

Elke Hartmann, Christian Hein

Allgemeine Technologie – Bilanz über 50 Jahre Forschungsarbeit für die Allgemeine Technische Bildung

1 Zur Situation der Allgemeinbildung in den 1950er Jahren

Um die Entstehung der Allgemeinen Technologie als moderne Wissenschaftsdisziplin zu verstehen, ist es notwendig, die Entwicklung der Gesellschaft in dieser historischen Epoche zu betrachten.

In der Zeit nach dem 2. Weltkrieg begann der Wettlauf beider Gesellschaftssysteme. Er zeigte sich neben dem militärischen Rüstungswettlauf vor allem in den miteinander konkurrierenden wirtschaftlichen Entwicklungen. Beide Problemfelder erforderten eine progressive Anwendung der Wissenschaften als Produktivkraft. Zum Beispiel löste der „Sputnikschock“ eine starke Einflussnahme auf das Bildungssystem der Vereinigten Staaten aus. Im Ostblock hatte man in den Bildungssystemen von Anfang an auf naturwissenschaftliche Bildung orientiert, da hier vor allem im Aufbau einer leistungsstarken Industrie und in der Entwicklung der Produktivkräfte eine wesentliche Voraussetzung für die Entscheidung in der Systemauseinandersetzung gesehen wurde. Zudem setzte sich die Einsicht durch, dass vor allem technische Bildung als Beschleuniger für den wissenschaftlich-technischen Fortschritt verstanden wurde. Mit besonderer Schärfe wurden die politisch-ideologischen und wirtschaftlichen Auseinandersetzungen vor allem in Deutschland geführt. Die beiden konkurrierenden deutschen Staaten etablierten sehr verschiedene Bildungssysteme. Das Problem war, dass für eine allgemeine technische Bildung keine wissenschaftlichen Konzepte existierten. Der Widerspruch zwischen der gesellschaftlichen Entwicklung und dem Zustand des Bildungssystems war offensichtlich. In Ostdeutschland wurde Horst Wolffgramm mit der Ausarbeitung der wissenschaftlichen Grundlagen für eine allgemeine technische Bildung beauftragt. In Westdeutschland spielte in späteren Jahren die Theorie von Günther Ropohl eine vergleichbare Rolle.

2 Die bildungstheoretischen Grundlagen eines allgemeinen technischen Unterrichts

Die Notwendigkeit, Technik als Bildungsgut auch in nicht technischen Berufen zu erschließen, war auch in den 50er Jahren nicht ganz neu. Johann Beckmann entwickelte bereits in der zweiten Hälfte des 18. Jh.s für die Ausbildung von Staatsbeamten im Rahmen der Kameralistik eine Lehre über die Technologien der Handwerke, die er in dem Vorwort seiner ersten Ausgabe am 17. März 1777 folgendermaßen begründet:

„Die Kenntniß der Handwerke, Fabriken und Manufacturen ist jedem, der sich der Polizey und Cammeralwissenschaft widmen will, unentbehrlich. Denn was man veranstalten, anlegen, anordnen, beurtheilen, regieren, erhalten, verbessern und nutzen soll, wird man doch wenigstens kennen müssen. [...] Wo sie [die Kenntniß; d.V.] fehlt, da werden die Gewerbe ihrem eigenen Schicksale überlassen, oder [...] sie erhalten Vorschriften und Gesetze [...], bey denen sie völlig zu Grunde gehen müssen. Da entstehen Schauämter, die den Fleiß aufhalten, und die Industrie ersticken.“ (Beckmann 1984, S. 26f.)

Er beschrieb und systematisierte die Handwerke nach der Art der Verfahren, die zur Produktbildung verwendet wurden. Die Bezeichnung seiner neuen Lehre war „Allgemeine Technologie“. Rund ein Jahrhundert später wurde infolge der industriellen Revolution deutlich, dass diese neu entstandene Qualität der Produktion und Lebenswelt der Menschen eine allgemein ausgerichtete technische Bildung für jeden notwendig machte.

Karl Marx kommt in seiner Analyse der großen Industrie zu der Erkenntnis, dass es ein „objektives Skelett“ und „wenige große Grundformen der Bewegung“ in den industriellen Produktionsprozessen gibt. Er bezeichnet diese als die allgemeinen wissenschaftlichen Grundsätze der industriellen Produktion, die er als Gegenstand einer „polytechnischen Erziehung“ für möglich und notwendig erachtet. Er plädiert dafür, ein generalistisches Technikverständnis im Rahmen der Bildung für alle zu vermitteln, um die Menschen auf die Tätigkeit in der Produktion und die sich ständig verändernden Anforderungen durch die Produktionstechnik vorzubereiten.

Auf der Lehre von Beckmann und den Erkenntnissen aus der Analyse der großen Industrie von Marx aufbauend entwarf Horst Wolffgramm die Grundzüge einer Theorie über die Prinzipien der Produktion, die er als „Polytechnik“ bezeichnet und in einer wissenschaftlichen Schrift anlässlich des 5-jährigen Bestehens des Instituts für Polytechnische Bildung und Erziehung an der Universität Halle 1968 veröffentlichte (vgl. Wolffgramm 1968).

Fragen eines neuen Bildungsverständnisses wurden auch von der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften vorangetrieben. Wenn als unab-

dingbare Bestandteile der Allgemeinbildung die drei großen Bereiche der Wirklichkeit Natur – Gesellschaft – Technik gelten, so plädiert Heinz Frankiewicz dafür, dass in der polytechnischen Bildung der Technikbegriff über den der Produktion hinaus zu erweitern sei, um zu einem umfassenden Technikverständnis zu gelangen (vgl. Wolffgramm 1968, S. 8f.):

„Es ist evident, dass sich der allgemeintechnische Unterricht nicht auf die Vermittlung technischer, technologischer und ökonomischer Einzel Tatsachen beschränken kann.“ (Wolffgramm 1968, S. 9)

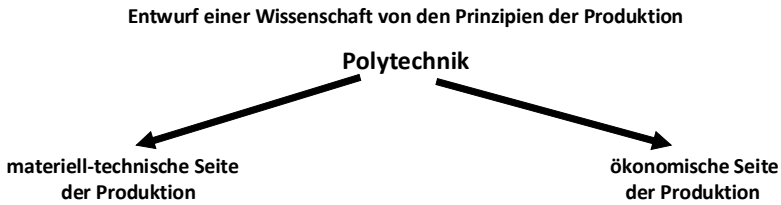
3 Der systemtheoretische Ansatz der Polytechnik

Die wissenschaftliche Aufgabe bestand darin, die Prozesse und Strukturen der Produktion mit ihrer materiell-technischen und ökonomischen Seite systematisch abzubilden. In Anlehnung an Marx entwickelt Wolffgramm das System der Prinzipien der Produktion, das die allgemeinen wissenschaftlichen Grundsätze aller Produktionsprozesse enthält.

Das methodische Instrumentarium seiner Theorie entlehnt Wolffgramm der Systemtheorie. Zunächst entwickelt er ein Ordnungssystem in Form einer zweidimensionalen Matrix. Die Zeileneingänge werden von den Erscheinungen der Produktion gebildet, das sind die Prozesse, Gebilde und Relationen. Als Bestimmungsgrößen dieser Erscheinungen definiert er Elemente, Strukturen und Funktionen, die als Spalteneingänge mit den Zeileneingängen verknüpft werden. Die Felder dieser Verknüpfungsmatrix erfassen und ordnen technische und ökonomische Wissenschaftsdisziplinen und stellen sie in ihre Zusammenhänge (siehe Abb. 1).

Mit diesem System ist die Grundlage für die Entwicklung der Teildisziplinen der Polytechnik gelegt. Die Elemente, Strukturen und Funktionen von Prozessen werden Gegenstand der Allgemeinen Technologie sein. Die Elemente, Strukturen und Funktionen von Gebilden werden zum Inhalt der Theorie technischer System und die der Relationen eröffnen das Feld der Theorie ökonomischer Systeme (vgl. Wolffgramm 1972, S. 12).

Die Prinzipien der Produktion sind die theoretischen Grundlagen für ein ganzes Forschungsprogramm, das Wolffgramm und seinen Mitstreitern für einen Zeitraum von über 50 Jahren eine systematische wissenschaftliche Arbeit ermöglicht hat und zukünftig für die Gestaltung allgemeiner technischer Bildung Leitgedanke sein wird.



Das System der Prinzipien der Produktion

	Elemente	Strukturen	Funktionen
Prozesse	System der technologischen Grundverfahren	Strukturen technologischer Verfahren	Allgemeine Verfahrensprinzipien
Gebilde	System der Funktionselemente und -organe	Strukturen technischer Systeme	Funktionsprinzipien technischer Systeme
Relationen	System der Grundrelationen	Strukturen ökonomischer Systeme	Prinzipien der Optimierung ökon. Systeme

Abb. 1: Entwurf der Wissenschaft Polytechnik

Quelle: nach Wolffgramm 1968, S. 12

4 Die Grundmodelle der Allgemeinen Technologie

4.1 Struktur des Produktionsprozesses

Wolffgramm strukturiert den Produktionsprozess in seine technologischen Verfahrensstufen. Dazu wird die Produktbildung als Folge von Zustandsänderungen am Arbeitsgegenstand dargestellt, die sich als Wechselwirkungen von Arbeitsgegenstand, Arbeitsmittel und Mensch vollziehen. In jedem Produktionsprozess wirken drei Hauptfaktoren zusammen:

- die menschliche Arbeitskraft,
- der Arbeitsgegenstand und
- das Arbeitsmittel (siehe Abb. 2).

4.2 Die Phasenstruktur des Produktionsprozesses

Die Organisationsstruktur der Produktbildung besteht aus drei Phasen (siehe Abb. 3). Jede der Phasen kann aus einem oder mehreren technologischen Grundverfahren bestehen, die der Realisierung einer technologischen Funktion dienen.

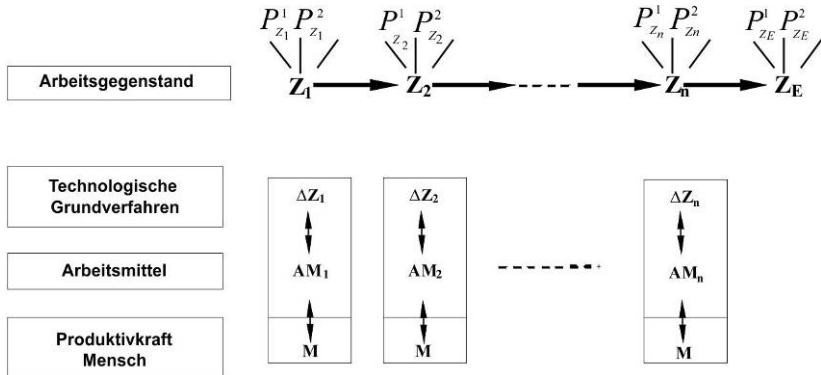


Abb. 2: Strukturschema der technologischen Vorgänge in einem Produktionsprozess

Quelle: nach Wolffgramm 1968, S. 16

In der Vorbereitungsphase werden die Parameter der stofflichen, energetischen oder informationellen Arbeitsgegenstände so verändert, dass in der Hauptphase das technologisch gewollte Ergebnis entsteht. Die Schlussphase dient der Herstellung der Marktfähigkeit des Produktes.

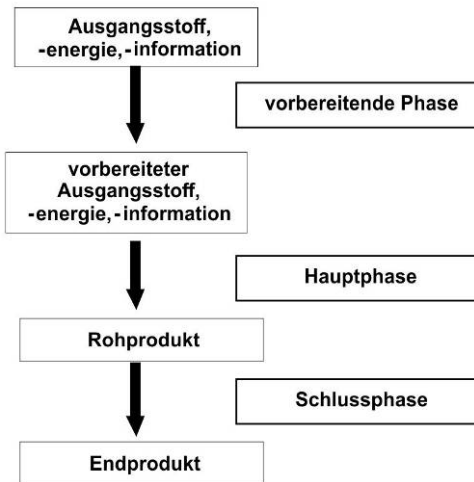


Abb. 3: Phasenstruktur von Produktionsprozessen

Quelle: Wolffgramm 1968, S. 17

4.3 Das System der Bearbeitungsvorgänge

Mit dem System der Bearbeitungsvorgänge wird die Vielfalt der technologischen Grundverfahren erfasst. Das bietet die Möglichkeit, zwischen verschiedenen Grundverfahren Analogien aufzudecken, bei Wolffgramm als Invarianten bezeichnet. In die Matrix werden als Zeileneingänge die aus der Kybernetik übernommenen Größen Stoff, Energie und Information als die drei Klassen von Arbeitsgegenständen eingeführt. Die Bestimmungsgrößen der Spalteneingänge sind die drei grundsätzlich möglichen Änderungen der Arbeitsgegenstände Form-, Struktur- und Ortsänderung (siehe Abb. 4).

	Formänderung	Strukturänderung	Ortsänderung
Stoff	Stoffumformung	Stoffumwandlung	Stofftransport
Energie	Energieumformung	Energieumwandlung	Energietransport
Information	Informationsumformung	Informationsumwandlung	Informationstransport

Abb. 4: System der Bearbeitungsvorgänge

Quelle: nach Wolffgramm 1968, S. 22

Die Felder der Matrix repräsentieren keine Wirtschaftsbereiche. Vielmehr geht es hier um technologische Veränderungen durch einzelne Grundvorgänge. Die Ortsänderungen umfassen auch die Vorgänge der Speicherung.

Wie wir heute wissen, hat sich gezeigt, dass Analogien zwischen den Grundverfahren der drei Klassen von Arbeitsgegenständen nicht immer möglich sind. Vor allem der Bereich der informationsändernden Vorgänge hat seine Spezifik. Information als Arbeitsgegenstand verstanden unterscheidet sich erheblich von Stoff und Energie. Während für Stoff und Energie Erhaltungssätze gelten, können Informationen erzeugt, vernichtet und kopiert werden. Das schränkt analoge Modellbildungen entsprechender Grundvorgänge und ihre Einordnung in das System erheblich ein.

4.4 Die Hierarchie und Struktur technologischer Grundvorgänge

Die Darstellung von technologischen Vorgängen mit stufenweise zunehmendem Abstraktionsgrad erfolgte mit der Absicht, vom speziellen in der Produktionswirklichkeit ablaufenden Vorgang mit seinen vielen spezifischen Parametern zum Wesentlichen (Kernfragen) zu gelangen. Das induktive Vorgehen von der jeweils niederen Stufe zur höheren erfolgt für die Vorgänge aller Klassen von Bearbeitungsvorgängen auf analoge Weise (siehe Tab. 1).

Diese Hierarchisierung bildete später eine der Grundlagen zur Formulierung des Strukturmodells technologischer Grundvorgänge als einen Typ technischer Gesetze.

Tab. 1: Hierarchiestufen technologischer Vorgänge

Abstraktionsstufen	Technologische Vorgänge
5. Ordnung	Klasse von Bearbeitungsvorgängen
4. Ordnung	Typ von Vorgängen
3. Ordnung	Gruppe von Vorgängen
2. Ordnung	Grundvorgänge
1. Ordnung	Spezielle Vorgänge

Quelle: nach Wolffgramm 1968, S. 24

5 Die Grundmodelle der Theorie technischer Systeme

Während in der Allgemeinen Technologie die technologischen Vorgänge der Gegenstand wissenschaftlicher Analysen waren, richteten sich in der Theorie technischer Systeme die theoretischen Untersuchungen auf die Geräte, Maschinen und Apparate, also auf die Gebilde des Produktionsprozesses. Als unabhängig von der konkreten Ausführung des jeweils als System betrachteten technischen Gebildes erkannte Wolffgramm in Weiterführung der Marx'schen Analyse der klassischen Maschine immer wieder vorkommende Elemente mit gleicher Funktion. Die Analyse von Funktionssystemen ergab, dass sie jeweils aus einer begrenzten Anzahl von Teilsystemen bestehen, die eine charakteristische Funktion unabhängig von der konkreten technologischen Aufgabe ausüben.

Diese Elemente bezeichnete Wolffgramm als Funktionsorgane, im Einzelnen sind es Arbeits-, Stütz-, Übertragungs-, Führungs- Antriebs-, Steuerungs- und Optimierungsorgan.

5.1 Das Strukturmodell technischer Systeme

Die Funktionselemente und ihre Relationen zueinander bilden das Strukturmodell technischer Systeme.

Arbeitsorgane wurden als die wesensbestimmenden Teilsysteme in technischen Funktionssystemen herausgestellt. Mit dem Arbeitsgegenstand bilden sie ein Wirkpaar. Es zeigte sich, dass Arbeitsorgane direkt oder indirekt über ein Wirkmedium bzw. eine Wirkenergie auf den Arbeitsgegenstand einwirken. Zur Aufrechterhaltung der Wechselwirkung zwischen Arbeits-

gegenstand und Arbeitsorgan muss kontinuierlich Operationsenergie zugeführt werden.

Der 1968 veröffentlichte Entwurf der Prinzipien der Produktion enthielt vorerst nur eine Aufzählung und Beschreibung der Funktionsorgane. Der damalige Stand der Struktur- und Funktionsanalysen technischer Systeme kannte auch noch kein Positionierungsorgan. Ein erstes Strukturmodell entwarf Wolffgramm 1978 (siehe Abb. 5). Die Untersuchungen zur Präzisierung der Modellbildung wurden von Manfred Perwitzschky, Christian Hein u. a. weitergeführt.

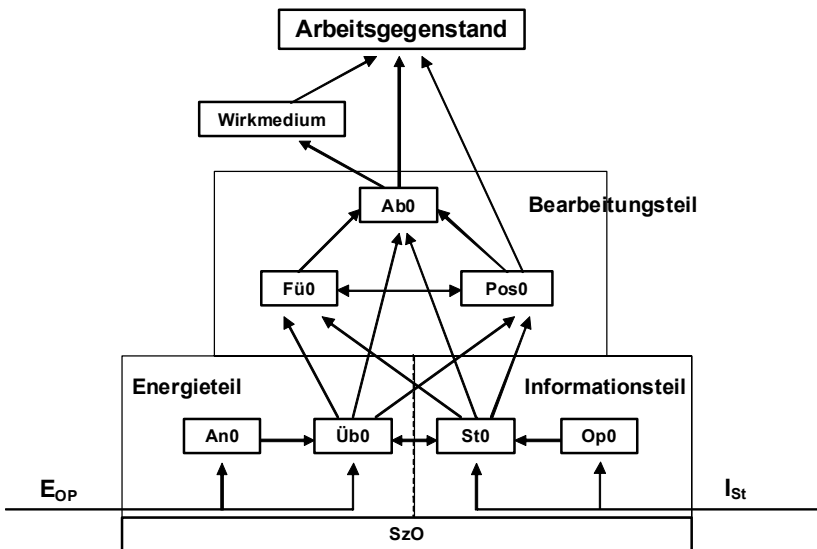


Abb. 5: Strukturmodell technischer Systeme

Quelle: nach Wolffgramm 1980, S. 18

5.2 Die Hierarchie technischer Systeme

Das Kriterium für die Entwicklung der Hierarchie technischer Systeme war die unterschiedliche Komplexität der vielen in der Realität nebeneinander existierenden technischen Gebilde. Zunächst entstand eine Hierarchie technischer Systeme, die stark an die Systemtheorie angelehnt war (siehe Tab. 2).

Diese Hierarchie spielte in der Folge keine entscheidende Rolle. An ihre Stelle trat nach weiteren Untersuchungen zu den Funktionselementen und ihren Wechselwirkungen eine neue Hierarchisierung der technischen Sys-

teme. Erst die detaillierte Kenntnis der gegeneinander abgrenzbaren Funktionen der Teilsysteme führte zum in Abbildung 5 beschriebenen Strukturmodell und aus diesem heraus zur Hierarchie der technischen Systeme.

Tab. 2: Hierarchie von Funktionssystemen

Hierarchieebene	Technische Systeme
5. Ordnung	vernetztes Funktionssystem
4. Ordnung	verkettetes Funktionssystem
3. Ordnung	Funktionssystem
2. Ordnung	Funktionsgruppe
1. Ordnung	Funktionselement

Quelle: nach Wolffgramm 1968, S. 24

Tab. 3: Hierarchieebenen von Funktionssystemen

Hierarchieebene	Funktionssysteme	Organstruktur	Beispiel
1	Werkzeuge	AbO, SzO	Hammer
2	Geräte	AbO, SzO, ÜbO	Handbohrgerät
3	einfache Maschinen	AbO, SzO, ÜbO, FüO	fußgetriebene Nähmaschine
4	klassische Maschinen	AbO, SzO, ÜbO, FüO; AnO	Drehmaschine
5	programmgesteuerte Maschinen	AbO, FüO; SzO, ÜbO, FüO; AnO, StO	Hydrokopiermaschine
6	kybernetische Maschinen	AbO, SzO, ÜbO, FüO; AnO, StO, OpO	Prozessrechner-gesteuerte Erdölverarbeitungsanlage

Quelle: nach Wolffgramm 1997, S. 71

6 Die Spezifik der technischen Wissenschaften und die Gesetze der Technik

Die noch heute geführten Diskussionen darüber, ob die technischen Wissenschaften angewandte Naturwissenschaften sind oder ob sie eine eigene Spezifik besitzen, ist eine alte Streitfrage. Von der Klärung dieser Frage hängt noch heute die Legitimation des Schulfaches Technik ab. In beiden deutschen Staaten rangen Ingenieure, Technikphilosophen, Techniksoziologen

und Technikdidaktiker um die gesellschaftliche Akzeptanz der Technik als Gegenstand einer eigenständigen Wissenschaft und damit auch als Bildungsgegenstand im Bereich der Allgemeinbildung. Jede Wissenschaft definiert sich über ihren Gegenstand. Für die technischen Wissenschaften definierte den Gegenstand Wolffgramm folgendermaßen:

„Die Technik umfasst die Gesamtheit der Verfahren und Mittel, die der Mensch sich mit dem Ziel der Befriedigung seiner materiellen und kulturellen Bedürfnisse schafft und dienstbar macht. Sie ist das durch den Einsatz künstlicher materieller Mittel erzwungene komplexe und zielgerichtete Zusammenwirken von Naturvorgängen, durch das die Gegenstände der menschlichen Tätigkeit zweckentsprechend und gemäß den gesellschaftlichen Zielen verändert werden.“ (Wolffgramm 1978, S. 22)

6.1 *Die Spezifik der Technik*

Die 3. Konferenz 1978 zum Thema „Technikgesetze und Polytechnischer Unterricht“ richtete sich auf die Klärung des Verständnisses des Technik- und Technologiebegriffs und der Spezifik der Technik. Die Kernaussagen waren:

- Technische Wissenschaften sind eigenständig,
- in ihnen vereinen sich natürliche und gesellschaftliche Komponenten,
- Technik ist final determiniert,
- Technik ist eine spezifische Erscheinungsform des gesellschaftlichen Seins,
- die Entwicklung der Technik verläuft mit zunehmender Komplexität ihrer Funktionen,
- in der Technik vereinen sich objektiv Mögliches und ökonomisch Vertretbares und
- es existiert eine Lösungsvielfalt technischer Probleme.

Die technischen Wissenschaften verfügen über eigenständige Gesetzmäßigkeiten. Auf der Basis der dargestellten Positionen zur Spezifik der Technik begriff Wolffgramm auch die Technologie als Disziplin der technischen Wissenschaften:

„Die Technologie ist eine Technikwissenschaft. Ihr Gegenstand sind die mittels technischer Systeme an Arbeitsgegenständen innerhalb des Produktionsprozesses durchgeführten Bearbeitungsvorgänge.“ (Wolffgramm 1978, S. 25)

6.2 Struktur- und Funktionsgesetze der Technik

Die Klärung der Spezifik der Technik und der Technischen Wissenschaften hat deutlich gemacht, dass diese nicht auf bloße Anwendung von Naturgesetzen zu reduzieren waren. Damit wurde auch die Frage nach spezifischen Gesetzen der Technik aufgeworfen. Die Forschungen zur Theorienbildung der Prinzipien der Produktion führten immer stärker zu gesetzmäßigen Zusammenhängen. Aus der Komplexität der Technik folgte der Schluss, dass Technikgesetze Systemcharakter besitzen müssen. Gesetzesaussagen über technische Sachverhalte beinhalten das komplexe Zusammenwirken von natürlichen und gesellschaftlichen Komponenten.

Nach dem damaligen Erkenntnisstand wurden Strukturgesetze und Funktionsgesetze unterschieden. Sie korrelieren zwar eng, sind jedoch in ihren Aussagen klar zu unterscheiden.

Strukturgesetze decken die bestimmenden Elemente, ihre Wechselbeziehungen sowie ihre Funktion innerhalb des Systems auf. Als ein typisches technisches Strukturgesetz gilt die Organstruktur technischer Systeme, die mit dem in Abbildung 5 dargestellten Strukturmodell abgebildet ist. Ein weiteres Strukturgesetz stellt die Phasenstruktur von Produktionsprozessen dar (siehe Abb. 3).

Funktionsgesetze enthalten Aussagen über Wirkfaktoren und Wirkbedingungen sowie deren Kopplungen zur Erzielung technologischer und technischer Vorgänge. Ein solches typisches Funktionsgesetz ist das technologische Wirkprinzip (siehe Abb. 6).

Die Darstellung zeigt die Struktur des technologischen Grundvorganges. In ihm ist das technologische Wirkprinzip ein Strukturelement. Es beinhaltet eine Funktion, die sich in der Erzielung des gewollten technischen Vorganges ausdrückt. Nur bestimmte Eigenschaften der Wirkfaktoren und bestimmte Wirkbedingungen führen zum Ergebnis. Untersuchungen zum Wirkprinzip ermöglichten die Spezifizierung der Strukturelemente des technologischen Wirkprinzips. Sie führten zur Erkenntnis, dass die Verarbeitungseigenschaften des Arbeitsgegenstandes, die Funktionseigenschaften des Arbeitsorgans und die energetischen Wirkbedingungen Voraussetzung für die effiziente Wechselwirkung sind und damit das Wirkprinzip realisieren. Wirkprinzipien haben ihre Gültigkeit auf der Ebene der Vorgangsguppe innerhalb der Hierarchieebenen technologischer Vorgänge (siehe Tab. 1) und haben Gültigkeit für alle Klassen von Bearbeitungsvorgängen.

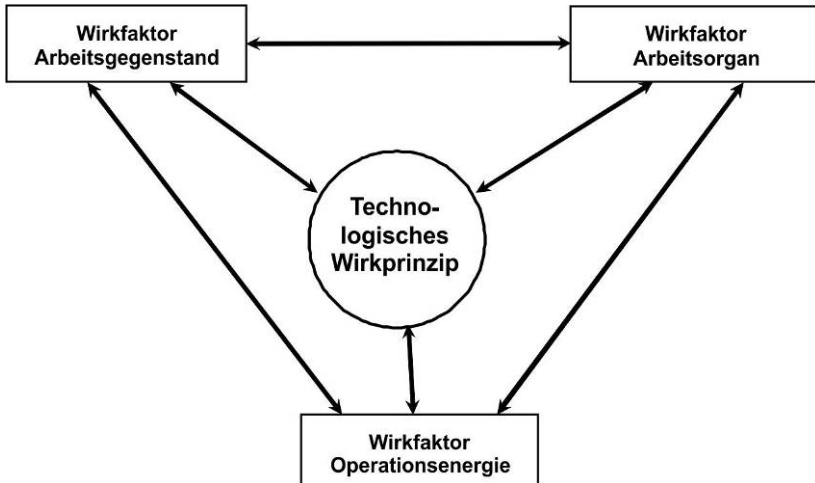


Abb. 6: Struktur technologischer Grundvorgänge

Quelle: nach Wolffgramm 1980, S. 14

Die Aufdeckung von Strukturen in Produktionsprozessen führte auch dazu, Grundsätze zu untersuchen, nach denen technologische Vorgänge in Produktionsprozessen miteinander verknüpft sind. In einigen Produktionszweigen, insbesondere in der chemischen Industrie, war eine Zwangsverketzung der Systeme unabdingbar. Die Untersuchungen des Organisationsgefüges gerade in diesem Bereich ergaben bestimmte, immer wiederkehrende Prinzipien und Regeln. Sie werden als Allgemeine Verfahrensprinzipien bezeichnet und sind ein Teilbereich der Allgemeinen Technologie.

Eine systematische Ordnung dieser wissenschaftlichen Grundsätze erfolgte wiederum mit einer zweidimensionalen Matrix. Als Bestimmungsgrößen für die Zeileneingänge wird das beabsichtigte Ziel, von Wolffgramm als Funktion bezeichnet, gewählt. Die Bestimmungsgrößen der Spalteneingänge sind die Elemente des technologischen Vorgangs, bei Wolffgramm hier als Wirkungsaspekt oder Betrachtungsaspekt bezeichnet. Alle Funktionen dieser Prinzipien zielen letztlich auf die Reduzierung des ökonomischen Aufwandes in den Produktionsprozessen. Bei einigen Funktionen ist die Qualitätsverbesserung der Produkte das Ziel, was letztlich auch von ökonomischer Bedeutung ist.

Der erste Entwurf zur Systematisierung von Organisations- und Entwicklungsprinzipien 1972 war eine Matrix, die sowohl Prinzipien der Ver-

fahrensführung als auch der Aufwandsminimierung abbildete (siehe Abb. 7). Die weiteren Untersuchungen führten zur Differenzierung der Prinzipien nach ihren Wirkungen im Gesamtprozess und damit zur Gruppenbildung in solche mit vorwiegend maschinen- und anlagentechnischen Gestaltungsmerkmalen und solchen, die auf ökonomische und/oder ökologische Wirkungen zielen bzw. innovative wissenschaftliche Erkenntnisse zur Anwendung bringen sollen.

Betrachtungs- aspekt Funktion	Arbeitsgegenstand	Bearbeitungsvorgang	Arbeitsmittel
Systemorganisation	Fliessprinzip	Kontinuitätsprinzip	Prinzip der Zwangsverketzung
Stabilisierung	Speicherprinzip	Pufferungsprinzip	Redundanzprinzip
Variabilisierung	Adaptivprinzip	Anpassungsprinzip	Baueinheitenprinzip
Intensivierung		Prinzip der Intensivierung des Bearbeitungsvorganges	Prinzip der Vergrößerung der aktiven Flächen
Aufwands- minimierung	Prinzip der maximalen Nutzung des Arbeitsgegenstandes	Prinzip der Verkürzung der technologischen Kette	Prinzip der Minimierung des Aufwandes an technischen Systemen

Abb. 7: System der Allgemeinen Verfahrensprinzipien

Quelle: nach Wolffgramm 1972, S. 34

Mit der zunehmenden Automatisierung der Produktion konnten die Verfahrensprinzipien als eine unabdingbare Gestaltungskomponente empirisch belegt werden. Auf Grund dieser allgemeinen Erscheinung wurden sie in der Techniktheorie als Gesetzmäßigkeit eingestuft und in die Klasse der Funktionsgesetze eingeordnet.

Nicht alle Felder der Matrix waren anfangs ausreichend belegt. Später wurden die Bestimmungsgrößen durch solche erweitert, die zur Intensivierung und Ökologisierung der Prozessabläufe in der Praxis beitragen. Daraus ergaben sich weitere Untersuchungen in allen Bereichen der Wirtschaft, die allgemeine Grundsätze zur wissenschaftlichen Gestaltung von Produktionsprozessen aufdecken sollten. Diese wurden auch als Schlüsseltechnologien, in der nachfolgenden Zeit als Entwicklungstendenzen bezeichnet. Diese Entwicklungstendenzen wurden für fünf Bereiche aufgedeckt:

- Tendenzen, Strategien und Prinzipien der Technologieentwicklung;
- Strategien und technologische Prinzipien der Verfahrensintensivierung;
- Strategien und technologische Prinzipien der rationellen Materialnutzung;

- Strategien und technologische Prinzipien der rationellen Energienutzung;
- Strategien und technologische Prinzipien der Ökologisierung von Produktionsprozessen.

Diese Tendenzen sind Ausdruck des Einflusses aktueller gesellschaftlicher Forderungen.

7 Die Weiterentwicklung der Prinzipien der Produktion

Der Stand der bisherigen Forschungsergebnisse zu den Prinzipien der Produktion war das Thema der Konferenz 1985. Prinzipien der Produktion wurden als Gemeinsamkeiten (Invarianten) bestimmter Klassen von Erscheinungen und Vorgänge der Produktionsprozesse verstanden. Sie sind die Abstraktion konkreter Erscheinungsformen der einzelnen Produktionsprozesse, von ihren Besonderheiten und spezifischen Bedingungen.

„Ihr Aussagenbereich erfasst sowohl die materiell-technischen wie auch die sozial-ökonomischen Komponenten des Produktionsprozesses.“ (Wolffgramm 1986, S. 15)

Gegenüber dem Bearbeitungsstand von 1968 sind folgende Weiterentwicklungen des Systems der Prinzipien der Produktion sichtbar (siehe Abb. 8):

- Die Zeileneingänge der Bestimmungsgrößen für die materiell-technischen Komponenten wurden um das Strukturelement Arbeitsgegenstand erweitert.
- Die anfänglich ausschließlich ökonomische Komponente wurde in den Zeileneingängen um den sozialen Aspekt Arbeitskraft erweitert.
- Der Spalteneingang Funktion wurde in die Bestimmungsgrößen Organisation und Entwicklung differenziert.

Dieses modifizierte System der Prinzipien der Produktion macht den Weg frei, die Welt der Technik in bisher nicht gekanntem Umfang abzubilden.

Im Bereich der sozial-ökonomischen Komponenten existiert gegenwärtig der größere Forschungsbedarf. Obwohl Wolffgramm hierzu Forschungsarbeit initiiert hat, war es letztlich nicht sein Fach- und Aufgabengebiet.

Systemaspekte		Elemente	Strukturen	Organisation	Entwicklung
Faktoren des Produktionsprozesses					
materiell-technische Komponenten	System der Arbeitsgegenstände	Arbeitsgegenstände	Strukturen der Arbeitsgegenstände		E-tendenzen der Arbeitsgegenstände
	technische Systeme	technische Gebilde	Strukturen technischer Systeme	Verkettingsprinzipien technischer Systeme	E-tendenzen technischer Systeme
	Technologische Systeme	technologische Vorgänge	Strukturen technologischer Systeme	Allgemeine Verfahrensprinzipien	E-tendenzen technologischer Systeme
sozial-ökonomische Komponenten	ökonomische Systeme	ökonomische Relationen	Strukturen ökonomischer Systeme	Prinzipien der Organisation ökonomischer Systeme	E-tendenzen ökonomischer Systeme
	Arbeitskraft	Arbeitsvermögen	Strukturen des Arbeitsvermögens	Prinzipien der Arbeitsorganisation	E-tendenzen des Arbeitersystems

Abb. 8: Prinzipien der Produktion oder die Strukturierung der Wissenschaft Polytechnik

Quelle: nach Wolffgramm 1986, S. 20

8 Schlussbemerkungen

Wer die Absicht hat, Wolffgramms Werk zusammenzufassen und angemessen zu präsentieren, der steht vor einer sehr schwierigen Aufgabe. Es ist kaum möglich, alle seine Ideen und Arbeitsergebnisse in einem Beitrag zusammenzufassen. Die Autoren haben das in den Vordergrund gestellt, was aus ihrer persönlichen Erfahrung und Sicht das Wesentliche ist. Wir als seine Schüler bitten ihn deshalb um Nachsicht für Unterlassungssünden.

Wolffgramm hat uns ein Instrumentarium in die Hand gegeben, mit dem wir in die Lage versetzt sind, allgemeine technische Bildung auf systematischer wissenschaftlicher Grundlage zu organisieren und zu gestalten. Das bedeutet, dass Jugendlichen ein umfassendes technisches Weltbild vermittelt werden kann – eine unverzichtbare Notwendigkeit des 21. Jahrhunderts. Bis heute ist das in Deutschland leider noch nicht der Fall.

Unter Wolffgramms Regie konnte der Bereich der materiell-technischen Komponenten der Technik weitgehend wissenschaftlich geklärt werden.

Die Bilanz der von ihm betreuten wissenschaftlichen Arbeiten ist stattlich. An der Universität Halle betreute er

- 28 Dissertationen;
- 23 Habilitationen;
- 81 Diplomarbeiten.

An anderen Hochschulen war Horst Wolffgramm bei

- 11 Dissertationen und
- 4 Habilitationen

als Gutachter wirksam.

Literatur

- Beckmann, J. (1984): Anleitung zur Technologie [1777]. In: Anleitung zur Technologie. Auswahl u. hg. v. M. Füssel. Hildesheim (reprinta historica didactica, Bd. 6)
- Wolffgramm, H. (1968): Grundpositionen des allgemeintechnischen Unterrichts. In: Wolffgramm, H. (Hg): Zu wissenschaftlichen Grundlagen des Polytechnischen Unterrichts. Halle, S. 7–33
- Wolffgramm, H. (1972): Wissenschaftliche Grundlagen der Polytechnik. In: Kleinau, M. (Hg.): Zur Lehrerbildung für den polytechnischen Unterricht. Halle (Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg), S. 3–40
- Wolffgramm, H. (1975): Zur Spezifik der technischen Wissenschaften und ihrer Konsequenzen für die Theorie und Methodik des polytechnischen Unterrichts. In: Bösenberg, A. (Hg.):

- Sozialistische Produktion – Allgemeinbildung – Persönlichkeit. Thesen der Beiträge. Halle (Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg), S. 7–10
- Wolffgramm, H. (1978): Allgemeine Technologie. Elemente, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten technologischer Systeme. Leipzig
- Wolffgramm, H. (1980): Gesetze der Technik und ihr Platz im Inhalt der Polytechnischen Bildung. In: Kleinau, M. (Hg.): Sozialistische Produktion – Allgemeinbildung – Persönlichkeit. III. Konferenz. Halle (Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg), S. 8–24 (Wissenschaftliche Beiträge 1980 / 21 [E 30])
- Wolffgramm, H. (1982): Der Wissenschaftlich-Technische Fortschritt als Gegenstand des polytechnischen Unterrichts. In: Kleinau, M. (Hg.): Wissenschaftlich-Technischer Fortschritt und polytechnische Bildung. Halle (Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg), S. 23–35 (Wissenschaftliche Beiträge 1982 / 36 [E 46])
- Wolffgramm, H. (1986): Prinzipien der Produktion – Fachwissenschaftliche Grundlage für das polytechnische Profil der Fachausbildung. In: Kleinau, M.; Wolffgramm, H. (Hg.): Prinzipien der Produktion – objektive Grundlage des polytechnischen Profils der Fachausbildung. Halle (Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg), S. 10–25 (Wissenschaftliche Beiträge 1986/11 [E 76])
- Wolffgramm, H. (Hg.) (1989): Schlüsseltechnologien im Überblick. Leipzig (Polytechnische Bibliothek)
- Wolffgramm, H. (1994): Allgemeine Technologie. Teil 1. Hildesheim (Allgemeine Techniklehre, Bd. 1)
- Wolffgramm, H. (1995): Allgemeine Technologie. Teil 2. Hildesheim (Allgemeine Techniklehre, Bd. 2)
- Wolffgramm, H. (1997): Technische Systeme. Teil 1. Hildesheim (Allgemeine Techniklehre, Bd. 3)
- Wolffgramm, H. (1998): Technische Systeme. Teil 2. Hildesheim (Allgemeine Techniklehre, Bd. 4)

[Leicht veränderter Nachdruck aus Hartmann, E.; Theuerkauf, W. E. (Hg.): Allgemeine Technologie und Technische Bildung. Frankfurt/M. 2008, S. 19–34]