

Horst Wolffgramm

## Gegenstandsbereich und Struktur einer Allgemeinen Techniklehre

### 1 Einführung

Die Technikwissenschaften haben in den letzten Jahrzehnten nicht nur einen riesigen Erkenntniszuwachs erfahren, sie haben auch einen qualitativen Entwicklungssprung vollzogen. Sie sind in eine neue Entwicklungsphase eingetreten. Entsprechend einer offensichtlich allgemeinen Gesetzmäßigkeit der Wissenschaftsentwicklung durchläuft jede Wissenschaft in ihrer Geschichte drei qualitativ voneinander unterschiedene Phasen: die qualitative, die quantitative und die strukturelle Phase:

- In der *qualitativen Phase* herrscht die beschreibende, rein empirische Arbeitsweise vor. Die unterschiedlichen Erscheinungen und Prozesse des Objektbereiches werden erfasst, detailliert beschrieben und geordnet. Auf dieser Stufe dringt man noch nicht zum Wesen der Erscheinungen vor und kommt bestenfalls zu gewissen Prinzipien und Regeln.
- In der *quantitativen Phase* werden die Erscheinungen und Prozesse messend untersucht, ihre Wesensmerkmale und die zentralen Begriffe formuliert sowie die quantitativen Beziehungen in Form von Gesetzen formuliert.
- Die *strukturelle Phase* schließlich ist charakterisiert durch übergreifende System-, Struktur- und Entwicklungsbetrachtungen sowie durch die Formulierung allgemeiner, den gesamten oder größere Teile des Objektbereiches erfassende Theorien sowie durch die Schaffung eines einheitlichen Begriffsgebäudes.

Bei einer differenzierteren Betrachtung ließen sich für die Entwicklung der Technikwissenschaften auch fünf Entwicklungsphasen darstellen, wie aus Abb. 1 hervorgeht.

Qualitative Phase	Zeitraum	a) <i>Charakteristik der Phase</i> b) <i>Hauptvertreter / Hauptwerke</i>
	<i>I. Vorwissenschaftliche Periode</i> 16.Jhdt. bis 2. Hälfte des 18.Jhdts.	a) Empirische Beschreibung des im Produktionsprozeß akkumulierten technischen und technologischen Wissens b) Agricola "De re metallica" (1556) Garzoni "Allgemeiner Schauplatz. .." (1659) Halle "Werkstätte der heutigen Künste..." (1771 - 1779)
Quantitative Phase	<i>II. Herausbildung der Technologie als Wissenschaft</i> 2.Hälfte des 18.Jhdts. bis 1.Viertel des 19.Jhdts.	a) Formulierung des Technologiebegriffs, systematische Ordnung des technologischen Wissens der Zeit, Übergang von der beschreibenden zur begründenden Methode b) Beckmann "Anleitung zur Technologie" (1777) Marx "Das Kapital" (1. Band, 13. Kapitel) (1867) Poppe "Handbuch der Technologie" (1806-1810) Hermstädt "Grundriß der Technologie" (1815)
	<i>III. Konsolidierung der technologischen Wissenschaft</i> 1.Viertel bis Ende des 19.Jhdts.	a) Entstehung von Erzeugnistechologien (mechanische, chemische, landwirtschaftliche Technologie) b) Karmarsch "Handbuch der mechanischen Technologie" (1837) Schubarth "Handbuch der technischen Chemie" (1831 -1832) Otto "Lehrbuch der rationellen Praxis landwirtschaftlicher Gewerbe" (1838)
Strukturelle Phase	<i>IV. Klassische Periode</i> Ende des 19.Jhdts. bis Mitte des 20.Jhdts.	a) Vorgangsorientierte Betrachtungsweise, vergleichende Analyse der Bearbeitungsvorgänge; Entstehung der Vorgangstechnologien (Fertigungs-, Verfahrens-, Verarbeitungs-, Fördertechnologien) b) Badger/McCabe "Elemente der Chemie-Ingenieur-Technik" (1932) Kienzle "Die Grundpfeiler der Fertigungstechnik" (1956)
	<i>V. Moderne Periode</i> ab Mitte des 20.Jhdts.	a) Komplexe Systemanalyse, Entstehung einer allgemeinen Theorie, Aufdeckung allgemeiner Strukturen und Prinzipien, Formulierung grundlegender Gesetze, Entwurf eines einheitlichen Kategoriengebäudes b) Ropohl "Eine Systemtheorie der Technik" (1979) Wolffgramm "Allgemeine Technologie" (1978) Wolffgramm "Allgemeine Techniklehre" (4 Bände 1994/1997)

Abb. 1: Entwicklungsphasen der Technikwissenschaften

Die Technikwissenschaften befinden sich gegenwärtig am Beginn der strukturellen Phase ihrer Entwicklung. Ausgelöst wurde dieser Schritt durch die wissenschaftlich-technische Revolution in der zweiten Hälfte des 20. Jh.s. Dieser qualitative Entwicklungsschritt findet u. a. seinen Ausdruck in den Bemühungen zur *Herausbildung einer allgemeinen Techniklehre*. Stimuliert und determiniert wird dieser Prozess durch die objektive Tendenz der zunehmenden Vereinheitlichung der Produktionssysteme, denn bei aller schnell zunehmenden Differenzierung der Maschinenwelt und der Spezialisierung der Bearbeitungsvorgänge ist gleichzeitig ein integrativer Prozess der Herausbildung relativ einheitlicher Grundstrukturen technischer und technologischer Systeme unübersehbar.

Ein weiteres wesentliches Erfordernis für die Herausbildung einer „Allgemeinen Techniklehre“ ergibt sich aus den Technikwissenschaften selbst. Der riesig angewachsene Erkenntnisfundus in den Einzeldisziplinen der Technikwissenschaften und die wachsende Zahl technischer, technologischer und werkstoffkundlicher Wissenschaftsdisziplinen verlangt dringend nach einer überschaubaren Ordnung, nach Herausarbeitung von Gemeinsamkeiten, grundlegenden Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten sowie nach einem einheitlichen Begriffsgebäude. Diese „Metadisziplin“ der Technikwissenschaften schafft ein einheitliches theoretisches Fundament für alle Zweige der Technikwissenschaften und ist damit auch ein wichtiges Verständigungsmittel zwischen Spezialisten unterschiedlicher Bereiche aus Technik und Wirtschaft.

Weiterhin von wesentlicher Bedeutung und als Ausgangspunkt für die Möglichkeit und Notwendigkeit zur Formierung einer Allgemeinen Techniklehre (Techniktheorie) als eigenständiger Wissenschaftsdisziplin waren und sind die seit der Mitte des 20. Jh.s geführten umfassenden Diskussionen um den Technikbegriff selbst und die daraus resultierende weitgehenden Klärung seines Inhalts und des Wesens seines Gegenstandes.

Meine Befassung mit dieser Thematik reicht bis in die Mitte des vorigen Jh.s zurück. Sie war zunächst vor allem durch die Zielsetzung geleitet, fachwissenschaftliche Grundlagen für den Inhalt einer allgemeintechnischen (polytechnischen) Bildung in den allgemeinbildenden Schulen zu schaffen. Ausgangspunkt waren dabei sowohl die in den Erziehungsplänen des Konvents in der Großen Französischen Revolution zu findenden Forderungen nach „industrieller Erziehung“ (Marie Jean Antoine Marquis de Condorcet, Antoine Laurent Lavoisier, Louis Michel Lepeletier de Saint Fargeau u. a.) wie auch die bei Karl Marx entwickelte Konzeption, der jungen Generation die „allgemeinen Grundsätze aller Produktionsprozesse“ zu vermitteln, um so in der

Vielzahl des Einzelnen das Gemeinsame der Technik erkennen zu können und einen Überblick über die Technik und Produktion als Ganzes zu schaffen.

Bei der Suche und Herausarbeitung solcher allgemeiner Prinzipien der Technik bedienen wir uns vor allem der Methodologie einer vergleichenden System- und Prozessanalyse zur Bestimmung typischer technischer und technologischer Erscheinungen, ihrer Elemente und Strukturen sowie allgemeiner der Prinzipien der Technik und Produktion. Das Ergebnis dieser Arbeiten habe ich zusammenfassend in der vierbändigen „Allgemeinen Techniklehre“ niedergelegt (vgl. Wolffgramm 1994ff.).

## **2 Der Gegenstandsbereich der Allgemeinen Techniklehre wird durch den zugrunde liegenden Technikbegriff bestimmt**

Insgesamt ergeben sich für mich folgende Vorstellungen für den Gegenstandsbereich und die Struktur einer „Allgemeinen Techniklehre“. Ich ziehe die Bezeichnung „Allgemeinen Techniklehre“ dem Terminus „Allgemeine Technologie“ vor, insbesondere und vor allem deshalb, weil der Begriff der Technik die zentrale Kategorie für die Gesamtdisziplin ist (wir sprechen vom Gesamtbereich als den „Technikwissenschaften“). Zum anderen stellt die „Allgemeine Technologie“ in dem von mir entworfenen System nur einen Teilbereich des gesamten Gegenstandsbereiches dar (die prozessuale Seite). Als weitere Bereiche sind die Theorie technischer Systeme (die sich mit den Artefakten der Technik befasst, mit dem die technologischen Vorgänge realisiert werden) und die Theorie der Arbeitsgegenstände (das ist der Bereich der materiellen Objekte, der durch die technologische Einwirkung in Gebrauchsgegenstände umgewandelt wird) zu nennen.

Wenn auch hinsichtlich der notwendigen Präzisierung und weiteren Vertiefung des Technikbegriffs die Diskussion längst nicht abgeschlossen ist, so sind doch eine Reihe von Grundpositionen als gesichert anzusehen. Ganz offensichtlich ist der Technikbegriff eine der grundlegenden philosophischen Kategorien, die auf einer Ebene und in enger Relation zu den Kategorien „Natur“ und „Gesellschaft“ stehen. Die menschliche Gesellschaft ist aus der Natur hervorgegangen. Dabei hat die Hervorbringung technischer Artefakte eine entscheidende Rolle in der Auseinandersetzung mit der Natur und ihrer Herauslösung aus dem unmittelbaren Naturzusammenhang gespielt. Die Technik ist einerseits wesentliche Entstehungs-, unveräußerliche Existenz- und ständige Entwicklungsbedingung der menschlichen Gesellschaft. Andererseits entstammt das Substrat der Technik der Natur und unterliegt in seinen Wirkungsbedingungen voll den Naturgesetzen. Die Technik besitzt also eine

Doppelnatur von Natur- und Gesellschaftsbezogenheit, die ihr Wesen ausmacht, ihr bei aller Integration in Natur- und Gesellschaftszusammenhänge Spezifik und damit eine relative Selbständigkeit als Bereich der Wirklichkeit mit einer eigenen Klasse von Gesetzmäßigkeiten gibt (siehe Abb. 2).

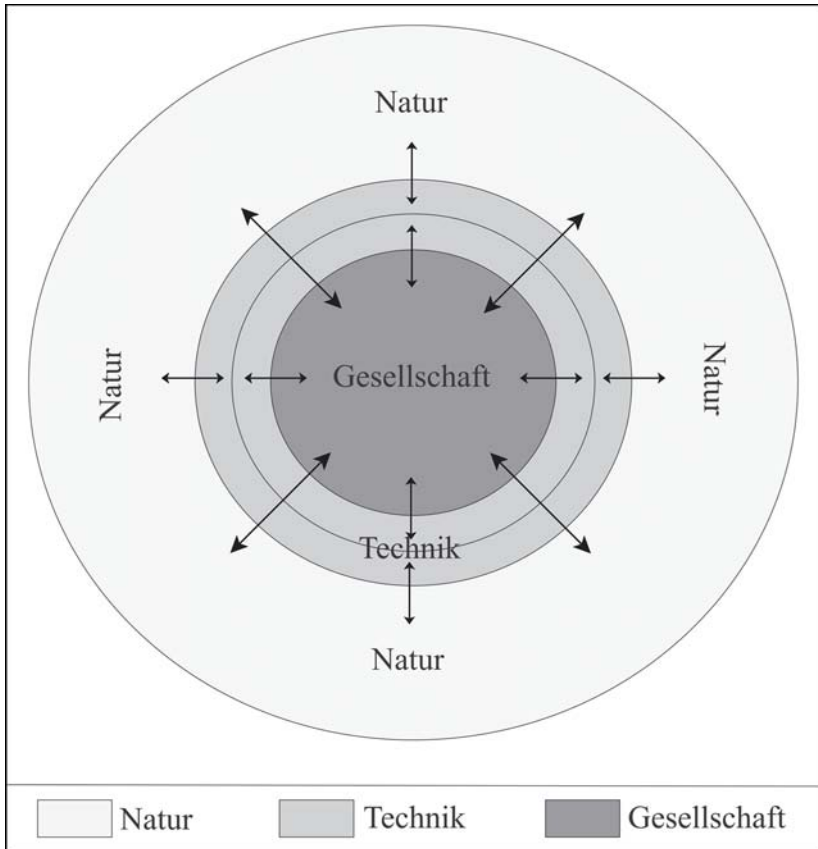


Abb. 2: Bereiche der Wirklichkeit

Technische Erscheinungen besitzen eine *ausgeprägte Spezifik*. Diese äußert sich in charakteristischen wesensbestimmenden Merkmalen der Technik:

- *Integrative Einheit von natürlichen und gesellschaftlichen Elementen:* Bestimmung des technisch jeweils Realisierbaren durch das objektiv (naturgesetzlich) Mögliche, das ökonomisch und ökologisch Vertretbare und das sozial (politisch) Gewollte.

- *Dominanz der Finaldeterminiertheit*: Die Grundrelation der Technik ist die Zweck-Mittel-Relation (Die Frage nach dem Wofür?); Technikgesetze enthalten finale Aussagen.
- Technik hat immer *komplexen Charakter*: In ihr wirken immer eine Vielzahl verschiedener Komponenten zusammen.
- Technik besitzt *Multipotenz*: Sie zeichnet sich durch eine Vielzahl von Lösungsmöglichkeiten für jede technische Aufgabenstellung aus, die jeweils nur das Optimum für den konkreten Fall anstrebt; diese Multipotenz ist ein entscheidender Faktor für die hohe Entwicklungsdynamik der Technik

Der gesellschaftliche Charakter der Technik bedingt die *Mehrdimensionalität* ihrer Erscheinungen und ihrer Wirkungen. Als *wesentliche Dimensionen der Technik* sehen wir:

- Technik ist *Produktivkraft* als Mittel materieller Bedürfnisbefriedigung;
- Technik ist *Sozialkraft* als Mittel der Gestaltung humaner gesellschaftlicher Beziehungen und der Entfaltung demokratischer und sozialer Strukturen;
- Technik ist *Humankraft* als Mittel menschlicher Selbstverwirklichung und Ausdruck menschlicher Schöpferkraft;
- Technik ist *Kulturkraft* als Mittel der Befriedigung geistiger Bedürfnisse und kreativer Freizeitgestaltung;
- Technik besitzt aber auch Potenzen als *Destruktivkraft* (Raubbau an Naturressourcen, Belastung der Umwelt, Massenvernichtungsmittel).

Neben der Wesensbestimmung der Technik ist die Fixierung und Abgrenzung des Objektbereiches der Technik für die Charakteristik des Technikbegriffs von grundlegender Bedeutung. Der *Objektbereich der Technik* umfasst drei wesentliche Felder:

- *technische Systeme*, das sind vom Menschen geschaffene künstliche Objekte (Artefakte) zur Befriedigung materieller und sozialer Bedürfnisse;
- *Prozesse der Nutzung technischer Systeme* (Technologien, Bearbeitungsvorgänge);
- *Arbeitsgegenstände* (Werkstoffe, Rohstoffe, Halbzeuge, Energieträger, Primärinformationen, Transportgüter, Saat- und Pflanzgut).

### 3 Aufgaben und Funktionen der Allgemeine Techniklehre

Die Allgemeine Techniklehre ist der metatheoretische Bereich der Technikwissenschaften, in dem die grundlegenden Kategorien und die allgemeintechnischen Aspekte des Gegenstandsbereiches (Theoretische Grundlagen,

Allgemeine Technologie, Theorie technischer Systeme, Theorie des Arbeitsgegenstandes) dargestellt, zusammengefasst und in ihren übergreifenden Fragestellungen verallgemeinert werden. Als ihre wesentliche Aufgaben und Funktionen können genannt werden:

- Schaffung eines wissenschaftlich fundierten Verständnisses für die Rolle und Funktion der Technik im Leben der Gesellschaft und für den gesellschaftlichen Fortschritt;
- Darstellung der Spezifik der Technik im Kategoriensystem Natur-Gesellschaft-Technik und ihrer sozioökonomischen und soziokulturellen Aspekte;
- Zusammenfassung und Ordnung der Vielfalt technischer Erscheinungen unter einheitlichen Gesichtspunkten (Erarbeitung einer systematischen Ordnung des Gesamtbereiches und seiner einzelnen Teilsysteme);
- Aufbau eines grundlegenden Kategoriengebäudes der Technikwissenschaften, Formulierung der zentralen Begriffe (Technik, Technologie, Technikgesetze, allgemeine Technikprinzipien, Fortschrittskriterien der Technikentwicklung usw.);
- Schaffung einheitlicher theoretischer Grundlagen für die Teildisziplinen der Technikwissenschaften durch Aufdeckung und Formulierung allgemeiner Begriffe, Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten der Struktur, Funktion, Organisation und Entwicklung technischer und technologischer Systeme;
- Formulierung allgemeiner Theorien der Technikwissenschaften;
- Entwurf allgemeiner Modelle, die technische Erscheinungen allgemeingültig abbilden;
- Ausarbeitung spezifischer Arbeits- und Forschungsmethoden der Technikwissenschaften.

#### **4 Inhaltsstruktur der Allgemeinen Techniklehre**

Die Inhaltsstruktur der Allgemeinen Techniklehre wird von folgenden Aussagenbereichen bestimmt:

- Aussagen zum Begriff und Gegenstandsbereich der Technik, zur Spezifik und den Funktionen technischer Erscheinungen und Gesetze, zu den Triebkräften und Determinanten der Technikentwicklung;
- Aussagen zu den Dimensionen der Technik;
- Aussagen zur Weltbildfunktion der Technikwissenschaften;
- Aussagen zum fundamentalen Begriffssystem und zum Begriff der allgemeinen Technikprinzipien als zentraler Kategorie der allgemeinen Tech-

niklehre;

- Aussagen zum technologischen Prozess und seinen Elementen, zum Begriff und zur Struktur technologischer Grundvorgänge, zu den Wirkfaktoren als konstituierenden Elementen des technologischen Grundvorgangs, zum technologischen Wirkprinzip, zum System der technologischen Grundvorgänge und zur Charakteristik der einzelnen Klassen von Bearbeitungsvorgängen;
- Aussagen zu allgemeinen Prinzipien der rationellen Gestaltung technologischer Systeme unter Berücksichtigung ökonomischer, ökologischer und sozialer Bewertungskriterien, d. h. zu Prinzipien der Organisation technologischer Systeme, zu technologischen Prinzipien der rationellen Nutzung von Material und Energie, sowie zu Prinzipien der Ökologisierung von Produktionsprozessen;
- Aussagen zu Strategien und Verlaufsformen der Technikentwicklung sowie zu Haupttrends der Technik- und Technologieentwicklung in der Gegenwart.

## 5 Begriff und System der allgemeinen Technikprinzipien

Die Kategorie „Allgemeine Technikprinzipien“ gehört zu den zentralen Begriffen der Allgemeinen Techniklehre. Sie umfasst ihrem Wesen nach jene grundlegenden Kategorien und Gesetzmäßigkeiten, wie sie in der Phase der Herausbildung einer allgemeinen Theorie in jedem Wissenschaftsgebiet herausgearbeitet und formuliert werden. So wie die Atomphysik die Vielfalt der chemischen Elemente und ihrer Eigenschaften im Prinzip auf wenige Grundbausteine, Strukturgesetzmäßigkeiten und Funktionsweisen zurückführen konnte, geht es in den Technikwissenschaften darum, die Mannigfaltigkeit der technischen Systeme und technologischen Vorgänge auf wenige grundlegende Elemente, Strukturen und Funktionen, Prinzipie und Tendenzen und deren hierarchische Ordnung zurückzuführen und sie damit überschaubar zu machen.

*Allgemeine Technikprinzipien* sind die von den konkreten Erscheinungsformen und spezifischen Besonderheiten abstrahierten Gemeinsamkeiten (Invarianten) bestimmter Klassen technischer Gebilde und Prozesse. Der Begriff der allgemeinen Technikprinzipien ist der Schlüsselbegriff für das Verständnis der allgemeinen Techniklehre. Allgemeine Technikprinzipien können dargestellt werden in Form

- verbaler Formulierungen von Wirkprinzipien, Funktionsprinzipien oder Entwicklungsprinzipien;



- von Strukturdarstellungen technologischer und technischer Systeme;
- von Ordnungssystemen von Teilklassen technischer Gebilde und Vorgänge;
- graphischer Darstellung von Entwicklungstrends.

Es gehört zu den grundlegenden Aufgaben jeder Wissenschaft, ihre Ergebnisse entsprechend dem jeweiligen Erkenntnisstand systematisch zu ordnen und zusammenzufassen. Solche Ordnungssysteme machen das bekannte Wissen nicht nur überschaubar, sie decken auch (entsprechend den gewählten Ordnungskriterien) innere Zusammenhänge zwischen den einzelnen Bereichen der erfassten Gegenstände auf und sind nicht zuletzt immer wieder Ausgangspunkt neuer wissenschaftlicher Fragestellungen, wenn sich innerhalb des Systems Widersprüche zeigen. In bedeutendem Maße stehen die Bemühungen um die Aufstellung von Ordnungssystemen auch im Zusammenhang mit der Formulierung neuer umfassender Hypothesen und Theorien. Die Geschichte des Periodensystems der Elemente in der Chemie, des natürlichen Systems der Pflanzen und Tiere in der Biologie und die des Systems der Elementarteilchen in der Kernphysik weisen auf die Bedeutung solcher Systematiken nachdrücklich hin.

Das System der allgemeinen Technikprinzipien muss alle wesentlichen Inhaltsbereiche einer allgemeinen Techniklehre erfassen und zugleich eine Übersicht über ihre Gesamtstruktur geben. Als *Klassifikationskriterien* für eine solche Ordnungsmatrix bieten sich an:

- die die Sachsysteme der Technik in ihrer Gesamtheit erfassenden Bereiche: Die Elemente dieser Datenmenge sind die technischen Mittel, die technologischen Vorgänge und die zu verändernden Objekte (Arbeitsgegenstände).
- die Aspekte, unter denen die einzelnen Bereiche im Sinne der Zielsetzung der allgemeinen Techniklehre in ihren Wesensmerkmalen erfasst werden können: Dieses Kriterium umfasst die Elemente (in ihrer hierarchischen Ordnung einschließlich ihrer Funktionen und Systematik), die Strukturen der Erscheinungen, die Organisationsformen der typischen Systeme des jeweiligen Bereichs und die Entwicklung unter dem Aspekt der Evolutionsprinzipien, Entwicklungstendenzen und Entwicklungsgesetzmäßigkeiten.

Auf dieser Basis ergibt sich das System der allgemeinen Technikprinzipien und damit auch der Allgemeinen Techniklehre als zweistellige Verknüpfungsmatrix (siehe Abb. 3).

Bereiche	Aspekte			
	Elemente	Strukturen	Organisation	Entwicklung
Technische Mittel	Elemente und Funktionen technischer Systeme	Organstruktur technischer Systeme	Verkettungsprinzipien technischer Systeme	Evolutionsprinzipien technischer Systeme
Technologische Vorgänge	Technologische Grundverfahren und ihr System	Phasenstruktur technologischer Systeme	Allgemeine Verfahrensprinzipien	Entwicklungstendenzen technologischer Systeme
Zu verändernde Objekte	System der Arbeitsgegenstände	Strukturprinzipien der Arbeitsgegenstände		Entwicklungstendenzen der Arbeitsgegenstände

Abb. 3: System der Allgemeinen Technikprinzipien

## 6 Platz der Allgemeinen Techniklehre im System der Technikwissenschaften

Zusammenfassend unternehmen wir den Versuch, den Platz der Allgemeinen Techniklehre im System der Technikwissenschaften zu bestimmen (siehe Abb. 4).

Im Prinzip ergeben sich für das Gesamtgebäude der Technikwissenschaften demnach drei Ebenen:

- die strukturelle Ebene der Allgemeinen Techniklehre;
- die vergleichende Ebene der Querschnittsdisziplinen;
- die Ebene der Zweigorientierten Disziplinen.

Natürlich handelt es sich bei diesem Vorschlag um einen ersten Versuch, der weiterer Diskussion bedarf.

## 7 Aufgaben für die weitere Ausarbeitung der Allgemeinen Techniklehre

Die hier im Wesentlichen nur stichpunktartig ausgeführten Überlegungen zum Gegenstandsbereich und zur Struktur einer „Allgemeinen Techniklehre“ habe ich ausführlich in der o. g. Monographie „Allgemeine Techniklehre“ dargestellt und entwickelt. Sie finden sich insbesondere in Band 3, Kapitel 0 bis 7, wieder (vgl. Wolffgramm 1994ff.).

Für die weitere Ausarbeitung der „Allgemeinen Techniklehre“ sehe ich folgende Aufgaben als vordringlich und wesentlich an:

- Bestimmung und Verifizierung des grundlegenden Begriffssystems (das Kategoriensystem);

- klassifizierende Ordnung der erfassten Systeme;
- Bestimmung grundlegender Gesetze;
- Entwurf grundlegender Modelle zur Abbildung der charakteristischen Erscheinungen des Objektbereiches;
- Entwicklung spezifischer Arbeitsmethoden.

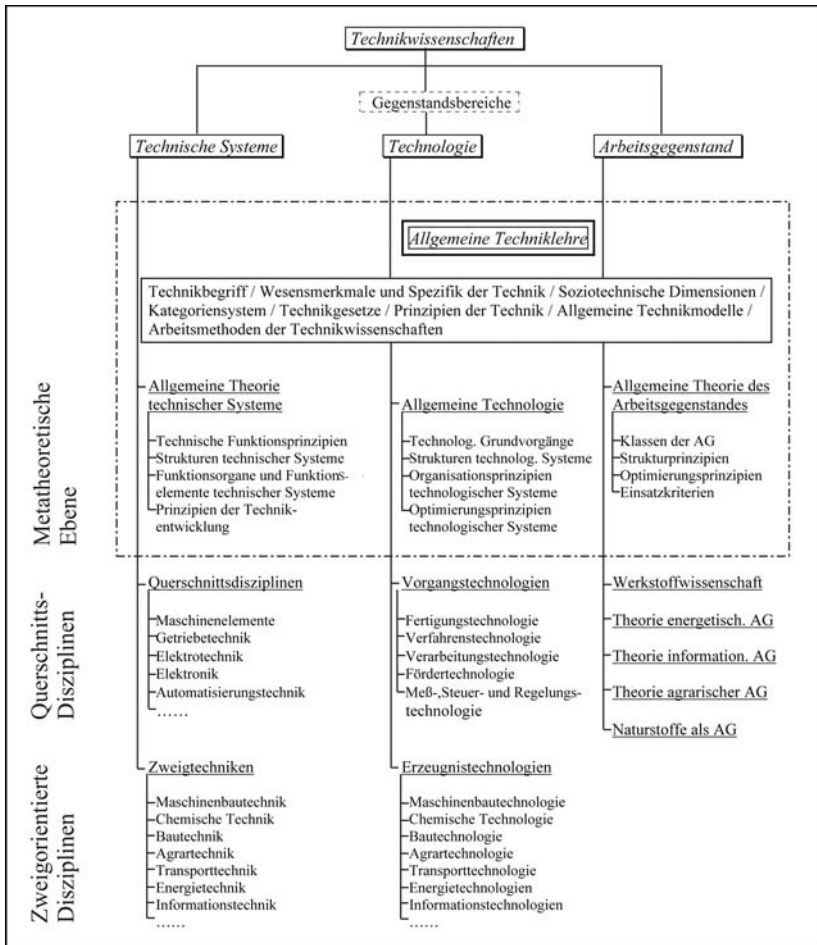


Abb. 4: Gliederung der Technikwissenschaften und Inhaltsstruktur der Allgemeinen Technologie

**Literatur**

Wolffgramm, H. (1994ff.): Allgemeine Techniklehre. 4 Bde. Hildesheim (Bd. 1 u. 2: Allgemeine Technologie, 1994 u. 1995; Bd. 3 u. 4: Technische Systeme, 1997 u. 1998)