilitation an der TH Dresden; 1961-1964 Abteilungsleiter im VEB Atomkraftwerk Rheinsberg; seit 1964 Hochschullehrer an der TH Leuna Merseburg bzw. der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg; 1966 ord. Professor an der TH Leuna-Merseburg; 1966-1989 Leiter des Wissenschaftsbereichs Technische Thermodynamik/Energiewirtschaft der TH Leuna-Merseburg; seit 1992 Leiter des Instituts für Thermodynamik, Energietechnik und Strömungstechnik des Fachbereichs Verfahrenstechnik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg; 1993 Wahl zum Mitglied der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften

wolfgang.fratzscher@t-online.de

Klaus Fuchs-Kittowski

Jahrgang 1934

Professor Dr. sc. phil.

Professor für Informationsverarbeitung; war Leiter des Bereichs Systemgestaltung und automatisierte Informationsverarbeitung der Sektion Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsorganisation der Humboldt-Universität zu Berlin; Mitarbeit an Projekten des Internationalen Instituts für Angewandte Systemanalyse in Laxenburg (IIASA), war Gastprofessor am Fachbereich Informatik der Universität Hamburg und am Institut für Wirtschaftsinformatik - Information Engineering - der Johannes Kepler-Universität Linz sowie Assoziiertes Mitglied der Johns Hopkins University, Baltimore, USA; ist Lehrbeauftragter am Fachbereich Wirtschaftsinformatik der Fachhochschule Technik und Wirtschaft Berlin. und Mitglied des TC9 der Internationalen Föderation für Informationsverarbeitung (IFIP) „Wechselbeziehungen zwischen Computer und Gesellschaft“; Mitglied der Leibniz-Sozietät; Auszeichnung mit dem Rudolf Virchow Preis der Medizin sowie mit dem Silver Core der IFIP

fuchs@cs.tu-berlin.de

Klaus Hartmann

Jahrgang 1939

Professor Dr.-Ing. habil. Prof. E.h. Dr. h.c.

nach dem Studium der Verfahrenstechnik und Chemischen Technologie an der Technologischen Hochschule in St. Petersburg (Leningrad) von 1957 bis 1962 und anschließendem Doktorat an der gleichen Hochschule achtjährige leitende Tätigkeit auf dem Gebiet der rechnergestützten Prozesssteuerung und -optimierung im Petrolchemischen Kombinat Schwedt; 1972 ord. Professor für Verfahrenstechnik an der Technischen Hochschule Leuna-Merseburg, Forschungsschwerpunkte auf dem Gebiet der Systemverfahrenstechnik, der Modellierung und Optimierung verfahrens- und verarbeitungstechnischer Prozesse und Systeme, Reaktionstechnik, Fuzzy-Methoden; Dekan der Fakultät für Technische Wissenschaften und Mathematik; 1986 Wechsel an das Institut für Chemische Technologie der AdW nach Berlin-Adlershof als Leiter des Bereiches für Prozess- und Systemanalyse, Forschungsschwerpunkte rechnergestützte Beratungssysteme für die optimale Kohlenstoffträgerernutzung in der Stoff- und Energiewirtschaft, CO₂- Minderungsstrategien, Technologie-Folgeabschätzungen, Fuzzy-Methoden; seit 1992 an der TU Berlin, Institut für Prozess- und Anlagentechnik; 1993-1997 Lehrstuhlvertretung Prozesssystemtechnik an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus, Forschungstätigkeit auf dem Gebiet der Prozesssynthese und -optimierung, Fuzzy-Methoden, rechnergestützte Beratungssysteme; seit 1998 geschäftsführender Gesellschafter der Gesellschaft für Informations- und Prozesstechnik mbH, Entwicklung innovativer Stofftrennprozesse und hochintensiver Ausrüstungen für die Stofftrennung, rechnergestützte Entscheidungssysteme für große stoffwirtschaftliche Systeme, Werkzeuge für Fuzzy-Logik (Neuro-Fuzzy) in Wissenschaft und Technik; umfangreiche Gastlehrertätigkeit im In- und Ausland; Mitglied mehrerer in- und ausländischer wissenschaftlicher Gesellschaften und Akademien, u.a. der Leibniz-Sozietät; Inhaber zahlreicher Patente; Autor und Herausgeber von mehr als 30 Fachbüchern und Autor von 200 wissenschaftlichen Veröffentlichungen; zahlreiche in- und ausländische Auszeichnungen; Innovationspreis 2000 von Berlin-Brandenburg

GESIP und Technische Universität Berlin, Institut für Prozess- und Anlagentechnik; Straße des 17. Juni 135, 10623 Berlin; khartmann@gesip.de

Herbert Hörz

Jahrgang 1933

Professor Dr. phil. habil. Dr. h.c.

Wissenschaftsphilosoph und -historiker

1952-1956 Studium der Philosophie und Physik in Jena und Berlin; Promotion (1960) und Habilitation (1962) an der Humboldt-Universität zu Berlin (HUB); Professor mit Lehrauftrag für philosophische Probleme der Naturwissenschaften (1965) am Philosophischen Institut der HUB; 1968 ord. Professor; 1966 Prodekan und 1967/1968 Dekan der Philosophischen Fakultät der HUB; 1968-1972 Direktor der Sektion Philosophie an der HUB; 1972 Gastprofessur in Moskau; 1972-1989 Bereichsleiter für Wissenschaftsphilosophie am ZI für Philosophie der AdW der DDR; 1989-1992 Vizepräsident für Plenum und Klassen der AdW der DDR; 1992-1995 wissenschaftlicher Mitarbeiter der KAI, später Berlin-Brandenburgische Akademie der

Wissenschaften (Helmholtz-Editionen); 1995 Gastprofessur an der Universität Graz; 1973 korr. und 1977 ord. Mitglied der AdW der DDR (jetzt Leibniz-Sozietät); 1982 korr. Mitglied der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR; 1972 Nationalpreis der DDR; 1989 Dr. h.c. (PH Erfurt-Mühlhausen), 1990 Friedrich-Engels-Preis der AdW der DDR; Mitglied der European Academy of Science, Arts and Humanities in Paris, seit 1998 Präsident der Leibniz-Sozietät

ausgewählte Buchpublikationen: Dialektischer Determinismus in Natur und Gesellschaft (1962); Atome, Kausalität, Quantensprünge (1964); Werner Heisenberg und die Philosophie (1966); Physik und Weltanschauung (1968); Materiestruktur (1970); Marxistische Philosophie und Naturwissenschaften (1974); Zufall (1980); Was kann Philosophie? (1986); Wissenschaft als Prozess (1988); Philosophie der Zeit (1989); Selbstorganisation sozialer Systeme (1993); Helmholtz-Editionen: Physiologie und Kultur (1994); Brückenschlag zwischen zwei Kulturen (1997); Naturphilosophie als Heuristik? (2000)

Hirtschulzstraße 13, 12621 Berlin; herbert.hoerz@t-online.de

Klaus Krug

Jahrgang 1941

Professor Dr. rer. nat et Dr. sc. phil.

Direktor der Bibliothek der Fachhochschule Merseburg

1960-1965 Chemiestudium an der Technischen Hochschule „Carl Schorlemmer“ Leuna-Merseburg (THLM); 1965 Dipl.-Chem.; 1965-1969 Assistent am Institut für physikalische Chemie der THLM (Prof. Bittrich); 1969 Promotion zum Dr. rer. nat. an der THLM (Mischphasenthermodynamik); 1969-1973 Wissenschaftlicher Sekretär; 1973-1979 Oberassistent im Wissenschaftsbereich Technische Thermodynamik/Energiewirtschaft der THLM (Prof. Fratzscher); Sekretär der Hauptforschungseinrichtung Verfahrenstechnik; 1979-1983 Habilitations-Aspirantur an der TU Dresden (Prof. Sonnemann); seit 1983 Direktor der Bibliothek der THLM (ab 1993 der Fachhochschule Merseburg); 1984 Promotion B (Habilitation) zum Dr. sc. phil. an der Technischen Universität Dresden (Geschichte des Chemieingenieurwesens); bis 1993 Lehre und Forschung im Bereich der Wissenschafts- und Technikgeschichte; seit 1993 Gründungsvorsitzender des Fördervereins „Sachzeugen der chemischen Industrie e.V.“; seit 2001 Mitglied der Leibniz-Sozietät zu Berlin

FH Merseburg, Bibliothek; Geusaer Straße, 06217 Merseburg; klaus.krug@bib.fh-merseburg.de

Rolf Löther

Jahrgang 1933

Professor Dr. sc. phil.

Spezialgebiet: Philosophie und Geschichte der Biologie und Medizin

1953-1958 Studium der Philosophie und Biologie an der Karl-Marx-Universität Leipzig; 1971-1981 ord. Professor für Philosophie an der Akademie für Ärztliche Fortbildung der DDR in Berlin; 1981-1991 Forschungsgruppenleiter für philosophische Fragen der Biologie und wiss. Mitarbeiter am Zentralinstitut für Philosophie der Akademie der Wissenschaften der DDR; seit 1992 Altersübergangsgeld-Bezieher vom Arbeitsamt; seit 1995 Rentner und Privatgelehrter; Mitglied der Leibniz-Sozietät

ausgewählte Publikationen: Die Beherrschung der Mannigfaltigkeit. Philosophische Grundlagen der Taxonomie (1972); Das Werden des Lebendigen. Wie die Evolution erkannt wird (1983); Wegbereiter der Genetik: Gregor Johann Mendel und August Weismann (1989); Der unvollkommene Mensch. Philosophische Anthropologie und biologische Evolutionstheorie (1992); Mitherausgeber und Mitautor u. a. von: Philosophie und Naturwissenschaften. Wörterbuch (3. Aufl. 1991, Nachdruck 1997); Geschichte der Biologie (3. Aufl. 1998, Sonderausgabe 2000)

Schmollerplatz 17, 12435 Berlin

Ernst-Otto Reher

Jahrgang 1936

Professor Dr. sc. techn. Prof. h.c. Dr. h.c.

1956-1961 Studium der Verfahrenstechnik an der Technologischen Hochschule (TU) in Leningrad; 1961 Dipl.-Ing.; 1961-1962 Forschungs- und Entwicklungsingenieur der Farben- und Lackindustrie Berlin; 1962-1965 Wissenschaftliche Aspirantur an der Technologischen Hochschule (TU) in Leningrad bei Prof. P. G. Romankow; 1965 Dr.-Ing.; 1965-1969 Wissenschaftlicher Oberassistent an der TH Merseburg; 1969-1971 Dozent für Angewandte Rheologie; 1971 Promotion B (Habilitation) an der Technologischen Hochschule (TU) in Leningrad zum Dr. sc. techn.; 1972-1993 ord. Professor für Allgemeine Verfahrenstechnik an der TH Merseburg; 1993-1999 Verantwortlicher für Forschung, Entwicklung und Anwendungstechnik in der Firma Göttfert-Werkstoffprüfmaschinen GmbH Buchen (Odenwald); zur Zeit Berater der Firma Göttfert-Werkstoffprüfmaschinen GmbH und Gastdozent im Rahmen der Herder-Stiftung an der Technologischen Hochschule in St. Petersburg; Mitglied der Internationalen Wissenschaftsakademie der Hochschulen und Universitäten in Moskau, Mitglied der Leibniz-Sozietät

Am Bruchsee 7, 06122 Halle

Günter von Sengbusch

Jahrgang 1940

Professor Dr. rer. nat.

Wissenschaftlicher Leiter und Geschäftsführer des GKSS Forschungszentrums in Geesthacht und Teltow (Mitglied der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren)

1960-1966 Studium der Experimentalphysik an der Universität Zürich/Schweiz mit Schwerpunkten Kernmagnetische Resonanz und experimentellen Arbeiten an einem Protonenbeschleuniger. Diplom mit einem kernphysikalischen Thema; 1967-1970 Promotion am Institut für Zoologie der Technischen Hochschule Aachen zur Umwandlung von Licht in elektrische Signale in den Rezeptoren der Netzhaut; 1971 „Postdoc“ am „Institut für Künstliche Organe“ unter der Leitung von Prof. Dr. Hoeltzenbein, einem der Pioniere der künstlichen Niere; 1972-1978 Wissenschaftlicher Mitarbeiter und später stellvertretender Leiter der Abteilung Biologie am Battelle Institut in Frankfurt a.M., die wissenschaftliche Tätigkeit lag auf den Gebieten Automatisierte Analyse von Zellen, insbesondere im Rahmen der Vorsorge des Cervikalkrebses, mit Hilfe der Bildanalyse und der Durchflusszytofluorometrie sowie Arbeiten im Zusammenhang mit der Entwicklung von künstlichen Nieren; 1979-1989 General Manager des Geschäftsbereiches „Membrana“ der Akzo Faser AG, dem damals weltweit bedeutendsten Lieferanten von Membranen für künstliche Nieren und Oxygenatoren; 1989-1992 Mitglied des Vorstandes der Akzo Faser AG (heute Acordis AG), zuständig für Forschung und Technologie und die Geschäftsbereiche „Membrana“ (Medizin-Technik), „Advanced Materials“ (Kohlenstofffaser) und „New Business“ (Neue Produkte); seit 1989 Gründungsmitglied der „International Faculty for Artificial Organs (INFA)“, ein Zusammenschluss von inzwischen 11 Universitäten und wissenschaftlichen Einrichtungen aus aller Welt - von Japan, Europa, Asien und USA - mit dem Ziel der internationalen Fortbildung im Bereich Organersatz; seit 1990 Chairman des INFA-Senates; seit 1992 Wissenschaftlicher Leiter und Geschäftsführer des GKSS Forschungszentrums in Geesthacht und Teltow (GKSS ist derzeit in den folgenden Forschungsbereichen aktiv: Biomaterialien, Umweltforschung, Intermetallische Legierungen, Membran- und Umwelttechnologie; GKSS betreibt einen Forschungsreaktor mit Neutronenstreuungseinrichtungen für die Material- und Strukturforschung, der auch der interessierten „Community“ zur Verfügung steht); Visiting Professor Glasgow und Krems; Mitglied mehrerer nationaler und internationaler Gesellschaften, u.a. der Leibniz-Sozietät; Ehrenmitglied der European Membrane Society (EMS) und Mitglied mehrerer Beiräte und Kuratorien wissenschaftlich und technologisch orientierter Institutionen

GKSS-Forschungszentrum, Max-Planck-Straße, 21502 Geesthacht; sengbusch@gkss.de

Weiterführende Literatur

- Banse, G. (Hrsg.): Allgemeine Technologie zwischen Aufklärung und Metatheorie. Johann Beckmann und die Folgen. Berlin 1997
- Banse, G.: Die Verbindung „wahrer Grundsätze“ und „zuverlässiger Erfahrungen“. Zur Möglichkeit und Wirklichkeit von Allgemeiner Technikwissenschaft nach Johann Beckmann. Cottbus (BTU) 1998
- Bayerl, G.; Beckmann, J. (Hrsg.): Johann Beckmann (1739-1811). Beiträge zu Leben, Werk und Wirkung des Begründers der Allgemeinen Technologie. Münster, New York, München, Berlin 1999
- Beckmann, J.: Anleitung zur Technologie oder zur Kenntnis der Handwerke, Fabriken und Manufacturen... 2. Aufl. Göttingen 1870
- Beckmann, J.: Entwurf der allgemeinen Technologie. In: Vorrath kleiner Anmerkungen über mancherley gelehrte Gegenstände. Drittes Stück. Göttingen 1806, S. 463-533 (Auszugsweiser Nachdruck. Hrsg. v. M. Beckert. Leipzig 1990, S. 137-207)
- Hölzl, J.: Allgemeine Technologie. Wien 1984 (2. Aufl. 1989)
- Hubka, V., Eder, W. E.: Einführung in die Konstruktionswissenschaft. Übersicht, Modell, Ableitungen. Berlin, Heidelberg u.a. 1992
- Karmarsch, K.: Handbuch der mechanischen Technologie. 2. Aufl. Hannover 1851
- Müller, J.: Arbeitsmethoden der Technikwissenschaften. Systematik, Heuristik, Kreativität. Berlin, Heidelberg u.a. 1990
- Ropohl, G.: Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik. München, Wien 1999
- Spur, G.: Technologie und Management. Zum Selbstverständnis der Technikwissenschaft. München, Wien 1998
- Wolffgramm, H.: Allgemeine Techniklehre. 4 Bände. Hildesheim 1994ff.

Kontaktadresse:

Leibniz-Sozietät e.V.
c/o Fonds-Center Berlin

Dircksenstr. 52, 10178 Berlin
☎ (030) 2804 6453

<http://www2.hu-berlin.de/leibniz-sozietaet>
e-mail: info.leibniz@gmx.de

Forschungszentrum Karlsruhe
Institut für Technikfolgenabschätzung und
Systemanalyse
PF 3640, 76021 Karlsruhe
☎ (07247) 82 2501

<http://www.itas.fzk.de>
e-mail: banse@itas.fzk.de