

Mensch, Natur, Handlung.

Zu Ropohls Systemtheorie der Technik.

Kurze Biographie Günter Ropohls

Günter Ropohl wurde 1939 geboren. Er promovierte in Stuttgart (1970) zum Dr.-Ing. und habilitierte sich sieben Jahre später in Karlsruhe.

In den folgenden 3 Jahren arbeitete er als *Professor für Philosophie und Soziologie der Technik* an der Universität Karlsruhe. 1981 wechselte er an die Johann Wolfgang von Goethe Universität Frankfurt am Main, an der er bis dato als *Professor für Allgemeine Technologie* am Institut für Polytechnik/Arbeitslehre tätig ist.

Eine achtjährige Gastdozentenstelle (1983-1991) hatte Ropohl am Inter-University-Centre, Dubrovnik (Kroatien). Des weiteren war er als Gastprofessor am Rochester Institute of Technology, Rochester NY (USA) und an der Universität Stuttgart (beide in 1998) tätig.

Ropohl hat zahlreiche Veröffentlichungen im Bereich der Technikphilosophie hervorgebracht. Genannte sein sollen an dieser Stelle neben seinem Hauptwerk *Eine Systemtheorie der Technik* von 1979, das Thema der vorliegenden Ausarbeitung ist, seine aktuellsten Beiträge, nämlich *Nachdenken über Technik* aus dem Jahr 2000, einem Sammelband des VDI mit Rezensionen der „Klassiker der Technikphilosophie“, den er zusammen mit Christoph Hubig und Alois Huning herausgegeben hat und *Erträge der interdisziplinären Technikforschung*, das in diesem Jahr erschienen ist.

Von ihm stammen außerdem zahlreiche Beiträge in Sammelwerken und Fachzeitschriften zur Fertigungstechnik, zur Systemtheorie und Systemtechnik, zur Philosophie und Soziologie der Technik sowie zur Technikethik und Technikbewertung.

Er ist u.a. als Mitglied im Verein Deutscher Ingenieure (VDI) und in der Allgemeinen Gesellschaft für Philosophie in Deutschland (AGPD) aktiv.

Voraussetzung des Diskurses

Ziele

Ropohls Hauptwerk „Eine Systemtheorie der Technik“ von 1979 ist der Basalentwurf einer umfassenden Technikdeutung, die sich ganzheitlich-rational technischen Fragen nähert.

Voraussetzungen für einen weit gefassten Technikentwurf sind erstens durch modellistische Abstraktion und operative Systematisierung allgemein gehaltene Aussagen, die den Erkenntnisgegenstand nicht einengen, zweitens die Annahme Technik sei Ergebnis menschlicher Entscheidungen und Handlungen und schließlich drittens eine wissenschaftstheoretische Grundhaltung, welche die Verantwortlichkeit des Forschers ausdrücklich bejaht.

Ziel ist es also, mit der Systemtheorie der Technik ein *integratives Konzept* zu erarbeiten, das gleichermaßen Erklärung, Verstehen und Entscheidung, Beschreibung, Beurteilung und Bewertung von Technik beinhaltet.

Inhalte

Zugrunde liegt dabei ein *Technikbegriff mittlerer Reichweite*, d.h. eine Ansiedlung des Technikbegriffs zwischen der engen (ingenieurwissenschaftlichen) Auslegung als „Aggregation von Artefakten“ und der sehr weiten Position, „alles“ sei Technik. Wichtig ist dabei, dass die Abgrenzbarkeit zu anderen Bereichen der Realität gewährleistet ist.

Die Definition von Ropohl lautet¹: „Die Technik umfasst die gegenständlichen Artefakte, deren Entstehung und Verwendung [...]“. Dabei entsteht ein *Beziehungsgeflecht* zwischen den Entstehungs-, Sach- und Verwendungszusammenhängen mit natürlicher, humaner und sozialer Dimension.

Außerdem wird vorausgesetzt, dass technische Sachverhalte sowohl verbesserungs-, ergänzungs- und entwicklungsbedürftig als auch verbesserungs-, ergänzungs- und entwicklungsfähig sind, woraus sich Beschreibungsmerkmale ergeben wie z.B. die *Perfektionierbarkeit von Technik* und der mehrdimensionale Zusammenhang, der dabei gesehen werden muss (natural, human, sozial).

Mit dieser *Interdisziplinarität* leistet Ropohl eine funktionale Bestimmung soziotechnischer Systeme in ihren ontischen, genetischen und finalen Aspekten, mit dem Ziel, technische Phänomene zu beschreiben, zu ordnen und handlungsrelevant aufzubereiten.

Methode

Für diesen Zweck hält er die *Beschreibung von Technik in Systemen* für geeignet, da sie die „Organisation von Erkenntnis der Wirklichkeit“² übernehmen und ihrem Charakter nach dem Technikkonzept Ropohls nahe kommen, weil in Systemen nicht nur die Systemelemente (Artefakte) zählen, sondern auch die Beziehungen zwischen den Elementen (Entstehung, Verwendung).

Nachteile des Systemkonzepts sind der selektiv epistemologische Zugang zur Wirklichkeit, die Modellhaftigkeit eines System (mit allen Problemen, die die Modellierung aufwirft) und die Beliebigkeit der Systematisierung (alles kann als System gedacht werden).

Stärke des Systementwurfs ist die Tatsache, dass Systeme nicht nur nachträglich zur schematischen Wirklichkeitsabbildung herangezogen werden können, sondern dass sich mit Hilfe von Systemen mittels Erkenntnis projektiv neue Zusammenhänge aufzeigen lassen, an denen sich die Wirklichkeit zukünftig ausrichtet (Systemtechnik). Grenzen dieses selbstreflexiven Vorgangs liegen dort, wo Systeme nicht mehr exakte Korrelate realer Sachverhalte sind bzw. sein können (z.B. bei sozialen Zusammenhängen).

Grundbedingungen

Der Mensch (*conditio humana*)

Ropohl geht von dem Menschenbild Arnold Gehlens aus, der den Menschen als Mängelwesen betrachtet, für den Technik Organersatz, Organentlastung oder Organverstärkung bedeute. Die *conditio humana* ist Grundlage auch in Ropohls Systemtheorie. Der Mensch hat eine flexible organische Grundausstattung, die ihm die Fähigkeit zur Gestaltung seiner Umwelt mit dem Ziel der Bedürfnisbefriedigung verleiht, mehr noch: Durch Technik geschieht die „Menschwerdung“ im eigentlichen Sinne, erst Technik ermöglicht den Übergang von der *huminitas* zur *humanitas*.

Die Natur

Natur wird als Gegenpol der Technik begriffen. Dabei ist „Natur pur“ defizitär und wird erst durch den Einsatz des Menschen und seiner Technik vollkommen. Dies ist die Legitimation für den Technikeinsatz mit Wirkung auf die Natur. Ropohl hat dabei aber nicht die Exploration der

¹ Ropohl (1979): S. 43.

² Ebd.: S. 90.

Natur durch den Menschen mit Hilfe der Technik vor Augen, sondern eine ökologische Einbettung des menschlichen Eingriffs in die Natur.

Die Handlung

Handeln ist nach Ropohl weit mehr als „Veränderung der Natur“³. Auch die ausschließlich soziologisch determinierten Handlungsbegriffe Webers und Parsons’ reichen nicht hin; Ropohl spricht in diesem Zusammenhang von „Sachblindheit der Soziologie“⁴. Wichtig ist Ropohl der Transformationsaspekt des Handelns. Er greift daher auf den Handlungsbegriff Kempfs zurück⁵: „Handeln ist die Transformation einer Situation in eine andere. Diese Umformung einer Situation folgt einer Maxime und im idealen Falle derart, dass mit der Ausgangssituation und der Maxime des Handelnden die Endsituation festgelegt ist.“

Handeln ist damit zirkuläre Bezugnahme auf Wirklichkeit und versucht durch technische und soziale Eingriffe einen Ausgangszustand in einen Endzustand zu überführen, und zwar auf eine deterministische Weise, bei der der Endzustand eine Funktion der Parameter „Ausgangszustand“ und „Transformationsregel“ ist.

Diese pragmatisch-erfolgsorientierte Sicht ist Grundlage für das systemtheoretische Herangehen an Technik. Es gibt einerseits einen klaren Ablauf und zum anderen ein operationalisierbares Konzept, das sich mit den Mitteln der Systemtheorie gut darstellen lässt und dabei die Ganzheitlichkeit (das ist ja Ropohls Anspruch) sichert. Als ein solches Unternehmen rationaler Selbstreferenz, Selbsttransparenz und Selbstsicherung leistet das Ropohlsche Konzept, wie es Langenegger formulierte, „Aufklärung über Technik als technologische Aufklärung“⁶, wobei die Schwäche dieser Sichtweise –auch dies lässt sich bereits jetzt sagen- im Fehlen eines korrektiven Moments liegt.

Systeme

Allgemeines zum Systembegriff

Bei dem von Ropohl verwendeten Systembegriff ist eine funktionale, eine strukturelle und eine hierarchische Sichtweise zu unterscheiden.

Funktionale Sichtweise

Ein System hat einen Input oder mehrere Inputs aus der Systemumgebung, einen Zustand oder mehrere Zustände und einen Output oder mehrere Outputs, zurück in die Umgebung des Systems.

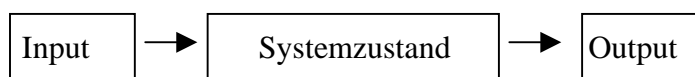


Abb.1: Funktionale Sichtweise eines Systems (nach Ropohl)⁷

³ Gehlen, zit. nach ebd.: S. 109.

⁴ A.a.O.

⁵ A.a.O.

⁶ Langenegger (1990): S. 77.

⁷ Ropohl (1979): S. 55.

Das System selber erscheint in der funktionalen Sichtweise als „black box“, es wird noch nichts über die Elemente und Relationen ausgesagt, derer sich die strukturelle Sichtweise annimmt.

Strukturelle Sichtweise

Was passiert nun in der „schwarzen Systembox“? Jedes System ist beschrieben durch seine *Elemente*, die in *Relationen* zueinander stehen.

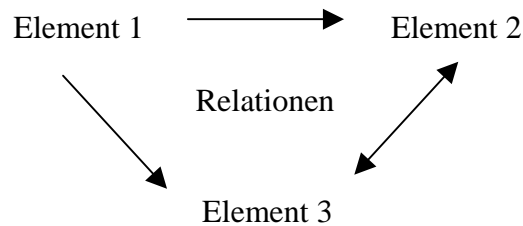


Abb.2: Struktur eines Systems (nach Ropohl)⁸

Dabei können die Elemente zum Beispiel aneinandergereiht auftreten, etwa in Form von Ursache-Wirkung-Zusammenhängen, was systemtheoretisch einer *Reihenkopplung* entspräche. Analog dazu führt eine Verzweigung, beispielsweise bedingt durch eine alternative Relation, zu einer *Parallelkopplung*. Greift ein nachgelagertes Element auf seinen Vorgänger oder auf ein anderes vorgelagertes Element zurück, wenn und solange ein bestimmter erwünschter Systemzustand nicht erreicht ist, spricht man von einer *Rückkopplung*.

Die Anzahl der Elemente und die Anzahl der Relationen bestimmen die *Komplexität* eines Systems.

Hierarchische Sichtweise

Schließlich ist die Systemhierarchie zu untersuchen. Dabei wird deutlich, dass ein System eingebettet sein kann in andere übergeordnete Systeme, so genannte *Supersysteme*, oder aber selbst untergeordnete Systeme, *Subsysteme*, haben kann.

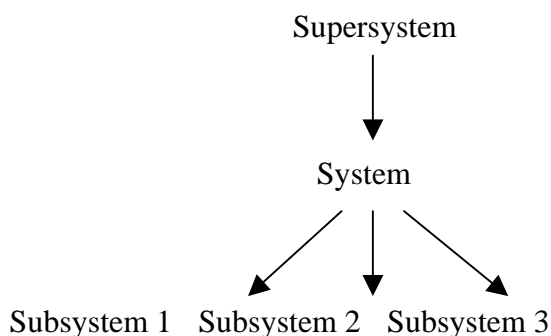


Abb.3: Systemhierarchie (nach Ropohl)⁹

Erwähnenswert ist der Zusammenhang, dass man eine umso genauere Erklärung des Systems erhält, je mehr man sich in die Niederungen der Subsysteme einarbeitet, während man

⁸ A.a.O.

⁹ A.a.O.

andererseits bei einer Betrachtung des Supersystems ein tieferes Verständnis der Bedeutung des Systems gewinnt.¹⁰

Entscheidend ist jedoch, dass diese drei Sichtweisen zusammen betrachtet werden müssen.

Allgemeine Handlungssysteme

Unter einem Handlungssystem versteht Ropohl die Instanz, die Handlungen durchführt.¹¹ Dabei nimmt er Bezug auf das Kategorienschema der Kybernetik, das drei Kategorien als ursächlich für alles in der Welt ansieht, nämlich *Materie*, *Energie* und *Information*: „Materie ist alles, was Masse besitzt und physischen Raum in Anspruch nimmt, Energie [ist] die Fähigkeit, Arbeit zu leisten (physikalische Arbeit, also das Produkt aus Kraft und Weg) und Information ist schließlich jede Folge oder Anordnung von Zeichen, die mit bestimmten Häufigkeiten auftreten, denen eine bestimmte Bedeutung beigemessen werden kann, und die einen Adressaten zu einem bestimmten Verhalten veranlassen können.“¹²

Des weiteren besitzt ein Handlungssystem stets drei Subsysteme, und zwar das *Zielsetzungssystem*, in dem die Leitlinien des Handelns definiert werden, das *Informationssystem*, in dem die informationellen Attribute zum Tragen kommen und das gewährleistet, dass eine Interaktion mit anderen Handlungssystemen möglich wird und das *Ausführungssystem*, in dem die Arbeit i.e.S. geleistet wird.

Sie sind -wie in der Abbildung auf den nächsten Seite schematisch verdeutlicht- miteinander im Austausch dieser Kategorien Materie, Energie und Information verbunden.

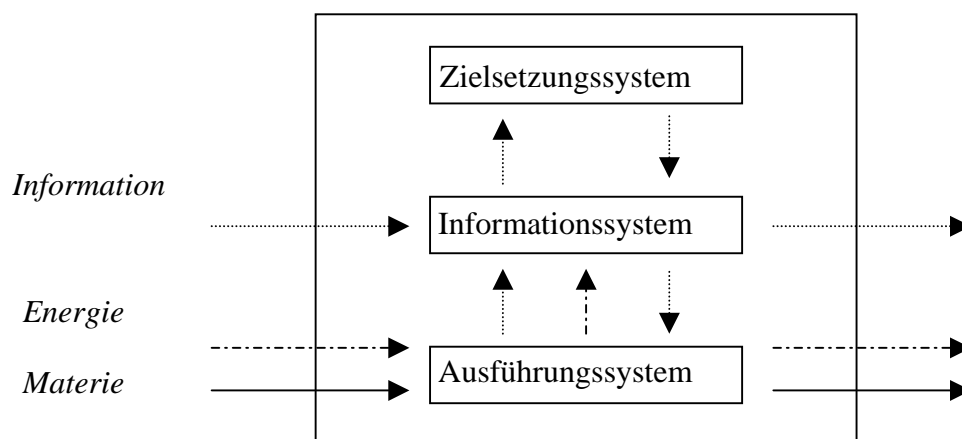


Abb.4: Grobstruktur eines Handlungssystems (nach Ropohl)¹³

Humansysteme

Der Mensch ist Operator in kognitiven, affektiven und aktional-sensomotorischen Prozessen, und zwar auf drei hierarchischen Ebenen:

- auf der Ebene des *Personalen Mikrosystems*, auf der natürliche Subjekte tätig werden,
- auf der Ebene der *Sozialen Mesosysteme* (gemeint sind die Unternehmen) und
- auf der Ebene des *Sozialen Makrosystems* (also des Staates).

¹⁰ Ebd.: S. 56.

¹¹ Ebd.: S. 109.

¹² Ebd.: S. 112.

¹³ Ebd.: S. 131.

Dabei sind die Ebenen entweder hypertaktisch (top down) als *Segregation* oder hypotaktisch (bottom up) als *Aggregation* von Technik zu verstehen. Segregation meint die Koordination und Umsetzung gesellschaftlicher Ziele und Aggregation die Überführung des gesammelten technischen Wissens in Artefakte. Nach Ropohl entsteht Technik im Zusammenhang von Segregation und Aggregation meist als Provisorium.

Folgende Abbildung soll den Zusammenhang noch einmal verdeutlichen.

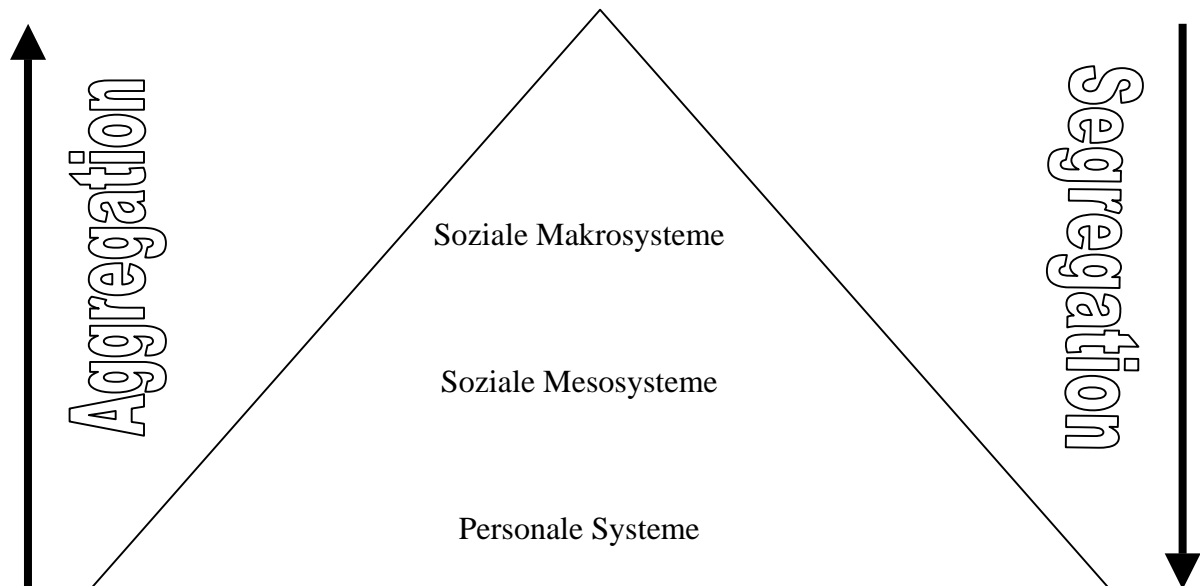


Abb.5: Hierarchie der menschlichen Handlungssysteme (nach Ropohl)¹⁴

Sachsysteme

Nach dem handelnden Menschen kommen nun die „handelnden“ Maschinen –gleichsam als Teil der Gesellschaft betrachtet- in den Mittelpunkt der Betrachtung. Der Unterschied zum Menschen, die *differentia specifica*, liegt im bei Maschinen fehlenden Entscheidungsvermögen.

Ropohl definiert fünf Attribute und drei Funktionen, die in einem Sachsystem auftreten können bzw. die ein Sachsystem haben kann.

Die *Attribute* sind zum einen die drei bereits genannten Kategorien *Materie*, *Energie*, *Information*, hinzu kommen *Zeit* und *Raum*. Die *Funktionen* sind die *Transformation/Wandlung* (Funktionstechnik), der *Transport* (Transporttechnik) und/oder die *Speicherung* (Speicherungstechnik) eines oder mehrerer Attribute. Die meisten technischen Systeme sind multifunktional und beziehen sich auf mehrere (wenn nicht gar alle) Attribute.

Dazu das Beispiel eines Sachsystems aus dem Alltag: Die Kaffeemaschine, ein kleines, für jeden Haushalt erschwingliches, recht einfaches technisches Artefakt, bei dem dennoch alle Komponenten und Funktionen vorhanden sind.

Zunächst ist auch bei der Kaffeemaschine *Energie* notwendig, welche in Form von elektrischem Strom zugeführt wird, so dass die Wärmeplatte heiß wird und das Wasser kocht. *Materie* wird selbstverständlich auch benötigt, namentlich die „Rohstoffe“ Wasser und Kaffeepulver. Des Weiteren benötigt ein Herstellungsprozess eine gewisse *Zeit*, also ungefähr 10 Minuten.

¹⁴ Ebd.: S. 141.

Eine Kaffeemaschine hat eine *räumliche Ausdehnung*, die bei handelsüblichen Modellen für Privathaushalte ca. 12.000 bis 15.000 cm³ beträgt.

Ein *Transport* (des Wasser und danach des Kaffees) findet ebenso statt wie eine *Speicherung*. Als Speichermedium fungiert die Kaffeekanne. Und dass Kaffee etwas anderes ist als die Rohstoffe Wasser und Kaffeepulver, dass also eine *Transformation* stattfindet, ist ebenso evident.

Problematisch ist die Einbindung der *Information* in das Modell, da diese von zwei Seiten betrachtet werden kann. Zum einen aus Sicht des Benutzers, der auf die Information angewiesen ist, also z.B. auf die Angabe, wie viele Tassen Kaffee sich aus der zugeführten Menge Wasser herstellen lassen, welche ihn veranlasst, die Menge des hinzuzufügenden Kaffeepulvers gemäß einer bestimmten „Zuordnungsvorschrift“ zu regeln. Da dieser Benutzer jedoch nicht zum Sachsystem selber zählt, muss zum anderen die sachsystemimmanente Information betrachtet werden, also die Information, die „in der Maschine steckt“ und diese gleichsam zur „geronnenen Information“ werden lässt.

Das Entscheidende ist jetzt, dass die Artefakte selber keine Bedeutung haben, sondern es kommt bei diesen „Kristallisationen gesellschaftlicher Verhältnisse“¹⁵ auf ihren Entstehungs- und Verwendungskontext an, denn „eine rein ingenieurwissenschaftliche Beschränkung auf isolierte Sachsysteme [vermag] nicht einmal eine angemessene Charakterisierung der Artefakte selbst, geschweige denn ein zutreffendes Bild der Technik insgesamt zu bieten.“¹⁶.

Diese These führt uns zur nächsten Systembetrachtung.

Soziotechnische Systeme

Wichtig ist zum einen die Rolle der *Institution* als „objektivierte Informations-, Nutzungs- und Bedeutungsspeicher“ in dem Konzept Ropohls: Der einzelne Mensch tritt Rechte an die Institution ab, die ihn im Gegenzug dafür durch die Bereitstellung von Dienstleistungen entlastet.

Von Bedeutung ist außerdem der dreifache Charakter der Artefakte als Produkt, Produktionsmittel und Gebrauchsgut. Vor allem letzteres ist Ropohl wichtig, denn er bringt zum Ausdruck, dass es bei der Technikbetrachtung nicht so sehr auf den Einzelfall der Erfindung, sondern vielmehr auf den Regelfall der Verwendung ankommt.

Ökonomische Systeme

Das ökonomische Modell Ropohls geht auf die Dialektik zwischen Produktion und Konsumtion nach Karl Marx ein und betrachtet beide volkswirtschaftlichen Waagschalen als sich einander bedingend und beeinflussend. Nach Marx ist „die Produktion [...] unmittelbar Konsumtion, die Konsumtion [...] unmittelbar Produktion. Jede ist unmittelbar ihr Gegenteil. Zugleich findet aber eine vermittelnde Bewegung zwischen beiden statt.“¹⁷.

¹⁵ Ebd.: S. 161.

¹⁶ Ebd.: S. 169.

¹⁷ Zit. nach Langenegger (1990).

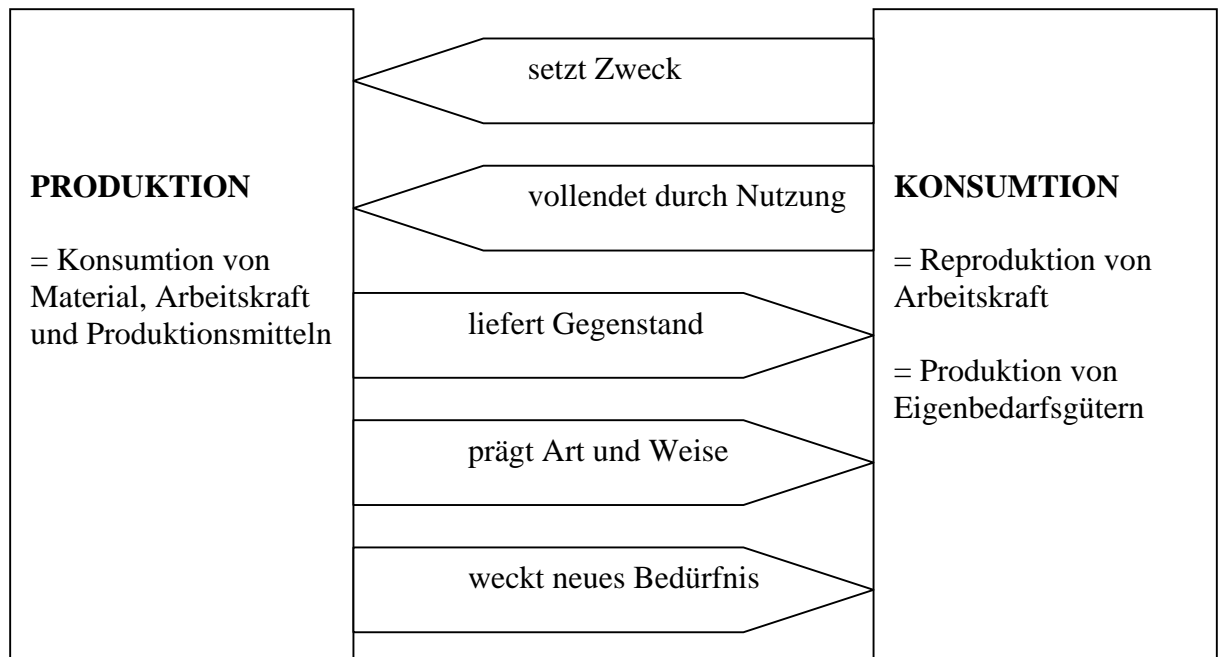


Abb.6: Zusammenhänge zwischen Produktion und Konsumtion (nach Marx)¹⁸

Vor dem Hintergrund dieser „*Prosumtion*“ betrachtet Ropohl nun die Verwendung von Technik, also auf allen Ebenen der Humansysteme (Staat, Unternehmen und Haushalte/Einzelpersonen), wobei er weitergehend die sozialen Dimensionen der Mensch-Maschine-Relation analysiert.

Verwendung der Sachsysteme

Die Ausgangsfrage lautet: Warum wird *überhaupt* Technik verwendet? Ziel ist es, Veränderungen der Natur nach dem Rationalprinzip, also dem Prinzip des geringst möglichen Aufwands herbeizuführen. Dies ist häufig nur mit Hilfe des Sachsystems möglich. Technik wird so zu einer „Anstrengung, Anstrengung zu ersparen“¹⁹.

Ropohl gibt folgendes Grundscheema des Ablaufs von Technikverwendung an (s. S. 96).

¹⁸ Vgl. Ropohl (1979): S. 184.

¹⁹ Ortega y Gasset, zit. nach ebd.: S. 228.

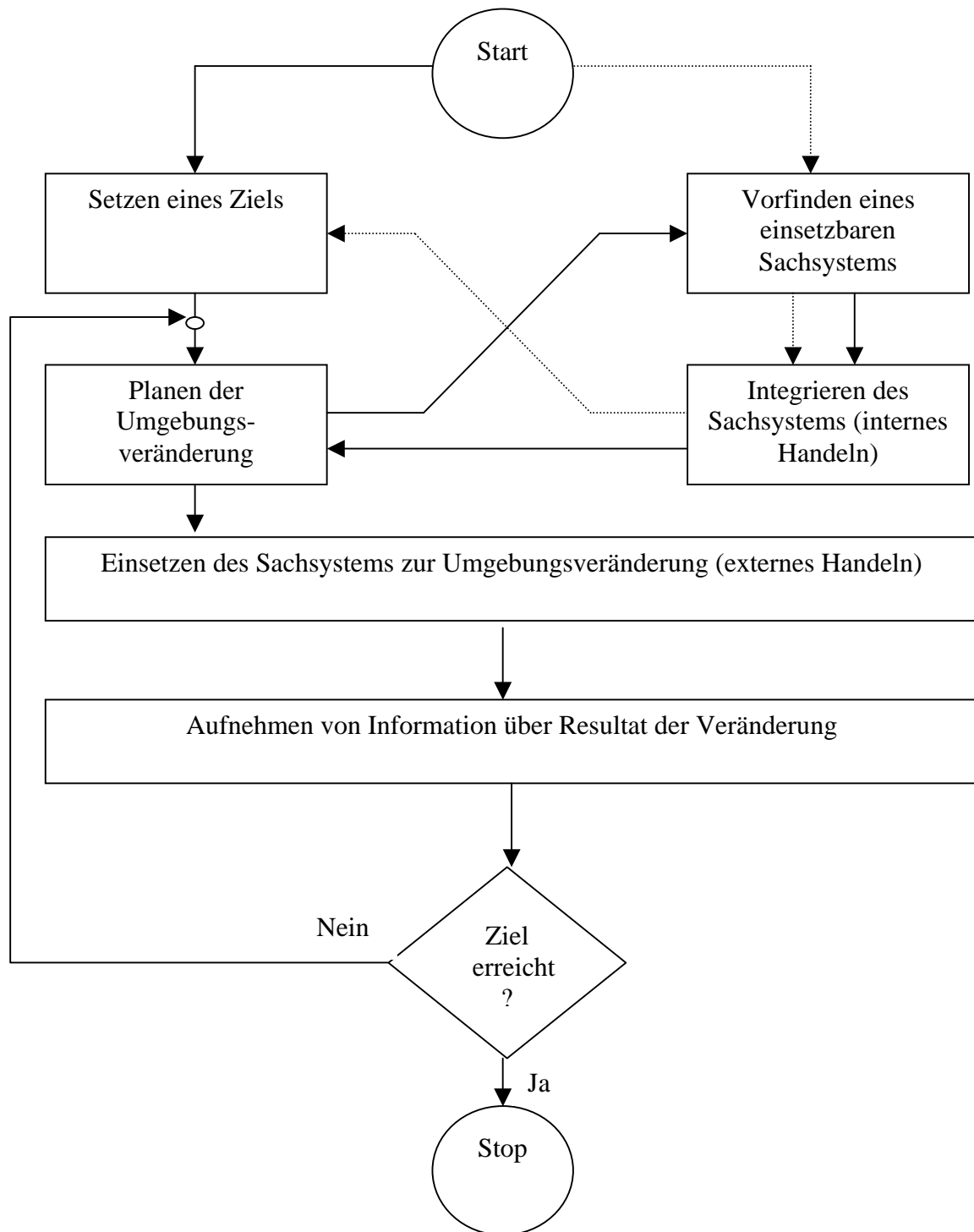


Abb.7: Ablaufstruktur der Sachsystemverwendung (nach Ropohl)²⁰

In diesem Ablaufschema ist u.a. von einem „Vorfinden eines Sachsystems“ die Rede, wobei sich an dieser Stelle die Frage aufdrängt, wo dieses Sachsystem denn herkommt bzw. was passiert, wenn eine adäquates Sachsystem *nicht* vorgefunden wird. Dies sind Fragen der

²⁰ Ebd.: S. 188.

Entstehung von Technik, die in Abschnitt 6 behandelt werden. Zunächst sei unterstellt, dass die gewünschten technischen Artefakte vorhanden und zumindest prinzipiell verfügbar sind.

Neben dieser Voraussetzung nennt Ropohl vier weitere Bedingungen der Sachsystemverwendung²¹, nämlich das Vorhandensein logistischer Umgebungssysteme, die Beherrschbarkeit des Sachsystems, die Zuverlässigkeit und das technische Wissen des Verwenders, das er noch einmal auffächert in technisches Können, funktionales bzw. struktureles Regelwissen, technologisches Gesetzeswissen und soziotechnologisches Systemwissen²².

Nun ist eine Betrachtung der einzelnen Ebenen des Humansystems hilfreich, um die spezifischen Bedingungen, Ziele und Folgen der Sachsystemverwendung in den einzelnen Verwendungszusammenhängen analysieren zu können.

Mikrosysteme

Zu betrachten sind zunächst die rechtlichen und ökonomischen *Zugangsbedingungen* zu technischen Systemen (Eigentum, Besitz, Teilhabe; in Abgrenzung dazu als Sonderfall: Lohnarbeit) und die Zugangsbedingungen zu fremden Handlungssystemen (z.B. Straßen für die Verwendung des Sachsystems „Auto“).

Die *Folgen* der Verwendung von Technik liegen einerseits in einer Prägung des Sachsystems durch den Menschen, andererseits aber auch umgekehrt in einer *Prägung des Menschen durch das Sachsystem*.

Ropohl führt dazu mehrere Beispiele an²³, u.a. eines, das einen Wanderer in einem von Wanderwegen durchzogenen Kulturwald beschreibt, der sich von den angelegten Wegen leiten lässt, ja meist „[...] gar nicht mehr auf den Gedanken [kommt], seinen Marschverlauf selber planen und gestalten zu können, da er sich durch das Verwendungsprogramm des Wegenetzes zuverlässig orientiert und entlastet weiß und die Präformierung seines Handlungsplanes zustimmend in Kauf nimmt.“²⁴

Des Weiteren erkennt Ropohl eine Ausprägung sozialer Verhältnisse durch die *soziale Informationsfunktion* der Sachsystemverwendung (z.B. Wirkung eines bestimmten Autotyps auf Dritte) und die *Entfremdung* durch die Lohnarbeit.

Ziel der Sachsystemverwendung ist die Befriedigung der Bedürfnisse des personalen Mikrosystems, also die Herstellung körperlichen, geistigen und seelischen Wohlbefindens. Interessant ist dabei, dass die Grenzen zwischen „Ziel“ und „Mittel“ immer mehr verwischen, dass dem personalen System als Sachsystemverwender das Mittel (technisches Artefakt) gleichsam zum Ziel wird und umgekehrt. Mehr noch: Die Hersteller bieten dem Konsumenten mit dem Gerät gleich eine *Ziel-Mittel-Kombination* an, so dass letzterer gar nicht mehr auf ein autonomes, übergeordnetes Handlungsziel referieren muss, sondern -sich diese Kongruenz zwischen Ziel und Mittel zu eigen machend- das Ziel im Mittel entdeckt und auch gar nicht mehr darüber nachdenkt, warum dies eigentlich so ist bzw. sein soll.²⁵

Mesosysteme

Ropohl betrachtet in diesem Abschnitt vor allem den Industriebetrieb, zu diskutieren wäre eventuell, ob sich im Bereich Informationstechnologie des 21. Jahrhundert Änderungen ergeben. Festzuhalten bleibt in jedem Fall die Abgrenzung zum personalen Mikrosystem hinsichtlich der Ablaufstruktur und der Integrationsformen und der Substitutionsmöglichkeit.

²¹ Ebd.: S. 203.

²² Ebd.: S. 211.

²³ Ebd.: S. 244 f.

²⁴ A.a.O.

²⁵ Ebd.: S. 252.

Bei den *Zugangsbedingungen* tritt hier –auch im Unterschied zum Mikrosystem- sehr häufig ein Bruch zwischen Eigentumstitel und Verfügungsberechtigung auf (z.B. bei der Aktiengesellschaft: Aktionäre als Eigentümer, Vorstand als Verfügungsberechtigter).

Weitere wesentliche Unterschiede sind die Probleme der Zuverlässigkeit und der Beherrschbarkeit des Sachsystems. Zur Gewährleistung des letztgenannten war eine Institutionalisierung wegen der hohen Fluktuation der personalen Mikrosysteme in den Mesosystemen nötig. Dazu gehört die *Professionalisierung* (Berufsstände) ebenso wie die *Taylorisierung* (Arbeitsteilung; nach Taylor²⁶) und die *Automatisierung* (Ersatz der personalen Systems durch ein Sachsystem).

Die *Folgen* der Sachsystemverwendung auf der Mesoebene ist eine starke Prägung der Handlungsfunktionen wegen des *Amortisationszwangs*, der beim privatwirtschaftlichen Unternehmen mit dem Einsatz eines technischen (Groß-)Systems einhergeht und die Produktion auf einmal beschaffte Produktionsmittel festlegt.

Als Gegensteuerung sind in den 80er Jahren Flexible Fertigungszentren (FFZ) auf den Maschinenbaumarkt gekommen, wobei hier eine Grenze im Zusammenhang mit der Spezialisierung der Verfahren liegt. Ein weiteres Problem ist, dass ein Betriebsausfall des FFZ gleichbedeutend ist mit einem Produktionsausfall.

Des weiteren ist auch hier die *Entfremdung* als wesentliche Folge zu nennen.

Hier zitiert Ropohl die zentrale Position von Marx: „Mit der Maschinerie erhält die Verkehrung handgreifliche Wirklichkeit, dass nicht der Arbeiter die Arbeitsbedingungen, sondern umgekehrt die Arbeitsbedingungen den Arbeiter anwenden.“²⁷

Allerdings ist der Wechsel des Eigentums an den Produktionsmitteln von der Meso- auf die Makroebene – wie er in den Staaten des „real existierenden Sozialismus“ vollzogen wurde- wohl kaum die geeignete Lösung, denn die Frage, wem die Eigentumsrechte an der Maschine gehören, wird für den einzelnen Benutzer dieser Maschine kaum Bewusstseinsänderungen bzw. weniger „Anwendung durch die Maschine“ hervorrufen.

Ziel der Sachsystemverwendung ist auch auf dieser Ebene die Befriedigung der Bedürfnisse nach dem Rationalprinzip. Dabei liegt die Crux im Begriff des Rationalen selber, denn eine „auf die Spitze getriebene unternehmerische Rationalität“ kann in „gesamtgesellschaftliche Irrationalität“ umschlagen.²⁸

Makrosysteme

Die staatlich organisierte Industriegesellschaft nimmt in erster Linie *Ordnungsaufgaben* war. Sie hat jedoch auch eine *Gestaltungsfunktion* oder ist sogar (wie in sozialistischen Staaten mit Planwirtschaftsordnung) Produktionsmittelmonopolist. Überdies nimmt sie die Rolle eines bedeutenden *Nachfragers* ein (technische Großsysteme, Militärtechnik).²⁹

Schließlich kommt nach Ropohl die Rolle des Staates als treibende Kraft der *Technikfolgeabschätzung* und der *Technikbewertung* hinzu.

Entstehung der Sachsysteme

Technische Ontogenese

Technische Ontogenese erfolgt in Phasen, die zu Ergebnissen führen, welche ihrerseits Grundlage der nächsten Phase sind.

²⁶ Taylor (1911): „Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung“.

²⁷ Ropohl (1979): S. 263.

²⁸ Ebd.: S. 265.

²⁹ Ebd.: S. 266.

Zunächst bedarf es i.d.R. einer *Kognition*, also der Entdeckung eines Effekt oder eines Gesetzes im Rahmen naturwissenschaftlicher Forschung, wobei einschränkend zu sagen ist, dass nicht jedem naturwissenschaftlichen Forschungserfolg ein technisches Artefakt folgt und umgekehrt nicht alle Sachsysteme einem konkreten Forschungsergebnis zu verdanken sind.³⁰

Die zweite, im technologischen Sinne fundamentale, Phase ist die der *Invention*, also der Erfindung. Wichtige Kriterien einer solchen Erfindung sind Neuheit, Fortschritt, Erfindungshöhe und Brauchbarkeit³¹.

Gerade das letzte Kriterium ist entscheidend für den nächsten Schritt, die *Innovation*, also die technische Realisation und die wirtschaftliche Verwertung der Erfindung. Nicht jede (wenn auch durchaus gut gemeinte und an und für sich wertvolle) Invention schafft den Sprung zur Serienfertigung und damit zur Marktreife. Die Akzeptanz des Marktes entscheidet in einer Marktwirtschaft schließlich, ob eine Erfindung innovationstauglich ist und ob sie für den Verwender überhaupt verfügbar wird.³²

Wenn dies geschehen ist, dann folgen zumeist *Verbesserungsinnovationen*, welche die Fehler und Unzulänglichkeiten der ersten Generation beheben (und dabei meist neue generieren, die eine weitere Verbesserungsinnovation erforderlich machen u.s.w.). Nach und nach wird so das Sachsystem beim Großteil der Verwender bekannt und die letzte Phase der Ontogenese hat begonnen, die *Diffusion*.³³

Im Schema sieht dies folgendermaßen aus:

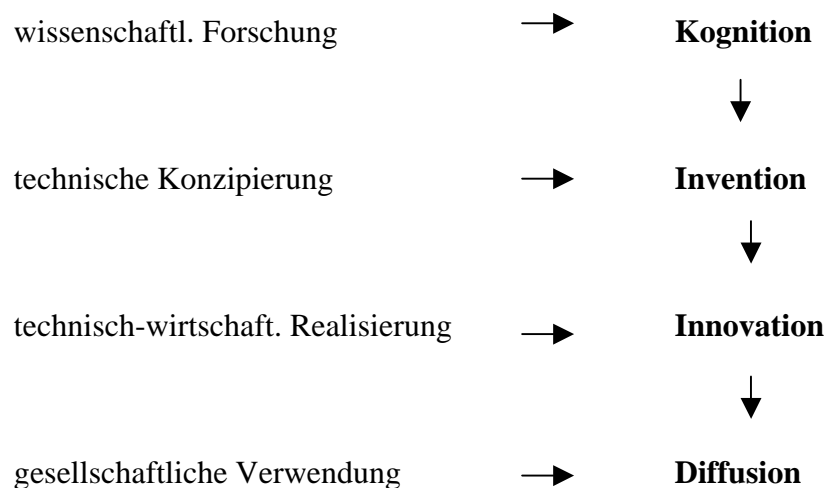


Abb.8: Phasen der technischen Ontogenese (nach Ropohl, SdT, S. 273)

Des weiteren durchläuft ein Sachsystem drei *Realisationsstufen*, bevor es die „Konkretion als gegenständliches Artefakt“³⁴ erfährt, und zwar *Konzeption*, *Ausarbeitung* und *Produktion*.

Die Konzeption (oder: der Entwurf) liefert zunächst ein Modell der Funktion, dann ein Modell der Struktur, welches anschließend durch naturale Effekte gedeutet wird, d.h. der Entwickler muss physikalische, chemische und / oder biologische Phänomene und Gesetzmäßigkeiten auffinden, die die Subfunktionen und Relationen des Strukturmodells erfüllen.³⁵ Dann stehen (zumeist) verschiedene konstruktive Prinzipien zur Verfügung, um den naturalen Effekt

³⁰ Ebd.: S. 272 f.

³¹ Ebd.: S. 274.

³² A.a.O.

³³ A.a.O.

³⁴ Ebd.: S. 281.

³⁵ Ebd.: S. 282.

technisch umsetzen zu können. Aus diesen muss nun derjenige identifiziert werden, der für das Sachsystem optimal ist.

Darauf folgt die Ausarbeitung, also die detaillierte Konstruktion, indem Werkstoffe, Abmaß und Gestalt des Sachsystems ebenso festgelegt werden wie der Ausführungsplan für die dritte und letzte Realisationsstufe, die Produktion.

In der Produktion wird aus dem bisher nur ideell-modellhaft antizipierten Konzept ein konkretes, reales, gegenständliches Artefakt; aus Theorie wird Praxis.

Technische Phylogenese

Es gibt unterschiedlichen Periodisierungsvorschläge der Phasenabfolge technischer Entwicklung, von denen Ropohl vier durch synoptische Gegenüberstellung beschreibt.³⁶

Zum einen wird die technischen Evolution in epochalen „Revolutionen“ beschrieben. Die Vorgeschichte ist geprägt vom Übergang des Jäger- und Sammlerstadiums zur Landwirtschaft mit Domestikation des Viehs und dem gezieltem Anbau von Nutzpflanzen (Agrarrevolution), die Neuzeit durch zwei Industrielle Revolutionen, die erste beschreibt den Übergang vom Handwerksbetrieb zur Manufaktur mit maschineller Fertigung (Mechanisierung), die zweite die Automatisierung zu Beginn des 20. Jahrhunderts.

Dieser klassischen Einteilung stellt er das eher auf die Protagonisten der Technik abzielende ebenfalls dreizügige Konzept von Ortega y Gasset gegenüber. Dieser unterscheidet zwischen der „Technik des Zufalls“, einer Zeit in der Technik zufällig, magisch und primitiv war und einen steten Naturbezug aufwies, der „Technik des Handwerkers“, also eines Menschen, der bestimmte Fertigkeiten hatte und mit einfachen Werkzeugen eine von der Natur eigenständige Technik entwickelte und der seit der Renaissance vorherrschenden „Technik des Technikers“, bei der sich das Technische endgültig über die Natur erhoben hat und als „moderne“ Technik die Grenzen des Menschlichen sprengte und dabei Möglichkeiten (und Risiken) ungeahnten Ausmaßes offenbarte.

Des weiteren bespricht Ropohl den Entwurf von Günther und Bense, die zwei Epochen unterscheiden, nämlich die klassische Technik von der Antike bis zum Ende des 19. Jahrhundert und die transklassische Technik unserer Zeit, die weniger durch klassische Mechanik, sondern mehr durch informationelle Vorgänge und mikrophysikalische Sachverhalte geprägt ist.

Schließlich nennt er noch das Konzept von Ribeiro, das um Differenzierung bemüht ist und sieben Epochen definiert.

In der auf Seite 101 folgenden Abbildung sind die vier Entwürfe noch einmal dargestellt.

³⁶ Ebd.: S. 295 ff.

Epoche	verbreitete Einteilung	Einteilung nach ORTEGA Y GASSET	Einteilung nach GÜNTHER u. BENSE	Einteilung nach RIBEIRO
Vorgeschichte	Agrar-revolution	Technik des Zufalls	Klassische Technik	Agrarrevolution
Frühgeschichte				urbane Revolution Bewässerungsrev.
Antike		Technik des Handwerk		metallurgische Revolution
Mittelalter				Hirtenrevolution
Renaissance		Technik des Technikers	merkantile Revol.	
18./19. Jahrh.	Erste industr. Revolution		industrielle Rev.	
20. Jahrh.	Zweite industr. Revolution		Transklassische Technik	thermonukleare R.

Abb.9: Periodisierungen der technischen Phylognese (nach Ropohl)³⁷

Zusammenfassung und Stellungnahme

Ropohl liefert mit der Systemtheorie ein systemisch-ganzheitliches, pragmatisches, treffendes, hilfreiches und aufklärendes Modell der Technik. Die Interdisziplinarität der Betrachtung (naturwissenschaftlich, anthropologisch, soziologisch) führt in der Systemtheorie Ropohls zu einer Verbindung der Sachsysteme mit den sozio-technischen Systemen der Entstehung und Verwendung von Technik.

Er informiert darüber, dass man als Mensch („personales System“) von Technik („Sachsystem“) beeinflusst wird, seinerseits aber auch die technische Entwicklung durch die Technikverwendung beeinflussen kann. Ropohl gibt Hilfestellungen, den Einfluss der Technik auf den Alltag des einzelnen zu kalkulieren und den eigenen Zielen bewusst unterzuordnen. Dadurch verliert der Mensch „ein Stück seiner Hilflosigkeit gegenüber einer Macht, deren er sich bisher bediente, ohne sie zu begreifen“ und bleibt so nicht länger „Opfer fremder Manipulationsversuche“, der an die „eigengesetzliche Dämonie der Technik“ glaubt, sondern wird mündig im Umgang mit Technik im Sinne optimaler Bedürfnisbefriedigung.³⁸

Diese Haltung bejaht ausdrücklich die Verantwortlichkeit des einzelnen, dessen Maß an richtigem Umgang mit Technik eine Funktion seiner Aufklärung ist: Je besser jemand aufgeklärt ist, desto verantwortungsbewusster vermag er mit Technik umzugehen. Eine kulturpessimistische Haltung, nach der Irrationalität und Entfremdung nicht nur aus einem

³⁷ Ebd.: S. 296.

³⁸ Ebd.: S. 320.

Defizit an Aufklärung erwachsen, sondern als intrinsische Eigenschaft des Menschen gelten, lehnt Ropohl ab.³⁹

Eine weitere Leistung Ropohls liegt darüber hinaus wohl in der Schaffung eines Begriffsinventars für die Technikphilosophie insgesamt, einer umfassenden Terminologie und Morphologie der Technik. Dabei entstammen Praxisbezug, Realitätsnähe und Problemorientierung aus einer sachkundigen ingenieurwissenschaftlichen Sicht.

Auffällig ist bei Ropohl auch die Betrachtung von Technik im Spannungsfeld von Wirtschaft und Gesellschaft, wobei die Bewertung der Zusammenhänge etwas einseitig erscheint und doch sehr auf Marx referiert, was jedoch auch an der Zeit (1970er Jahre) liegen kann. Aktuelle Tendenzen der Globalisierung, Mitarbeiterbeteiligung, etc. beantworten viele sozioökonomische Fragen anderes und werfen dabei neue Probleme auf, wobei der Versuch einer Lösung mit Hilfe der Ropohlschen Begriffs- und Methodeninventars sicherlich interessant wäre. Fraglich ist, ob die Dynamik der postindustriellen Informationsgesellschaft sinnvoll in die eher statische Systemsicht gebracht werden kann und ob nicht die Vielzahl von Elementen und Relationen zu einer derartigen Komplexität führen würde, dass vor diesem Hintergrund eine systemtheoretische Darstellung nicht unbedingt pragmatisch erscheint.

Wie bereits angedeutet, liegt die eigentliche Schwäche der Ropohlschen Konzepts in der Tatsache, dass es sich bei aller Aufklärung nicht als korrektiv eignet.

³⁹ Hubig (2000): S. 321.

Abbildungsverzeichnis

Seite 3	<i>Abb.1: Funktionale Sichtweise eines Systems</i>
Seite 4	<i>Abb.2: Struktur eines Systems</i>
Seite 4	<i>Abb.3: Systemhierarchie</i>
Seite 5	<i>Abb.4: Grobstruktur eines Handlungssystems</i>
Seite 6	<i>Abb.5: Hierarchie der menschlichen Handlungssysteme</i>
Seite 8	<i>Abb.6: Zusammenhänge zwischen Produktion und Konsumtion</i>
Seite 9	<i>Abb.7: Ablaufstruktur der Sachsystemverwendung</i>
Seite 12	<i>Abb.8: Phasen der technischen Ontogenese</i>
Seite 14	<i>Abb.9: Periodisierungen der technischen Phylogenese</i>

Literaturverzeichnis

Primärliteratur

Ropohl, G. (1979)

Eine Systemtheorie der Technik. Zur Grundlegung der allgemeinen Technologie. München, Wien.

Sekundärliteratur

Hubig, C. (2000)

Rezension zu Ropohl, G.: Eine Systemtheorie der Technik. Zur Grundlegung der allgemeinen Technologie, 1979. In: Ders. et al. (2000): *Nachdenken über Technik. Die Klassiker der Technikphilosophie.* Düsseldorf.

Langenegger, D. (1990)

Gesamtdeutungen moderner Technik. Moscovici, Ropohl, Ellul, Heidegger. Eine interdiskursive Problemsicht. Würzburg.

Zur Biographie Ropohls:

www.uni-frankfurt.de/fb03/arbeitslehre/grbionet.