

**VON DER HISTORISCHEN REKONSTRUKTION
ZUR PROBLEMANTIZIPERENDEN
KONSTRUKTIONS- UND TECHNIKBEWERTUNG**

**BAUSTEINE FÜR EINE HISTORISCHE
TECHNIKGENESEFORSCHUNG**

Habilitationsschrift von

Dr. phil. Hans Dieter Hellige

für die Habilitation im Fachbereich Sozialwissenschaften
der Universität Bremen

Bremen, November 1994

INHALTSVERZEICHNIS

0.	VORBEMERKUNG: ZIELSETZUNG UND ANLAGE DER ARBEIT	10
1.	TECHNIKGESTALTUNG: EIN BEGRIFF ALS PROGRAMM, SEINE GESCHICHTE, SYSTEMATIK UND PROBLEME	11
1.1	Die Anfänge des allgemeinen Gestaltungsbegriffes zwischen Universal- und Individualperspektive	11
1.2	Zur Geschichte des Gestaltungsbegriffes in der Technik: Von der Formbildung und professionellen Selbststilisierung zur sozialen und nationalen Sendung	15
1.3	Der Technikgestaltungs-Ansatz seit 1965: Zwischen sozial- und umweltorientierter Techniksteuerung und erneuter Ästhetisierung	26
2.	ANSÄTZE, ERKLÄRUNGSPOTENTIALE UND DEFIZITE DER TECHNIKGENESEFORSCHUNG	38
2.1	Die theoretischen Grundlagen der Technikgeneseforschung: Der Wandel der Entwicklungs- und Kontingenz-Modelle	
2.1.1	Kontingenzmetaphern in der allgemeinen technologiepolitischen Debatte	
2.1.2	Technologische Paradigmen-Konzepte im Anschluß an Thomas S. Kuhn	
2.1.3	Das Trajectory-Konzept der technischen Evolution (Nelson -Winter-Modell)	
2.1.4	Das Projekt-Konzept der technischen Entwicklung von der Makro- zur Mikroperspektive	
2.1.5	Das System-Konzept der technischen Evolution von T. P. Hughes	
2.1.6	Technisches Stil-Konzept: Regionen- und organisationspezifische Technikstile bzw. Konstruktionsstile	
2.1.7	Aktoren- und Akteursnetzwerke zwischen konkreten Beziehungsge- flechten und dysfunktionaler Abstraktion	
2.1.8	Das Perspektiven- und Model-Power-Konzept in der Informatik	
2.1.9	Das Leitbild-Konzept zwischen Interessenbezug, Vorverständnis- klärung und Metaphern-Diskurs	
2.1.10	Von der sozialen zur 'biologischen' Evolution der Technikentwicklung und das gegenwärtige Dilemma der techniksoziologischen Theoriebildung	

2.2	Programm, Ansatz und Umsetzungsprobleme der soziologischen Technikgeneseforschung	68
2.2.1	Die Verschärfung des Antizipationsproblems durch den Rekurs auf die frühe Genesephase	
2.2.2	Die Überschätzung der Bedeutung von Technikleitbildern für die Erklärung bzw. Steuerung von Geneseprozessen	
2.2.4	Das Problem des Übergangs von der rekonstruktiven zur prospektiven Technikbewertung	
3.	DIE KONSTRUKTIONSMETHODIK ALS TECHNIKGNETISCHER STEUERUNGSANSATZ: ENTSTEHUNG, POTENTIALE UND DEFIZITE AUS DER SICHT DER TECHNIKGNESEFORSCHUNG	90
3.1	Die Entstehung von Elementarisierungsansätzen und Phasenmodellen in der Konstruktionslehre des deutschen Maschinenbaus im 19. und frühen 20 Jh.	97
3.1.1	Sichere Regeln als Ergänzung von Konstruktionsgefühl und Erfahrung: Die Konstruktionslehre Redtenbachers	
3.1.2	Ein deduktives Konstruktionsverfahren auf der Basis der kinematischen Elementarisierung: Reuleaux's konstruktionswissenschaftliches Programm	
3.1.3	Ingenieurkunst und Methodenpluralismus zur Bewältigung der Problemvielfalt: Die empirisch-induktiven Konstruktionslehren von Riedler und Bach	
3.1.4	Die Analyse der Elemente des Denkprozesses am Übergang vom Neoidealismus zum Taylorismus: Die Konstruktionsphasenmodelle von Engelmeyer und Neuhaus	
3.2	Struktur- und Verfahrensmodelle der Konstruktion in den 20er und 30er Jahren unter dem Einfluß von Massen- und Fließfabrikation	115
3.2.1	Von der gesteuerten Erfindung zum Fließmodell des Konstruierens: Die Ansätze von Winkler, Kothe, H. H. Schmidt und Ostwald	
3.2.2	Konstruieren nach Vorbild des Schaltungsentwurfs: Die funktionalvergleichende Elementarisierung von Voß, Richter, Kutzbach, Kniehahn und Franke	

3.3	Die Anfänge der wissenschaftlichen Konstruktionsmethodik im Dritten Reich unter dem Druck von Rüstungskonjunktur und Kriegswirtschaft	128
3.3.1	Kesselrings Ansatz einer Rationalisierung des Konstruktionsprozesses durch ein kostenorientiertes Schema der Konstruktionsbewertung	
3.3.2	Wögerbauers "Technik des Konstruierens" zwischen rationellem Ablaufplan und problemstrukturierendem Aufgabenplan	
3.4	Die Etablierung der Konstruktionswissenschaft nach dem Zweiten Weltkrieg als systemtechnische Ingenieurmethodik zur Überwindung des "Engpasses Konstruktion"	160
3.4.1	Die westdeutsche Konstruktionsmethodik in den Nachkriegsjahren: Technische Kompositionslehren und die Weiterentwicklung von Aufgabenplänen	
3.4.2	Die wissenschaftliche Zergliederung und rationelle Ablaufsteuerung der Denkopoperationen: Die Konstruktionssystematik der Ilmenauer Schule	
3.4.3	Der "Engpaß Konstruktion" als Auslöser für die Disziplinwerdung der Konstruktionswissenschaft in der BRD	
3.4.4	Die Funktions-Gestalt-Synthese zwischen Konstruktionsalgorithmus und "Restriktionen": Die Ansätze von Rodenacker, Roth und Koller	
3.4.5	Konstruktionswissenschaft auf allgemeintechnologischer Grundlage: Die Ansätze von Wolffgramm, Hubka und Ropohl	
3.4.6	Der systemtechnische Ablaufplan und das Regelwerk der Gestaltung: Die Konstruktionslehre von Pahl und Beitz	
3.4.7	Die Erhebung der phasenmodell-orientierten Konstruktionswissenschaft zur Norm	
3.5	Probleme, Defizite und Potentiale der Konstruktionsmethodik aus der Sicht der Technikgeneseforschung	208
3.5.1	Systemtechnische Prozeßmodelle und CAD-Fixierung als Hemmnisse für die Gestaltungsorientierung	
3.5.2	Die vernachlässigte Problemstrukturierung und Kooperationsproblematik und deren Wiederentdeckung im Simultaneous Engineering	
3.5.3	Die Vernachlässigung des gesamten Produktlebenszyklus und die späte Entdeckung der Langzeitperspektive von Techniken	

4.	BEWUßTWERDUNG UND VERDRÄNGUNG DER RESSOURCEN- ASPEKTE UND DER ENDPHASE VON TECHNOLOGIELEBENS- ZYKLEN IN DER KONSTRUKTION	221
4.1	Die Entdeckung der Endlichkeit von Energie- und Stoff- kreisläufen durch die Thermodynamik	221
4.2	Die Anfänge von Ressourcenschonungs-Programmen in der "Energetischen Bewegung" bis zum Ersten Weltkrieg	225
4.3	Ingenieurbewegungen für eine ressourcensparende Technik im Ersten Weltkrieg und in den Nachkriegsjahren	229
4.4	Das "Werkstoffsparende Konstruieren" als Bestandteil der Nationalen Autarkiepolitik Im Dritten Reich	235
4.5	Die Wiederentdeckung der "Grenzen des Wachstums" und das Ressourcensparende Konstruieren zwischen 1973 und 1984	241
4.6	Die Etablierung des Recyclinggerechten Konstruierens seit dem Ende der 80er Jahre im Zeichen der verschärften Deponieprobleme	250
5.	EIN HISTORISCHES ANALYSEINSTRUMENTARIUM FÜR DIE PROBLEM- STRUKTUR, DIE LANGZEITDYNAMIK UND PROBLEMLÖSUNGS- HORIZONTE IN TECHNIKGENESEPROZESSEN	257
5.1	Dynamischer Problemstrukturplan: ein Ansatz für die Struktu- rierung und Alternativenbewertung strategischer Design- entscheidungen im Technologielebenszyklus	259
5.1.1	Der Problemlösungsansatz aus systemischer und dynamischer Langzeitperspektive	
5.1.2	Die Werkstoffwahl im Schnittpunkt von Produktlebenszyklus und Werkstoffströmen	
5.1.3	Die energetische Dimensionierung von Geräten, Prozessen und Systemen als unterschätztes Gestaltungsmerkmal	
5.1.4	Weitere Strategische Designentscheidungen in der Genesephase	
5.1.5	Systemmängel in der Ausbreitungsphase: Diffusionsengpässe und -risiken aus der Sicht der Systemnutzer	
5.2	Dynamische Prozesse in der Technikgenese und Technikent- wicklung: Das Beispiel der vergleichenden Systemstreithistorie zur Analyse kontroverser Pfadalternativen	308

5.3	Die technikhistorische Leitbild-, Übertragungs- und Prägungsanalyse: Ansätze zu einer Hermeneutik von Technikgeneseprozessen	316
5.3.1	Die historische Prägungsanalyse und das prospektive Technikstilkonzept	
5.3.2	Ansätze zur Operationalisierung der retrospektiven und prospektiven Leitbildforschung	
6.	TECHNIKGENETISCHE FALLSTUDIEN ZU EINZELNEN ABSCHNITTEN DES TECHNOLOGIELEBENSZYKLUS VON INFORMATIONSNETZWERKEN	327
6.1	Die unvollständige Systemerfindung Telefon und ihre Auswirkungen auf Kunden und Beschäftigte	327
6.2	Akteurskonstellationen, Leitbilder und Strukturprobleme des Teletexdienstes	332
6.2.1.	Die Genese des fortschrittlich-konservativen Entwickler-Konzeptes für Teletex bei Siemens 1974/75	
6.2.2	Die Vermehrung von Leitbildinkonsistenzen und Strukturproblemen im Teletex-Konzept der KtK-Kommission 1975-1976	
6.2.3	Die Verfestigung des widersprüchlichen deutschen Teletex-Profiles durch die internationale Standardisierung	
6.2.4	Die Teletex-Ausbreitung im Vergleich mit den Prognosen: Der zu enge Entfaltungsspielraum zwischen Telex, Telefax und E-Mail	
6.2.5	Die kritische Implementierungsphase, die verspäteten Nachbesserungen und die Frage nach dem Scheitern von Teletex	
6.3	Prägungs- und Leitbildanalysen und Problemstrukturpläne zu Netzwerken bzw. Systemen der Computerkommunikation	385
6.3.1	Zum Stand der technikhistorischen Forschung über die Computernetze	
6.3.2	Die Hauptphasen der computerkommunikations-technischen Entwicklung	
6.3.3	Leitbild- und Prägungsanalyse der frühen Computerkommunikation: Wechselwirkungen von militärischer und ziviler Technik	
6.3.4	Die Durchbruchphase der Computerkommunikation im	

Zeichen von "Large Central Time-Sharing-Systems" und "Packet Switching Networks"	
6.3.5 Die verzögerte Alternative: Die Entstehung von neuen Netzwerk- Architekturen für die lokale Computerkommunikation	
6.3.6 Schlußfolgerungen für die Prägungsanalyse und Technik- geneseforschung	
6.4 Leitbildanalyse der Time-Sharing-Technologie und des Interactive Computing	414
6.4.1 Leitbilder in der Vorlaufphase der Time-Sharing-Technik:1940-1953	
6.4.2 Leitbilder in der Inventionsphase der Time-Sharing-Technik:1953-1962	
6.4.3 Leitbilder in der Innovationsphase des Time-Sharing von 1962-1970	
6.4.4 Die Differenz zwischen Leitbildansprüchen und Technikpotentialen	
6.4.5 Folgerungen aus einer empirischen Leitbildanalyse für die Technikgeneseforschung	
Literaturverzeichnis	481
Literaturverzeichnis zur Technikgeneseforschung	481
Literaturverzeichnis zur Konstruktionsmethodik	488
Literaturverzeichnis zur Technikgeschichte	508

0. VORBEMERKUNG: ZIELSETZUNG UND ANLAGE DER ARBEIT

Die folgende Darstellung ist das Ergebnis eines noch nicht abgeschlossenen Projektes am Forschungszentrum Arbeit und Technik der Universität Bremen. In ihm sollen die langjährigen Bemühungen in der Ingenieurausbildung, die Resultate historischer Forschung und problemorientierter Vergleiche gegenwärtiger Technikentwicklungen zur Förderung des Problembewußtseins, des Kontingenzdenkens und der Gestaltungsorientierung angehender Ingenieure zu nutzen, systematisiert und mit anderen Ansätzen einer bewußten Steuerung von Technisierungsprozessen verknüpft werden. Das Ziel des gesamten Vorhabens ist ein historisch-vergleichendes Analyseinstrument für die rekonstruktive und, wenn möglich, vorausschauende Bewertung von Technologielebenszyklen und technisch-wissenschaftlichen Problemlösungshorizonten. Historisches Wissen über Problemstrukturen von Entwicklungs- und Konstruktionsaufgaben, über dynamische Entwicklungsabläufe von Techniken, typische Problem- und Engpaßsituationen sowie typische Fehlerkonstellationen und Vorfixierungen soll hier in der Absicht einer eventuellen Problemantizipation in aktuellen Technikbewertungsprozessen aufbereitet werden.

Den ersten und größten Teil bildet eine Bestandsaufnahme zentraler Forschungsrichtungen und -ansätze verschiedener Disziplinen für eine bewußte - d.h. normative und/oder methodisch geleitete - Steuerung von technischen Entwicklungs- und Konstruktionsprozessen:

- erstens in Kapitel 1 das Programm der *Technikgestaltung*, das in ganz verschiedenen gesellschaftlichen Bereichen entstanden und als Forschungsansatz in unterschiedlichen Disziplinen behandelt wird,
- zweitens in Kapitel 2 die *Technikgeneseforschung*, die ihren Schwerpunkt in der Technik-, Wissenschafts- und Industriesoziologie hat und die für Technikhistoriker besondere Anknüpfungsmöglichkeiten bietet,
- drittens in Kapitel 3 und 4 die *Konstruktionslehre und -forschung*, die in den verschiedenen Ansätzen der Technikgestaltung und Technikgeneseforschung bisher kaum berücksichtigt worden ist.

Auswertung und Kritik erfolgen bei allen drei Gebieten nicht nur aus einer technikhistorischen *Perspektive*, sondern auch mit historischen *Methoden*: Über eine genetische Darstellung der Entstehung und Entwicklung der jeweiligen Forschungsansätze soll

immanent nach entstehungsbedingten Einseitigkeiten und argumentativen Problemen, vor allem aber nach Erklärungs- und Bewertungspotentialen sowie Ansatzpunkten für die historische Forschung gesucht werden. Ziel dieser Bestandsaufnahme ist ein möglichst umfassender Verknüpfungsbereich zwischen Technikgeneseforschung, Konstruktionslehre bzw. -forschung und Technikgeschichte, wobei die Hoffnung besteht, durch ein wechselseitiges Beziehen dieser Disziplinen aufeinander die berühmten "Synergieeffekte" zu erzielen und damit manche Erklärungs- und Umsetzungsdefizite der Einzeldisziplinen zu überwinden.

Das Ergebnis dieser Anstrengungen ist das im zweiten Teil der Studie, in Kapitel 5, nur ansatzweise vorgestellte Analyseinstrumentarium für

- die Problem- und Aufgabenstrukturierung mit Blick auf geschlossene Technologielebenszyklen
- die Bewertung und Antizipation dynamischer Prozesse technischer Entwicklungen und
- die Bewußtmachung hermeneutischer Verstehens-, Übertragungs- und Fixierungsprozesse in Entwicklung und Konstruktion.

Der dritte Teil schließlich, Kapitel 6, enthält empirische Skizzen bzw. Studien zu Einzeltechniken der Telekommunikation und Computerkommunikation. Sie haben im Rahmen der Arbeit eine doppelte Funktion: Sie dienen zum einen der kritischen Überprüfung von zentralen Annahmen und Theoremen der Technikgestaltung und Technikgeneseforschung und zum anderen einer ersten Konkretisierung und Erprobung des Analyseinstrumentariums. Mit Blick auf die theoretisch-methodische Orientierung geht es im empirischen Teil nicht um umfassende Rekonstruktionen in narrativer Form unter Einschluß aller sozial-, wirtschafts- und allgemeinhistorischen Einflußfaktoren, sondern um eine Auswahl von Strukturproblemen und -dynamiken unter Bewertungsaspekten. Auch insofern handelt es sich um ein zwischen Technikgeneseforschung, Konstruktionsforschung und Technikgeschichte angesiedeltes Vorhaben, das *die* Theorie-, Methoden- und Empirieprobleme angehen möchte, die zu einer Umsetzung des von Technikhistorikern viel beschworenen, aber selten operationalisierten Zieles eines "Lernens aus der Geschichte" erforderlich sind.