Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin *131 (2017), 29–92*

Lutz-Günther Fleischer

Technik, Technologie und Technisierung im menschlichen Weltverhältnis und Weltverständnis*

1 Vorbemerkungen

Im Zentrum des Diskurses, dessen Inhalte mit Arbeitsfeldern des Technikphilosophen *Gerhard Banse* korrespondieren, stehen naturale, soziale und humane Bedingungen, Anforderungen, Entwicklungstendenzen, entwicklungsprägende Kernprozesse und Leitideen, fundamentale Gesetze, Gesetzmäßigkeiten von Technik und Technologien sowie dominante Modalitäten und Zielorientierungen der *Technisierung* als wesentlichem Element (d.h. Prozess und wirkmächtigen, weiter wandelbaren, dynamischen Ergebnis) der *Technikevolution*.

Systemtheoretisch skizziert werden neuere faktische sowie methodisch-methodologische Erkenntnisse sowie herausfordernde Probleme der natur- und technikgesetzlich symbiotischen Technikevolution als Koevolution zu schwierigen obligaten gesellschaftlichen Transformationen mit ihren obwaltenden Innovationsstrategien.

Gewollt sind – trotz des dezidiert zu erhebenden Anspruchs auf Unvollständigkeit – mehrere entwicklungsbestimmende Problemdarstellungen, mit übergreifenden, faktenbasiert verständnisfördernden und orientierenden Folgerungen sowie helfenden Anregungen. Die Darstellungen, die naturgemäß subjektive Komponenten enthalten, wurden überdies bewusst nicht nach prozeduralen, kognitiven, sozialen, normativen, methodologischen und anderen Betrachtungsweisen dekomponiert und systematisiert.

Für das gewählte Vorgehen sprechen zwei Gründe:

Erstens gibt es keinen zwanglosen, gleichsam „natürlichen“ Einstieg in das kompliziert verflochtene mehrdimensionale Problemgefüge von Technik, Technologie, Technikevolution und Technisierung, den relevanten spe-

* Einige Befunde und Urteile zur Technologie sind dem diesbezüglich wesentlich ausführlicheren Beitrag: Technologie – ‚techné‘ und ‚epistémé‘. (Fleischer 2015, S. 35–67) entnommen, stark verkürzt und systematisch in diese Darstellung einbezogen.

zifischen Weltverhältnissen in ihren mannigfaltigen Bedingungen und Implikationen sowie das opportune Weltverständnis.

Zweitens verlagert sich die Methodik einer erfolgversprechenden Suche nach adäquaten Erkenntnissen sowie vernünftigen Problemlösungen verstärkt auf die emergenten funktionell-strukturellen Ganzheiten. Die hochdimensionalen Ensembles mit ihren inhärenten komplexen Prozessen, den obwaltenden kooperativen Wirkungsbeziehungen und Reziprozitäten fungieren defacto als „Organismus“ (im weitesten Wortsinn). Es liegt also in den zu analysierenden Sachverhalten direkt begründet und ist kognitiv-diskursiv wohl erwogen, dass zunehmend vom bisher dominanten, die Teile und (häufig statischen) Trennungen favorisierenden Reduktionen, prinzipiell das Verhalten des mehrdimensionalen Ganzen in das Zentrum angemessener multiperspektivischer Betrachtungsweisen rückt. Das impliziert ‚Kategoriales Denken‘ und verlangt nach adaptierten poststrukturalistischen Ordnungskonzepten.

Die immense Fülle der gut begründeten, dennoch widersprüchlichen, aber auch der spekulativen, unsachgemäßen, teils vorsätzlich verzeichnenden Meinungsäußerungen zum Problemfeld, das mit den Stichworten im Titel und deren Ableitungen umrissen wird, ist kaum zu überblicken, noch weniger sachgerecht zu bewerten und in das Handlungsfeld effizient einzuordnen.

Die Technik und die Technologie sind ubiquitäre sozio-kulturelle Phänomene, die deshalb alle angehen. „Was einmal gedacht wurde, kann nicht mehr zurückgenommen werden“, urteilt ein Physiker in Friedrich Dürrenmatts (1921–1990) „Die Physiker“, einer *Tragikomödie*, die exemplarisch die Grundfrage nach der Verantwortung der Wissenschaft und der Wissenschaftler reflektiert.

In den 1962 geschriebenen, kommentierenden 21 Punkten des Schweizers zu den Physikern, heißt es erklärend im Punkt 17: „Was alle angeht, können nur alle lösen“. Dieser Empfehlung folgt im Punkt 18 die Prophezeiung: „Jeder Versuch eines Einzelnen, für sich zu lösen, was alle angeht, muß scheitern.“ (Dürrenmatt 1998 [1962], S. 92) In der wissenschaftlichen Ebene kommt das „Was alle angeht, können nur alle lösen“ einem Plädoyer für die Inter-, Multi- und Transdisziplinarität gleich.

2 Die konkrete und abstrakte Technik: das programmatische Leitmotiv

„Technik erscheint zwar als der Inbegriff des Menschenwerkes, doch sie ist den modernen Menschen gleichwohl nicht nah, vertraut und per se sympathisch. Sie entfaltet gleich ursprünglich mit ihrer Effizienz eine sachliche Eigendynamik, die sich als Rationalisierung und Beschleunigung dem Nutzer als Sachzwang

> mitteilt. Sich darauf einzustellen, ist mindestens mit Anstrengung verbunden. Wenn man von der Technik etwas haben will, geht es nicht ohne intellektuelle Investition: Es kostet Intelligenz, Geistesgegenwart, Mühe, sich auf ihrem Entwicklungsniveau zu halten.“ (Recki 2013, S. 3)

Es erschwert die solide Beschäftigung mit den Konkreta und Abstrakta[1] sowie produktive Diskurse, dass die aktuelle Begriffstheorie zu den Entitäten Technik und Technologie, Technisierung, Technikwissenschaften etc. unbefriedigend ist. Weder alltagssprachlich noch fachsprachlich hat sich eine einheitliche Begriffsverwendung durchgesetzt. Vom zentralen Element Technik ausgehend, erstreckt sich das Dilemma über das variantenreich verkettete und dicht verflochtene Tatsachen- und Begriffsgefüge.

Weitgehende Einigkeit herrscht hinsichtlich des herausragenden Stellenwertes der zu erörternden Tatbestände.

Das gesellschaftliche Ganze und maßgebend prägende Teile sind historisch und aktuell technomorph, wenn auch im unterschiedlichen Grade von den Kräften der Technik geformt. Die Technik und die sie inkludierenden Technologien wirken – auf das sachlich Gegebene bezogen und an dessen Funktionen sowie Zwecken orientiert – tatsächlich überall dort als *Komplexe*, wo Menschen leben, denken, handeln. Große Bereiche unserer Lebenswelt sind Technik-imprägniert. Technik und Technologien fungieren im menschlichen Leben als finale Instrumente der Daseinsgestaltung, der kollektiven und individuellen Daseinsbewältigung, des Self-enhancement: der assistiven Selbstverstärkung, Selbststeigerung, Selbst-Vervollkommnung. Sie können als integraler Bestandteil der allerdings noch umfassender und vielfältigeren Kultur des, im Menschenbild der nachhaltigen Ökonomie zum Homo cooperativus mit einem heterogenen Eigenschaftsprofil mutierenden, Homo faber, zum Effizienz-, Produktivitäts-, Kreativitätszuwachs verhelfen und tatsächlich zum Freiheitsgewinn im Denken sowie hinsichtlich der nutzbar ausgeweiteten Handlungsräume beitragen.

Die keinem losgelösten Automatismus gehorchende Nutznießung und Entwicklung der Technik vollzieht sich stets unter objektiv-real herrschenden Produktionsverhältnissen.

Bis ins Heute extrapolierbare, fundamentale politisch-ökonomische Erkenntnisse von Marx bestehen darin, die *Technik als Produkt der gesellschaftlichen Entwicklung* in die sozialökonomischen Zusammenhänge einzuordnen, die Ziele, Methoden, Wege, Selektionskriterien und soziokultu-

---

1 Abstrakta – sinnlich nicht wahrnehmbare Erscheinungen wie Zustände, Vorgänge, Eigenschaften, Beziehungen, geistige Konzepte und Gefühle, Maße etc.

rellen Determinanten zu berücksichtigen, ihren *Widerspiegelungscharakter* für die sozio-ökonomischen Verhältnisse zu beweisen und die Technik als *historische Kategorie* zu begründen. Zudem wirken von außen auf die Technikentwicklung Faktoren, wie gesellschaftliche Bedürfnisse und Engpässe, der Gebrauch der Ressourcen und Kapazität, Forderungen an die Produktivität, die technische Sicherheit, die Informationsvermittlung, -verarbeitung sowie daraus resultierende Ursache-Folge-Ketten mit zu meisternden zufallsbedingten Komponenten/Einflüssen.

Eine Quintessenz in den Grundrissen der politischen Ökonomie lautet:

> „Jede *Technik* fungiert als Mittel, vergegenständlicht Wissenschaft, verkörpert natürliches Material, verwandelt in Organe des menschlichen Willens über die Natur oder seine Betätigung in der Natur.“ (Marx 1992, S. 594)

Der Technikwissenschaftler Spur konstatiert für unsere Zeit:

> „Die *Grundfunktion der Technik* kann als *Transformation der Naturwelt* in das Nutzungspotential einer *Hilfswelt des Menschen* interpretiert werden, deren Zielorientierung auf eine quantitative Maximierung der Innovationsfunktion gerichtet ist. Es ist eine Aufgabe der Technikwissenschaft, eine solche innovationsorientierte Funktionsoptimierung zu steuern.“ (Spur 2008, S. 97, H. d. V. – L.-G. F.)

> „Die *Transformation* bestimmter Zustände von technischen Systemen erfolgt durch die *Prozesstechnologien als Wandel von Material, Energie und Information*. Sie stellt sich als Geräte-, Maschinen-Anlagen-, Werk- und Großtechnik in sehr vielfältiger Ausführung dar und ist durch große Komplexität in allen Stufen der Innovationsphase gekennzeichnet.“ (Spur 2008, S. 99, H. d. V. – L.-G. F.)

Die von Spur deklarierte leistungsfähige *‚Hilfswelt des Menschen‘* erinnert an die Marx zugeschriebene Widmung der Technik als *‚zweite Natur des Menschen‘. Natur bedeutet ursprünglich alles das, was (aus sich heraus) gewachsen und entstanden ist.*

Um über mehr als nur das Nomen für die *unbeschränkte und verschränkte Natur* verfügen zu können, die die Zitate in Anspruch nehmen, sei eine prägnante Formulierung des herausragenden Naturforschers und ex aequo Kulturwissenschaftlers Alexander von Humboldt herangezogen:

> „Die *Natur* ist für die denkende Betrachtung Einheit in der Vielfalt, Verbindung des Mannigfaltigen in Form und Mischung, *Inbegriff der Naturdinge und Naturkräfte als ein lebendiges Ganzes*.“ (Humboldt 1845, S. 5f., alle H. d. V. – L.-G. F.)

„Um den Mechanismus der Natur aufzudecken, muß man sie unter verschiedenen Blickwinkeln betrachten und die Entwicklung ihrer Gesetze beobachten, in den Wechseln (changements) des Schauspiels, das sie uns gewährt.“ (Laplace 1835, S. 19)

In der ausschlaggebend (ko)evolvierenden Triade von *Natur, Technik und Gesellschaft/-Mensch* ist der denkende und interessengeleitet zielsetzende Mensch – als biopsychosoziale Einheit Träger von Bildung, Bewusstsein und Erfahrungen – der Akteur, der *willentlich* innerhalb der integrierenden Technologien im *Arbeitsprozess* unmittelbar und mittelbar auf die *Arbeitsmittel* einwirkt.

„Im *Arbeitsprozeß* bewirkt also die Tätigkeit des Menschen durch das Arbeitsmittel eine von vornherein bezweckte Veränderung des Arbeitsgegenstandes.“ (Marx 1971[1867], S. 189)

„Die einfachen Momente des *Arbeitsprozeßes* sind die zweckmäßige Tätigkeit oder die Arbeit selbst, ihr Gegenstand und ihre Mittel.“ (Marx 1971[1867], S. 186)

Und:

„Die *Arbeitsmittel* sind nicht nur Gradmesser der Entwicklung der menschlichen Arbeitskraft, sondern auch Anzeiger der gesellschaftlichen Verhältnisse, worin gearbeitet wird.“ (Marx 1971[1867], S. 195; alle H. d. V. – L.-G. F.)

„Die *Arbeit* ist zunächst ein Prozeß zwischen Mensch und Natur, ein Prozeß worin der Mensch seinen Stoffwechsel mit der Natur durch seine Tat vermittelt, regelt und kontrolliert.“ (Marx 1971 [1867], S. 185)

Der französische Philosoph und Professor für Psychologie an der Pariser Sorbonne, Gilbert Simondon (08.10.1924–07.02.1989), interpretiert in seinem Werk „Die Existenzweise technischer Objekte“ *Arbeit* als einen *Aspekt der technischen Operation*. Diese Perspektive gewinnt unter den Bedingungen der veränderten Arbeitsteilung in der ‚Arbeitswelt 4.0‘ mit ihrem hoch potenten I&K-Instrumentarium sowie der digitalisierten und vernetzten Prozessführung in außerordentlich komplexen Systemen immens an ‚Gewicht‘ und erzwingt in wachsendem Maße das individuelle und gesellschaftliche Interesse. Dieses <*inter esse*> erklärt sich aus dem ursprünglichen Wortsinn: dem uns beanspruchenden *‚Dazwischen-Sein‘* und dem <*interest*>, dem außerordentlichen denkbaren Nutzen dieses Entwicklungsphänomens.

„Um *Arbeit* handelt es sich in der *technischen Operation* nur, wenn der Mensch seinen Organismus als Werkzeugträger zur Verfügung stellen muss, das heißt, wenn der Mensch mit der Aktivität seinen Organismus, seiner psychosomati-

> schen Einheit, den Ablauf der Mensch-Natur-Beziehung Etappe für Etappe begleiten muss. Die Arbeit ist die Aktivität, durch die der Mensch in sich selbst die Vermittlung zwischen der menschlichen Spezies und der Natur verwirklicht; wir sagen, dass in diesem Fall der Mensch als Werkzeugträger wirkt, weil er bei dieser Tätigkeit auf die Natur einwirkt und Schritt für Schritt, Geste für Geste, diesem Handeln folgt. *Es handelt sich um Arbeit, wenn der Mensch dem technischen Objekt nicht die Funktion der Vermittlung zwischen Spezies und Natur anvertrauen kann und er selbst, durch seinen Körper, sein Denken, seine Handlung, diese Relationsfunktion erfüllen muss.*
>
> Der Mensch stellt dann seine eigene Individualität als Lebewesen zur Verfügung, um diese Operation zu organisieren; darin ist er Werkzeugträger. Wenn hingegen das technische Objekt sich konkretisiert hat, wird die Natur-Mensch-Mischung auf der Ebene dieses Objekts hergestellt; das Einwirken auf das technische Wesen ist nicht wirklich eine Arbeit. Denn in der Arbeit fällt der Mensch in eins mit einer Wirklichkeit, die nicht menschlich ist, er beugt sich dieser Wirklichkeit, er schlüpft gewissermaßen zwischen die natürliche Wirklichkeit und die menschliche Intention; in der Arbeit modelliert der Mensch einen Stoff gemäß einer Form; er bringt diese Form schon mit, die eine Ergebnisintention ist, ein Vorherbestimmung dessen, was es am Ende der Arbeit gemäß den bereits zuvor existierenden Bedürfnissen zu erhalten gilt. Diese Intentions-Form ist nicht Teil des Stoffs, der Gegenstand der Arbeit ist; sie drückt einen Nutzen oder eine Notwendigkeit für den Menschen aus, aber sie geht nicht aus der Natur hervor.“ (Simondon 2012, S. 223f., H. d. V. – L.-G. F.)

Diese Konstellationen fordern einerseits den Menschen handlungsethisch bei allen zweckorientierten *soziotechnischen Innovationsprozessen* als Gestalter sowie Betreiber von Technik und Technologien heraus. Sie sind in einer Triade nicht nur **miteinander verschränkt**, sondern stehen überdies in enger wechselseitiger Beziehung mit ihrer Umgebung: der Mitwelt sowie der Umwelt, sie inkludieren sozio-technische, sozio-ökonomische und sozio-ökologische Bedingungen. Andererseits bestätigt sich auf der höheren Emergenzebene die fundamentale Marx’sche Aussage:

> „Die *Technologie* enthüllt das aktive Verhalten des Menschen zur Natur, den unmittelbaren Produktionsprozess seines Lebens, damit auch seiner gesellschaftlichen Lebensverhältnisse und der ihnen entquellenden geistigen Vorstellungen.“ (Marx 1971 [1867], Kapitel 13, Anm. 89)

Die Revolution der Produktionsweise von Industrie, Landwirtschaft, ..., verlangt also auch eine Revolution in den allgemeinen Bedingungen des Produktionsprozesses. Das die Entwicklung der materiellen Produktivkräfte ein entscheidendes, allgemeingültiges objektives Kriterium des gesellschaftlichen Fortschritts ist, hat sich vielfach bestätigt. Gesucht wird in dem Kon-

text eine zukunftsfähige Fortschrittsidee, die die veränderten Existenzbedingungen bemisst, die ambivalente Globalisierung berücksichtigt, als universelles humanistisches Leitbild des Denkens und Handelns der gesellschaftlichen Mehrheit fungieren kann und deren prüfbare Kriterien nicht unangemessen und vorsätzlich Fraktionen der Gesellschaft begünstigen.

Unter den heutigen Gegebenheiten gilt es, die maßgeblichen Ziele, die Modalitäten, die Prioritäten, den Charakter und die Zeitmaßstäbe der Entwicklung, des zivilisationstragenden wissenschaftlich-technischen Fortschritts mit seinen primären Quellen in der vernetzten Wissenschaft zu erkennen und dafür zielsicher bestmögliche Bedingungen zu gestalten.

Die Evolutions- und Realisierungsprozesse der Technik und Technologie generieren infolge ihrer inhärenten Unbestimmtheiten, Unsicherheiten und Ungewissheiten nicht intendierte Folgen: wesenseigene *Risiken* und mannigfaltige *Gefahren*. Evident sind außerdem die kontextuellen Gefahren aus der Handlungsumgebung, die aus dem Verabsolutieren und Essentialisieren des Ökonomischen, dem Missachten des Ökologischen sowie aus der fehlenden vernünftigen und unzureichend harmonischen „funktionell-strukturellen Kopplung“ der natürlichen, der technomorphen, der sozialen und kulturellen Ordnung resultieren.

Die realen Risiken dieser Entwicklungen, wecken rationale Bedenken; sie beleben überdies irrationale Ängste, radikale, nicht selten zum Fundamentalismus neigende und verwirrende Technikkritik sowie jenen lähmenden Technikpessimismus, der unter Umständen zur Technophobie eskaliert. Diese Phänomene repräsentieren eine Ebene der Meinungen – ein Fürwahrhalten, dem (per definitionem) sowohl subjektiv als auch objektiv eine hinreichende Begründung fehlt – und dem gehorchende Haltungen.

Unkritische, unbegründete und unberechtigte Technikgläubigkeit bis zur Technikeuphorie widerspiegeln komplementäre Anschauungen. Beide diametrale Grundhaltungen des Denkens und Handelns resultieren zu einem Gutteil aus fehlender oder mangelhafter Reflexion des grundlegenden Charakters und bestimmender Funktionen beider Realitäten, deren Determinanten, Abhängigkeiten, den Restriktionen sowie dem einbettenden komplizierten Kontext. Gespeist werden sie generell davon, dass objektiv nur ein kleiner Teil ihrer Spezifik direkt sichtbar, wahrnehmbar und bewertbar ist.

3 Begriffe und Definitionen

Diverse – nahezu endlose – Versuche, ‚Technik‘ auf den Begriff zu bringen, sie allgemeingültig zu konzeptualisieren, sind gescheitert. Sie gehört offenbar in das schwer fassbare Transdisziplinäre.

Der Basiskategorie Technik kommt im komplexen Gefüge der zu bedenkenden Tatbestände und Begriffe das Primat zu. Der sachlich angemessene Umgang mit der oben dargestellten und genauer zu erörternden vielschichtigen Problemstruktur erfordert demzufolge in erster Dimension der ‚Wissens Werte' einen *gleichermaßen grundlegenden* wie *differenzierten Begriff* von *Technik* und darauf basierend die Charakterisierung wesentlicher Beziehungen zu anderen, interdependenten Kategorien, wie Natur, Gesellschaft/ Mensch, Kultur etc. weiter zu erkunden.

3.1 Begriffe und Definitionen – Grundlegendes

In einer einfachen Darstellung fassen Begriffe „wesentliche Merkmale einer Sache oder einer Gruppe von Erscheinungen zu einer gedanklichen Einheit zusammen" (Wörterbuch der deutschen Gegenwartssprache, Bd. 1, Leipzig 1978, S. 469).

Demgemäß bedürfen sie des Nachdenkens über die Tatbestände sowie die faktischen Beziehungen; und sie beschreiben Gedanken, die diese Zusammenhänge darzustellen vermögen. Das Begreifen unterstellt inhaltliche Fragen, für die Notwendigkeit besteht, die adäquaten Gedankenketten über logisches Schlussfolgern zu analysieren.

> „Dies Begreifen besteht (aber) nicht, wie Hegel meint, darin, die Bestimmungen des logischen Begriffs überall wiederzuerkennen, sondern die eigentümliche Logik des eigentümlichen Gegenstandes zu fassen." (MEW Bd. 1, Berlin 1981, S. 296)

Diese Eigentümlichkeit steht in dem zitierten Kontext für Charakteristisches, Eigenart, Besonderheit etc.

Von *grundlegendem* – allerdings nicht ausschließlichem – *Interesse* sowohl für Experten als auch für nichtprofessionelle Akteure – sind erfahrungsgemäß die *phänomenologischen Bedeutungen der Begriffe* (im Doppelsinn von bloßen Ausdrücken und herausfordernden Definitionen), die eine intersubjektive Verständigungsgrundlage bieten.

> „Begriffe und Begriffssysteme erhalten die Berechtigung nur dadurch, dass sie zum Überschauen von Erlebniskomplexen dienen, eine andere Legitimation gibt es für sie nicht." (Einstein 1921, S. 2)

Der Gebrauch eines Wortes konstituiert sich im praktischen Handeln.

> „Seine Bedeutung (und damit auch die resultierenden Regeln) hängt/hängen also primär von der zugrunde liegenden Handlungspraxis ab, erhält von dort her gleichsam seine Prägung und nicht umgekehrt." (Steimann/Scherer 1997, S. 35)

Oberhalb des Erklärungsniveaus des lediglich lexikalisch beschreibenden *Individualbegriffs*, werden häufig *Nominaldefinitionen* verwendet. Mit ihnen kann – orientiert am Verwendungszweck – per Konvention ein Begriffsverständnis pragmatisch und interimistisch vereinbart werden, ohne die Begriffsmerkmale detailliert zu charakterisieren oder gar das Begriffsverständnis fördern zu können.

Begriffe lassen sich mengentheoretisch in reduzierter Form als *Potenzmenge* **B:={K,I}** darstellen. Deren Kern ***K*** repräsentiert die *Intension*, den Begriffsinhalt als logisch widerspruchsfreien Komplex von Merkmalen – den *qualitativen Aspekt*. ***I*** kennzeichnet die **Extension**, den Begriffsumfang als Klasse intendierter/inkludierter Entitäten – den **quantitativen** Aspekt. Da K und I selbst (entwicklungs-/erkenntnisoffene) Mengen sind, ist es angebracht, B als Potenzmenge zu betrachten.

> „Eine *Nominaldefinition* ist die Festlegung der Bedeutung eines Begriffs *(Definiendum)* durch einen bereits bekannten Begriff oder mehrere bereits bekannte Begriffe *(Definiens)*. Da das Definiendum bedeutungsgleich mit dem Definiens ist, könnte man von einer tautologischen Umformung sprechen. Die Intension eines nominal definierten Begriffes beschreibt die *Menge der Eigenschaften (**K**)*, die die Bedeutung des Begriffes konstituieren. Hingegen bezieht sich die Extension auf die *Menge der Objekte (**I**)*, die unter die Definition fallen.“[2] (Ergänzungen und H. d. V. – L.-G. F.)

Natürlich wird damit dem, in der Wissenschaft erstrebten und unentbehrlichen, weit anspruchsvolleren klassischen Verfahren einer *Realdefinition* (lat.: definitio realis) nicht entsprochen. In einem Erkenntnisprozess mit notwendigen und hinreichenden Sacherklärungen werden dafür über die empirische Beschreibung hinausgehend, der wesentliche Kern des Definiendums ermittelt, vergleichbare Merkmale und Erscheinungen einer Klasse (Gattung) herausgearbeitet, Invariantes eruiert, um von anderen Entitäten Trennendes hervorzuheben. Realdefinitionen weisen also einen substantiellen Informationsgehalt aus. Zwischen diesen beiden Qualitäten der Begriffsdefinition sind weitere praktikable Varianten einzuordnen. Aus dem Fundus der Philosophie der Begriffe gehört dazu vor allem die *Prototypentheorie*. Ihr folgend werden die Entitäten über typische Eigenschaften, signifikante Beispiele oder paradigmatische Fälle (Muster) individuiert. Ein theoretisch und praktisch herausragender Fall in dem ein Prototyp als zentrales normatives Kategorie-Element fungieren kann, ist m.E. mit der *Information* gegeben. Sie ist für diesen Beitrag begriffstheoretisch wegweisend sowie speziell im

2 https://de.wikipedia.org/wiki/Nominaldefinition

Zusammenhang mit der I&K-Technik und der Informationstechnologie bedeutsam. Wenig hilfreich ficht die Fachliteratur u.a.: „Wider den dinglichen Informationsbegriff“, bemerkt: „Neither matter nor mind“ und das Capurosche Trilemma beanstandet, dass das Wort Information in allen Anwendungsbereichen entweder dasselbe, etwas Ähnliches oder etwas Verschiedenes bedeutet. Wem hilfts?

Die vielfach bewiesene und begründete Erkenntnis, dass das *Paradigma der Selbstorganisation das basalste Merkmal der Information* bildet, offeriert einen Ansatz für deren adaptive Begriffsbestimmung über die Prototypentheorie: Die *Leitkategorie Information* (informare – formen, gestalten) wird intensional von der Selbstorganisation, ihrem fundamentalsten (irreduziblen) Merkmal, formiert. Alles, was zu einem Teil des neuen evolutiven Ganzen wird, nimmt ebenso wie die emergente Gesamtheit irreversibel selbst neue währende Eigenschaften an. Die kaum ermessbare Extensionalität der Information führt zu reich gegliederten, neben- und miteinander existierenden *informationellen Strukturen und Funktionen*. Dazu gehören syntaktische, semantische, pragmatische, aktuelle und potentielle, gebundene und freie Informationen sowie bei allen Phasenreaktionen die Transinformationen.

Die auf stofflichen und energetischen Informationsträgern organisierten verschiedenartigen Informationen können prinzipiell gespeichert sowie nach typischen Prozessabläufen transportiert und/oder transformiert werden. Sie haben damit alle wesentlichen Eigenschaften der fundamentalen materiellen Aspekte. Analog zu *Energieanteilen*[3] werden die an Stoffe und Energien – von Steintafeln, über Papyrus, Papier, Rauchsignalen von Lagerfeuern bis zu Feldern aller Art – gekoppelten *Informationsanteile*[4] von Teilinformationen bestimmt.

Die paradigmatische *Arbeitsdefinition*, die den aktuellen Erkenntnisstand zu den Erscheinungsformen und Ausprägungen des Definiendums Informa-

---

3 Die *wegunabhängigen Zustandsgrößen* Ruhe- und Bewegungs-***Energieanteile***: innere Energie – thermisch, mechanisch, stofflich – und *kinetische Energie* als Geschwindigkeitsintegral der mittleren Bewegungsgröße. Elektromagnetische Phänomene (Welle und Teilchen) sind darin ebenso eingeschlossen, wie die Wirkung der Gravitation, die sogenannte potentielle Energie. Alle ***Energieformen*** sind als Mengen und Ströme wegabhängige Prozessgrößen. [Beachte: Bewegungs-Geschwindigkeiten sind relativ, d.h. sie bedürfen eines Bezugssystems. Pragmatisch gewählt wird z.B. der Massenmittelpunkt (das baryzentrische System); der Volumenmittelpunkt (geometrischer Schwerpunkt von Flächen, Flächenverbänden oder Polygonnetzen, Polyedern) oder der Teilchenmittelpunkt. Die Zahlenwerte sind mit ‚Gewichtsfaktoren‘ transformierbar].

4 ***Informationsanteile*** *sind Zustandsgrößen* und daher *wegunabhängig*. Auch die *Informationsformen* sind an *Stoff und Energie*mengen(Informationsträger) gebunden. Informationsformen sind als Mengen sowie deren Ströme stets *Prozessgrößen* und demgemäß *wegabhängig*.

tion dialektisch aufheben soll, lautet: *Information (In-Formatio)* – Fundamentale physikalische Kategorie, vermittels des Informationswechsels *im stochastischen Prozess der Selbstorganisation sich neu* formierende und organisierende, fortbestehende komplexe Struktur höherer Ordnung mit charakteristischen Funktionen insbesondere einer inhärenten und/oder superponierten, (wenigsten intersubjektiven) semiotischen Semantik sowie der Fähigkeit zur funktionalen Rückkopplung.

Die begriffsphilosophische Qualität der zu einem Zeitpunkt verfügbaren konnotativen Begriffsdefinition, insbesondere die Ausformungen des Erklärungsgehaltes, stellt einen Indikator des evolvierenden Erkenntnisstandes dar und dokumentiert auf diese Weise obendrein vordringlich zu beseitigende Defizite.

Umfassendes Erkennen zielt nicht nur auf eine möglichst exakte Kopie der immediaten Erscheinungen, sondern will die Vielfalt der Dinge in ihren Zusammenhängen und ihrer Entwicklung widerspiegeln. Das (geistige) Begreifen geht demgemäß weit über das sachdienliche Kreieren und Fixieren etikettierender Worte für bestimmte Objekte oder Erscheinungen hinaus, bedarf jedoch – bei Hypothesen und dynamischen Arbeitsbegriffen beginnend – solcher Metaphern des Denkens. Ein Begriff ist deshalb mehr als eine adäquate Beschreibung oder Definition. *Begreifen* zielt auf die Praxis ab, sucht die Möglichkeit, in die Sachverhalte und Prozesse denkend und handelnd einzu*greifen, Gesetzmäßiges zu erkunden. Theorien zu formulieren* und zu prüfen. All ihre originären Qualitätskriterien erfüllende Begriffe bedingen deshalb einen fortgeschrittenen und weiter reifenden Erkenntnisprozess. Sie sind verifizierte Benennungen, mit denen die Bewegbarkeit und die Bewegungen, das Wesen der Dinge erfasst werden können. Das gilt für Theorien in noch erhöhtem Maße.

In dem Zusammenhang sei ein Statement zur Struktur insbesondere quantifizierender natur- und technikwissenschaftlicher Theorien, wie jenen der grundlegenden und persistenten Physik, sowie deren rationelle wissenschaftstheoretischer Darstellung eingefügt, um sie zur Beschreibung der Technologie als Wissenssystem (Theoriensystem) nach Baltzer begründet nutzen zu können. Mit dem wissenschaftstheoretischen Strukturalismus wird seit Anfang der 1970er Jahre vom konventionellen Theorienverständnis und dessen Theorienbegriff abgegangen, nach dem eine Theorie aus einer reinen Menge von Sätzen besteht.

Wolfgang Stegmüller setzt dem die mengentheoretische Struktur einer Theorie nach dem strukturalistischen Theorienkonzept entgegen (vgl. Stegmüller 1980).

Jede (insbesondere physikalische oder andere fortgeschrittene) Theorie T besitzt eine für sie charakteristische mathematische Struktur. Ein mengentheoretisches Prädikat S erfasst sie axiomatisch, beschreibt sie z.B. in der Form: <<T ist eine klassische Partikelmechanik; T ist eine Quantenmechanik etc.>> und fixiert so exakt die mathematische Struktur. Alle vorexplikativen Theorien, auf die das Prädikat S zutrifft, konstituieren die Menge M der Modelle. Eine Erweiterung der Theorie auf Anwendungsbereiche, die außer der mathematischen Struktur empirische Phänomene einbeziehen, bedarf der Ergänzung mit der offenen, pragmatisch um Elemente ausdehnbaren (Urmenge $I_0 \rightarrow I$) Menge I, der wirklich intendierten Anwendungen. Die Theorie wird demzufolge vom geordneten Paar ***{K, I}*** beschrieben.

3.2 Begriffe und Definitionen – Technik: Vielfalt und Einheit in der Vielfalt

3.2.1 Fundamentales aus multiplen Quellen

Nicht zwingend repräsentativ, dennoch Wesentliches abbildend, seien – über das vorn bereits Erörterte hinausgehend bzw. es präzisierend und verifizierend – markante Auffassungen von Vertretern verschiedener Wissenschaftsgebiete angeführt und diskutiert.

Aus deren interdisziplinärer Vielfalt soll Extrapolierbares, Verallgemeinerungsfähiges, Einheitliches gewonnen werden, um die *Theoretizität des Begriffs der faktisch mehrdimensionalen und multiperspektivischen Technik* zu identifizieren. Ohne Anspruch auf auch nur näherungsweise Vollständigkeit wird eine kleine Auswahl, die Vielfalt und Differenzierung der Auffassungen und Auslegungen dessen skizzieren, was zur *Technik* an qualitativ Grundsätzlichem kommuniziert wird.

Die *Sachlage:* Der tradierte, derzeit in hervorstechenden Elementen oder umfassender angewandte, Terminus Technik kennzeichnet einen relativ autarken Gegenstand, im Speziellen mit durchaus differenziert dimensionierter Extensionalität und variierter Intensionalität, sowie einer adaptierten Methodologie. Die integrierte Spannweite umfasst sowohl ein *gegenständliches Instrumentarium* (wie Maschinen, Werkzeuge, ...) als auch *Prozeduren* und *intellektuelle Prozesse* und das aus ihnen resultierende (zunehmend algorithmisierte) kompetente Handeln. Im Sinne mannigfaltiger und enger input/output-Beziehungen mit der Natur und der Gesellschaft unterliegt die Technik in dieser Triade materiellen und ideellen Interdependenzen: Interaktionen, Reziprozitäten und koevolutiven Veränderungen mit vernetzten Wandlungsprozessen. Diese Sachverhalte muss ein adäquater Technikbegriff – gegebenen-

falls zunächst pragmatisch – an den Anforderungen der Problemfelder orientiert hinreichend berücksichtigen.

Grundsätzlich gilt: Der Technikbegriff war nie statisch, sondern wesensgemäß immer extensionalen und intensionalen Modifikationen zugänglich, sofern die technisch-technologische und gesellschaftliche Entwicklung dies bedingen und der wissenschaftliche Fortschritt das ermöglicht oder gar herausforderte.

Vor dem verfolgten Exkurs sind zwei Hinweise angebracht:

1. *Bernd Meier* befasst sich in dem vorliegenden Sitzungsbericht unter dem Titel „Curriculare Implikationen des Technikbegriffs" systematisch mit einer, solche Aspekte einbeziehenden Begriffskritik, dokumentiert und akzentuiert aus didaktischer Perspektive neben Überlegungen zu apparativen technischen Gebilden vor allem die Beziehungen zwischen der Technik und dem Lebensstil der Menschen.

2. In seinen langjährigen Forschungsarbeiten zum Technik-Begriff analysierte und erörterte *Gerhard Banse* mit großer Toleranz die unterschiedlichen Auffassungen, verdeutlicht die theoretischen Konsequenzen sowie die praxisrelevanten Folgen der jeweiligen Konzepte beachtenswerter anwendungsorientierter Breite. Ausdrücklich hervorzuheben ist seine Auslegung der *Technik als Kulturprodukt* ***und*** *Kulturform*:

> „Technik wird nicht nur durch den kulturellen Kontext stark beeinflusst, sondern ist selbst eine kulturelle Hervorbringung, eine Kulturform. Das Verhältnis zwischen Kultur und Technik ist reziprok." (Banse/Hauser 2010, S. 26f.)

Banse exponiert damit ein *Wesensmerkmal*, das in einer noch ausstehenden umfassenderen Technik-Definition aufgehoben werden müsste. Seine Argumentation und einige Folgerungen sind in dem in diesen Sitzungsbericht eingeordneten Beitrag genauer vorgestellt.

In einigen wissenschaftstheoretischen Untersuchungen wird, im Zusammenhang mit dem – nicht zuletzt technikassoziierten – Kulturbegriff, das Problem der *Unterscheidbarkeit* zwischen *beobachtbaren* und *nichtbeobachtbaren* bzw. nach *nichttheoretischen* und *theoretischen* Elementen von *Begriffen* analysiert. Die damit kommunizierende Methodik des Kulturtheoretikers Osgood, die mit den sinngemäßen Kunstworten *Perceptas* und *Conceptas* operiert, ist nicht nur im speziellen Fall von besonderem Interesse, sondern darüber hinaus aussichtsreich nutzbar. Sie wird im Zusammenhang mit dem Kulturbegriff – ihrem originären Entwicklungsfeld – gründlicher erläutert.

Die erstrebten Explikate konstituieren sich im übergreifenden Allgemeinen aus *dynamischen Modellen* (Mustern, Entwürfen) des Empfindens, des

rationalen Denkens und Handelns, die vornehmlich mittels charakteristischer und adaptierbarer Symbole aller Art generiert, abgebildet, vervielfältigt und transformiert werden.

Strukturalistische Theorienkonzepte prägen in dem besprochenen Kontext für die theoretische Komponente den bewertenden Terminus *Theoretizität*, der erkenntnistheoretisch mit den Conceptas Osgoods korrespondiert und stets auf eine bestimmte Theorie oder einen bestimmten Begriff zu relativieren ist. Damit sind Mengen beschrieben, denen jene Prädikate zukommen, die zu den wirklich *intendierten Anwendungen* der Charakteristik gehören.

Der Ansatz basiert auf der Idee, die Beschreibung der Struktur einer Theorie bzw. eines Begriffs – einer gedanklichen Widerspiegelung von Sachverhalten – auf die Mengenlehre zurückzuführen, die im Strukturalismus als universelle Sprache empirischer Wissenschaft agiert. Im Zusammenhang mit der Beschreibung der Technologie, insbesondere als Theoriensystem, wird dieses Konzept in dem betreffenden Kapitel umfassender genutzt.

Der *Technikbegriff* gehört – ebenso wie der der Kultur, der Technologie und ähnliche – zu den Musterbeispielen für die wissenschaftstheoretische Stellung und die Eigenarten der sogenannten *„kollektiven weichen Phänomene“*, die sich nur mit Einschränkungen zuordnen lassen. Die Situation ähnelt der der sogenannten weichen Materie – einem Inbegriff dieser Begrifflichkeiten. In den Naturwissenschaften wird eine spezielle Materialklasse aus typischen kondensierten Phasen (soft condensed matter) mit besonderen Eigenschaften und herausragenden interdisziplinären Nutzungspotentialen so bezeichnet, die sich aufgrund der Wechselwirkungen in den verschiedenartigen Vielteilchensystemen nur bedingt einem der klassischen Aggregatzustände ‚fest‘ oder ‚flüssig‘ (im Sinne einer [1,0]-Entscheidung) zuordnen lassen. Die herkömmliche Denkweise entscheidet in jedem Fall qualitativ eindeutig über die Zugehörigkeit zu einem Begriff, indem die dafür insgesamt erforderlichen (idealtypisch notwendigen und hinreichenden) Bedingungen angegeben werden. Die Zugehörigkeit zu einer – mit Konzepten mental repräsentierten – *Kategorie ist graduell* und keine [1,0]-Alternative, die ein- oder ausschließt, über zugehörig – nicht zugehörig urteilt.

Die tatsächlichen Gegebenheiten ‚kollektiver weicher Phänomene‘ blockieren (inhibieren) eine klare Begriffsbestimmung, erzwingen den Verzicht auf tradierte wissenschaftliche Modi des Definierens. Sie generieren und tolerieren stattdessen eine Vielfalt sinnvoll verbundener (Konnexion) und dennoch eigenständiger (Heterogenität) nutzungsfähiger ‚Torsi‘, die sich aus dem Wesen der Phänomene ergeben und sich sachgerecht an typologi-

sierten Konzepten orientieren können. Die deskriptive, expressive – und im Falle der Technik und Kultur die soziale – Bedeutung der so gewonnenen dynamischen Begriffe gebührt es, in der Konzeptebene dargestellt zu werden. Dabei ergeben sich unter Umständen totale Synonyme, weit häufiger resultieren partielle Synonyme mit geteiltem Bedeutungsvorrat, auf eine bestimmte Art und Weise wahrgenommene Subkategorien mit diffusen Grenzen. In Anbetracht dieser Tatbestände liegt es nahe, bei dieser Form der Weltbeschreibung und Wissensorganisation mit der Raumstruktur, in der Art einer als operierenden *Rhizomorphizität* zu sprechen.

Wertvolle Hinweise zur Charakterisierung der Begriffe ergeben sich aus der Etymologie, indem der Ursprung, die Geschichte, die wechselvolle – auch widersprüchliche – Bedeutung und die Gestalt der Wörter mit zum Teil erheblichen Metamorphosen erschlossen werden. Die Entstehung, Veränderung, Entwicklung und Substitution/Ablösung von Begriffen bilden ein bedeutendes Arbeitsfeld der dialektischen Logik.

Die vom Begriff Technik ausgehende *retrospektive Etymologie* ist zwar nicht hinreichend, um die gegenwärtigen Wortbedeutungen umfassend aufzuklären. Die der historischen Sprachentwicklung folgende *diachrone Etymologie*, vermag jedoch Wesentliches zu erkunden und zum heutigen Verständnis sowie zum Erkenntnisfortschritt beizusteuern. Zu beachten ist allerdings, dass die Entwicklungspfade der Wörter und Begriffe in der Regel mehrfach Bifurkationen aufweisen, was retrospektive Betrachtungen nicht nur kompliziert, sondern unter Umständen sogar gänzlich verhindern kann.

Am Anfang war das altgriechische Wort ***τέχνη*** *(technē, Plural: technai)*. Es stand für *Können* mit den Händen (Handwerk) sowie dem Geist/Intellekt (Kunst, Kunstfertigkeit) und dafür, was aus dem Tun entsteht: Kunstwerk. Im übertragenen Sinn bedeutet es Kunstgriff, List, Betrug. Ähnliches gilt für den Wortstamm in verschiedenen indogermanischen Sprachen.

Schon in der Antike war *technē* nicht auf handwerkliche *Tätigkeiten* sowie das Erzeugen von *Produkten* und *Artefakten* beschränkt, sondern umfasste zudem die Bedeutung von *Verfahrensweisen: die Mittel und Methode* für jede *Art von Tätigkeit* sowie dem entsprechende *(Fach)Disziplinen*.

> „Als dieses praktische Wissen ermöglicht die vorausplanende Berechnung und zielbewußtes Handeln: wo technē das Tun bestimmt, gibt es ein **τέλος**, ein Ziel, auf das hin gewirkt, etwas, das bewegt, ein Werk oder eine Tat, die verwirklicht werden sollen. Damit wird technē ein Mittel zur planvollen Erreichung eines Zieles.“ (Löbl 1997, S. 211f.)

Als intentionale Verfahren, Methoden und Disziplinen waren mit dem Begriff ***téchnē***, (griech. **τέχνη**) u.a. verbunden, die

- *Mechanik, mechanike (technē)* (griechisch μηχανική [τέχνη]), abgeleitet von mēchanikós (μηχανικός) Maschinen und (mēchanē) Werkzeuge betreffend, *erfinderisch* (heute strukturiert als Kinematik und Dynamik: mit Statik und Kinetik);
- *Logik, logiké (téchnē)*, (altgriechisch λογικὴ [τέχνη]) – denkende Kunst, Vorgehensweise‘ oder auch Folgerichtigkeit, vernünftiges Schlussfolgern;
- *Dialektik*[5]*, dialektiké (téchne)*, (griechisch διαλεκτική [τέχνη] – Kunst der Unterredung, der diskursiven Gesprächsführung; gleichbedeutend mit (lateinisch *[ars] dialectica*);
- *Kritik, kritikē (téchnē),* (griechisch κριτική [τέχνη]) – Kunst der Beurteilung, abgeleitet von *krínein* (κρίνειν) – konstuktiv ‚unterscheiden‘, ‚trennen‘;
- *Rhetorik, rhētorikē (téchnē*, (altgriechisch ῥητορική [τέχνη]) – die Redekunst.

Außer in der Mechanik, deren Bindung an Maschinen und Werkzeuge – einschließlich des Erfinderischen – evident bleibt, ist der Begriff *téchnē* schon in der Beispielsreihe ‚entgrenzt‘, extensibel, und auf diese Weise auf ein unbegrenztes Spektrum konkreter Anwendungen ausdehnbar.

In der deutschen Sprache ist das Suffix -ik ein typisches Wortbildungselement zahlreicher femininer Substantive, die ein *Fachgebiet*, eine *Disziplin* bezeichnen (z.B. Physik, Mathematik, Arithmetik, Grammatik, Ethik) und für *Sammelbegriffe (Kollektiva)*, die eine Klasse von Dingen, Sachverhalten oder diverse Klassen benennen (z.B. Kinematik, Dynamik: mit Statik und Kinetik oder Problematik, Mimik).

3.2.2 Der definitorische Pragmatismus der Jurisprudenz

In der Jurisprudenz ergibt sich die Notwendigkeit der klaren, eindeutigen Charakterisierung des *Technischen* besonders im Zusammenhang mit einem daran angepassten effektiven Patentschutz. Dessen Bedeutung für den wis-

5 Unterschieden von *dialektiké (téchne)* bezeichnet die *dialektiké (epistéme)* die Wissenschaft Dialektik. Im *Hegelschen Sinne* ist diese Dialektik eine Erkenntnis-Methode, die die inneren Gesetzmäßigkeiten der Selbstbewegung der Wirklichkeit (Identität von Denken und Sein) und der Selbstbewegung des Denkens vereint. Die Methode der Metaphysik ist der Dialektik entgegengesetzt. Kurz gefasst ist die Dialektik im Sinne des *dialektischen Materialismus* die Wissenschaft von den allgemeinsten Bewegungs- und Entwicklungsgesetzen der Natur, der Gesellschaft und des Denkens.

senschaftlich-technischen Fortschritt und eine Bewertung der Erfindung ist in der gegenwärtigen Entwicklungsphase kaum zu überschätzen. Neben der Neuheit des Resultates der erfinderischen Tätigkeit und dessen gewerblicher Anwendbarkeit, ist der technische Charakter – die sogenannte Technizität[6] – implizite Voraussetzung der Patentierbarkeit. Eine pragmatisch erklärende ‚Definitionsweise', die sich häufig ganz speziell auf einzelne Gesetze, Urteile etc. bezieht, bestimmt im erheblichen Umfang das Vorgehen im Rechtswesen.

Zwei Momentaufnahmen aus den Jahren 1967 und 2004 sollen die technikinduzierten pragmatischen Abwandlungsversuche des relevanten Begriffssystems demonstrieren.

Erstens: BGH-Urteil „Rote Taube" 1969

> „*Technisch* ist eine Lehre zum planmäßigen Handeln unter Einsatz beherrschbarer Naturkräfte zur Erreichung eines kausal übersehbaren Erfolgs." BGH, Beschluss vom 27. März 1969, Az. X ZB 15/67, Volltext.

Der Begriff Lehre ist im Sinne von Instruktion und Aufklärung gebraucht. Und beide üblichen Bezüge des Adjektivs ‚technisch', nämlich auf eine *Verfahrensweise* sowie die *Ausstattung* mit *Geräten* und ihre *Funktionsweise* sind angelegt.

Zweitens: Gemeinsamer Standpunkt des Rates im Hinblick auf den Erlass der Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die *Patentierbarkeit computerimplementierter Erfindungen* (11979/1/2004 – C6-0058/2005 – 2002/0047[COD])

Der Rechtsausschuss des Europaparlaments formulierte:

> „Bei dieser Sachlage erschien uns die Formulierung „eine neue Lehre zum Einsatz beherrschbarer Naturkräfte unter Steuerung durch ein Computerprogramm und unabhängig von den für den Ablauf des Programms notwendigen technischen Mitteln ist technisch als die umfassendste und gleichzeitig die eindeutigste zur Definition dessen, was technisch ist."[7] – Michel Rocard: CII Entwurf 2005

Entwurf einer Empfehlung für die zweite Lesung betreffend den Gemeinsamen Standpunkt des Rates im Hinblick auf den Erlass der Richtlinie des

---

6 **Technizität** ist ein in der Rechtssprache hauptsächlich im Zusammenhang mit Patenten verwendeter Begriff. Neben Neuheit, erfinderischer Tätigkeit und gewerblicher Anwendbarkeit ist der **technische Charakter** einer Patentanmeldung eine weitere grundlegende Voraussetzung für deren Patentierung. Der Begriff wird allerdings genereller auch im Sinne einer ganzheitlichen, sich historisch ständig verändernden Technik gebraucht.

7 http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2004_2009/documents/pr/565/565497/565497de.pdf

Europäischen Parlaments und des Rates über die Patentierbarkeit computerimplementierter Erfindungen (11979/1/2004 – C6-0058/2005 – 2002/0047 [COD])

3.2.3 Aktive Knoten im vermaschten Begriffsnetz zum ‚Weltverständnis'

Als Konstituenten des Netzwerks folgen 'knotenbildende' Einlassungen aus fachinduzierten Sichten mit mehr oder minder profilierten philosophischen Komponenten, die heuristische Funktionen bekunden.

Der Technikphilosoph *Günter Ropohl* schlug den nachfolgenden Technikbegriff vor:

> „Technik umfasst (a) die Menge der nutzenorientierten, künstlichen, gegenständlichen Gebilde (Artefakte oder Sachsysteme), (b) die Menge menschlicher Handlungen und Einrichtungen, in denen Sachsysteme entstehen und (c) die Menge menschlicher Handlungen, in denen Sachsysteme verwendet werden." (Ropohl 2009, S. 31)

Dieser Technikbegriff – nach Banse ein Terminus mittlerer Reichweite, d.h. für das Netzwerk: bemerkbarer Konnektivität – ist angesiedelt zwischen einer prononciert technikwissenschaftlichen Deutung als reales artefaktisches Ensemble und konjugiertes finales Aktivitätsspektrum des Menschen sowie der sehr weiten Lesart im Sinne von ***technē***: jegliche Fähigkeit, Fertigkeit, **Kunst und Handwerk *Kunst*** ist vom Verb „können" abgeleitet, das auf das indogermanische Stammmorphem >>gen(e)[8]<< zurückgeht und „erkennen, kennen sowie wissen" bedeutet.

Ropohls Technikbegriff hebt keine Wesensmerkmale hervor und führt keine Wortbedeutungen an, wie es eine tradierte ‚definitio realis' mit ihrem substanziellen Informationsgehalt verlangt. Er führt dennoch eine *Menge von Objekten und konjugierten Handlungen an*, die unter die Definition fallen – also eine achtbare Extension von Seinsbereichen über die sich der Terminus Technik erstreckt. Damit ist dieser Technikbegriff für die Sacherklärung unbestritten wertvoll, wie es auch die Übernahme seitens des VDI beweist, bleibt jedoch fragmentarisch. Die *Menge der Eigenschaften*, die die

8 Aus dem Stammmorphem „gen(e)-" gingen die Verben „gnoscere" (lat.) und „gignóskein" (griech.) hervor. Beide bedeuten „erkennen". Wortverwandtschaft besteht überdies zu den Verben „gig(e)nere" (lat.) und „gig(e)nómai" (griech.) Sie drücken „(er)zeugen, entstehen, wachsen" aus. Dem Wort „Kunst" (Fertigkeit, Kenntnis, [deskriptives] Wissen) kommt demzufolge neben der Hauptbedeutung „erkennen" noch die Notation „(er)zeugen" (... von Kunstwerken) zu. Das Künstliche (Artefaktische) ist das Werk eines kenntnisreich, mit seinen Fertigkeiten tätigen Menschen. (In Anlehnung an verschiedene Quellen)

Bedeutung des Begriffes konstituieren, die Intension, ist nur implizit und additiv angedeutet: Artefakte oder Sachsysteme sowie menschliche Handlungen der Erzeugung und Anwendung. Der Begriff ist infolgedessen nicht hinreichend expliziert. Er gestattet allerdings eine sachliche Differenzierung zwischen den Technikgestaltern, den Technikbetreibern und Technikverwendern, die Banse nutzt, um die unterschiedlichen Anforderungsprofile aufzuzeigen.

Der Begriff „Gestaltung" steht nach dem Verständnis des Arbeitskreises *„Allgemeine Technologie"* der *Leibniz-Sozietät* für die Gesamtheit der Problembearbeitungsprozesse, die mit einer Technologie verbunden sein können: Synthese (Idee, Generierung, Entwurf), Analyse, Auslegung, Projektierung, Konstruktion, Bau und Errichtung u.a.

> „Ohne Technik gibt es keine menschliche Gesellschaft. Ein beträchtlicher Teil der gesamten materiellen und geistigen Kultur der Menschheit deckt sich mit dem, was auch in der modernen Bedeutung unter Technik und technischem Wissen verstanden wird. Dazu gehören in erster Linie die Produktionsinstrumente, wie einfache und komplizierte Werkzeuge jeder Art [...] landwirtschaftliche Geräte und Maschinen, Krananlagen, Walzwerke; Kernreaktoren [...] Transportmittel und Verkehrsanlagen aller Art [...]" (Ley 1965, S. XIII)

Das unter- und abgebrochene Zitat weist eine lange, illustrierende Aufzählung von Artefakten aus. Das ist weder erheblich, noch lässt es sich auf auch nur annähernde Vollständigkeit prüfen. Der Philosoph Herman Ley betonte in dem einleitenden Beitrag zur Enzyklopädie Technik vielmehr, dass sich der menschlichen Gesellschaft zur *essentiellen Technik* keine andere Möglichkeit bietet und exponierte – schon vor fünf Dezennien – deren Bezug sowohl zur *materiellen* als auch zur *geistigen Kultur*.

Technik entspricht in ihrer Formen- sowie Methodenvielfalt Kulturprodukten und Kulturgütern (kulturellen Werten). Vice versa ist Kultur in allen ihren Formen immer auch als Technik haptisch, optisch sowie akustisch wahrzunehmen und/oder geistig zu begreifen.

Technik und Kultur können sachgemäß als interagierende und aktiv integrierter Bestandteil eines sozio-technischen und sozio-kulturellen Systems verstanden werden, in dem das Technik-, Kultur- und Sozialsystem organisch verschränkt einen harmonisch funktionierenden emergenten Gesamtkomplex formieren.

In der nüchternen und eindeutigen mengentheoretischen Reflexion heißt das: Für die Potenzmenge einer Menge K, deren Element sämtliche Teilmengen der Kultur (K) sind, gilt in der mengentheoretisch beschreibenden

Notation[9]: $\mathcal{P}(\mathbf{K})=\{\mathbf{T}|\mathbf{T}\subseteq\mathbf{K}\}$ Sie hat die charakteristische Funktion $\chi_T \leq \chi_K$. Zudem gilt: $\mathbf{T}\subseteq\mathbf{K}: \forall\ \mathbf{x}\in\mathbf{T}: \mathbf{x}\in\mathbf{K}$ Jedes Element von T (der Technik) ist auch ein Element von K (der Kultur).

In dem eingangs zitierten Beitrag „Technik als Form der Freiheit – Überlegungen zur menschlichen Kultur“ beurteilt die Autorin Recki[10] die Technik detaillierter.

Reckis Folgerungen sind Konsequenzen aus ihrer *Grundposition*, die Technik als Form der Freiheit zu verstehen.

> „Es sind drei Thesen, die ich damit verbinde:
>
> 1. Technik gehört integral zu aller Kultur [...]
> 2. Der Mensch ist in ebendem Maße, wie er das Wesen ist, das Kultur hat, immer schon ein technisches Wesen [...].
> 3. Technik ist als verselbständigte Methode immer Methode des Gewinns an Effizienz und Handlungsspielraum – und daher Ursprung und Form der Freiheit [...]“
>
> „Es sind die *methodisch formalisierten und organisierten Verfahren der Problembewältigung durch instrumentelle Arrangements* in einem jeweiligen Arbeitsbereich, was wir im einen wie im anderen Fall als Technik bezeichnen.“ (Recki 2013, S. 9)
>
> „Im Anschluss an Edmund Husserls Abhandlung über *Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendentale Phänomenologie* (1937) ist ein Begriff der Technik zu gewinnen, der diese radikal nicht als Bereich instrumentell eingesetzter Dinge (wie Werkzeuge, Geräte, Maschinen) fasst, sondern als intellektuellen Prozess der Habitualisierung von Kompetenz [...]. Es ist Hans Blumenbergs systematischer Hervorhebung dieses Begriffs von Technik zu verdanken, dass wir deutlich erkennen: Die hier vertretene These *lokalisiert die Technik bereits in der Struktur des menschlichen Bewusstseins* [...] Die Technik ist primär nicht ein Reich bestimmter, aus menschlicher Aktivität hervorgegangener Gegenstände; sie ist *in ihrer Ursprünglichkeit ein Zustand des menschlichen Weltverhältnisses selbst*.“ (Recki 2013, S. 6, H. d. V. – L.-G. F.)
>
> „Die Technik ist phänomenal ein Reich von Mechanismen“. (Blumberg 1981, S. 50)
>
> „Technisierung ist Husserls Ausdruck für diese Mechanismen“. (Recki 2013, S. 9)

9 Symbole: $\forall$-Allquantor; $\emptyset$-leere Menge, in dem Kontext: $\emptyset\in\mathcal{P}(K)$

10 Recki ist Professorin für Philosophie mit den Arbeitsschwerpunkten Ethik, Ästhetik sowie Kulturphilosophie/Anthropologie des 18. Jahrhundert und der Moderne.

Meine Frage in der Diskussion zum Konferenz-Vortrag: „Technik als Form der Freiheit – Überlegungen zur menschlichen Kultur“, welche Stellung in ihrem System die m.E. nahezu gänzlich *ignorierte Technologie* einnehme, führte zu keinem (auf)klärenden Ansatz. Das vorgestellte Interpretationssystem Reckis benötigt m.E. – außer als Attribut für das technologische Großaggregat – die Kategorie Technologie wahrscheinlich gar nicht, wenn die Autorin u.a. konstatiert:

> „Wir haben [...] einen Begriff von Technik, der von der Bindung an Werkzeug, Maschine und technologisches Großaggregat losgelöst, sondern vielmehr verfahrenspragmatisch und prozessorientiert ist.“ (Recki 2013, S. 8)

> „Der Begriff ist freigesetzt für eine unabsehbare Bandbreite konkreter Anwendungen.“ (Ebd., S. 9)

> „Es sind die methodisch formalisierten und organisierten Verfahren der Problembewältigung durch instrumentelle Arrangements [...] was wir [...] als Technik bezeichnen.“ (Ebd.)

Eine Reihe weiterer, vorn angeführter Zitate belegt den Eindruck, dass die Autorin bewusst auf einen eigenständigen, von der Technik unterschiedenen Technologie-Begriff verzichtet.

Der Technik werden auf diese Weise Prädikate beigelegt und Funktionen zugewiesen, die der komplexen, höher aggregierten und metromorph organisierten Technologie zukommen. Zur kritisierten Auffassung von Recki sei hier zunächst nur angemerkt, dass auf diese Weise die Technologie einerseits im Wesen verkannt und andererseits dieses Begriffsverständnis in die Zeit vor Johann Beckmann zurückfällt. Richtig bleibt, dass die Technik ein wesentliches, zumeist qualitätsformendes, aber eben nicht hinreichendes Element der Organisations- und Kooperationsstufe Technologie bildet. Diese Meinung soll im Kapitel zur Technologie genauer belegt werden.

In seinem Werk *Allgemeine Technologie* publizierte der Erziehungswissenschaftler Horst Wolffgramm 1978 eine zusammenhängende Darstellung der *Elemente, Strukturen* und *Gesetzmäßigkeiten technologischer Systeme*, das er später in seinem Hauptwerk *Technische Systeme* und *Allgemeine Technologie* erweiterte. Darin und wiederholt in späteren Einzelpublikationen äußerte sich Wolffgramm als Spezialist für Polytechnik problembewusst und detailliert zum Begriff Technik.

> „Wir sehen in dem Technikbegriff heute eine der grundlegenden philosophischen Kategorien, der mit den Begriffen Natur und Gesellschaft in enger Beziehung steht und gemäß seinem Wirkungsumfang auf eine Ebene mit ihnen gehört. Dieser Platz des Technikbegriffs im Zentrum eines modernen Gesellschaftsver-

> ständnisses macht auch die weltanschaulichen Auseinandersetzungen verständlich, die um ihn geführt werden und die bis heute nicht in eine einheitliche Position eingemündet sind.“ (Wolffgramm 2006, S. 38)

Mit dieser Begriffsbestimmung der Technik als grundlegender *philosophischer Kategorie* beansprucht Wolffgramm den höchsten Abstraktionsgrad und verweist auf logische Reflexe. Die damit im vermaschten Begriffsnetz Technik erreichte Art und Weise sowie Dichte der Verbindungen (dessen Konnektivität) ist maximal. Damit reduziert sich jedoch in logischer Konsequenz das Auflösevermögen erheblich. Diese Tatbestände verdeutlichen, dass Begriffsbildungen stets auch pragmatischen Gesichtspunkten unterliegen.

Jede Wissenschaft besitzt ein spezifisches Kategoriengefüge, weil Kategorien im Sinne von Kant apriorische Denkformen und demzufolge Grundvoraussetzung für alle Erfahrungen sind. Im 20. Jahrhundert wurden zahlreiche Kategorien als offene Begriffssysteme zur Strukturierung der erfahrbaren Welt ausgearbeitet und propagiert. Das *Absolute* philosophischer Kategorien ergibt sich daraus, dass sie sich nicht auf noch allgemeinere Begriffe zurückführen lassen.

Bernd Meier zitiert in diesem Sitzungsbericht in seinem Beitrag eine Reihe technikrelevanter Besonderheiten der Wolffgrammschen Ansichten, so dass der Hinweis auf seine diesbezüglichen Ausführungen genügt. Lediglich ein integrativer Aspekt sei im laufenden Kontext akzentuiert.

> „Technische Erscheinungen besitzen eine ausgeprägte Spezifik. Sie 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.“

Auf die dafür maßgebende Koevolution der Triade Natur, Technik und der Menschengesellschaft mit ihren Zielen und Normen wurde bereits hingewiesen. Sie ist nicht nur entwicklungsbestimmend, sondern zudem für das reflektierende Technikverständnis von Bedeutung. Das komplexe triadische System mit inhärenter Selbstorganisation lässt sich mit den sogenannten *zellulären Automaten* (genauer: engl. coupled-map lattices) in seiner raumzeitlichen Dynamik direkt analysieren oder mathematisch modellieren. Als Analysenwerkzeug oder diskretes physikalisch-mathematisches Modell gestatten es zelluläre Automaten die Musterbildungsphänome und die Selbstorganisationsprozesse auf lokale Wechselwirkungen[11] zurückzuführen.

---

11 Unter dem wechselseitigem Einfluss zwischen unmittelbaren Nachbarn: kooperativen Direkt-Nachbar-Beziehungen in einem Zustandsraum mit bestimmten Parameterwerten und

3.3 Zwischenresümee

Technik und Kultur können sachgemäß als interagierende und aktiv integrierte Bestandteile eines sozio-technischen und sozio-kulturellen Systems verstanden werden, in dem das Technik-, Kultur- und Sozialsystem organisch verschränkt einen harmonisch funktionierenden emergenten Gesamtkomplex formieren.

Technik wird nicht nur durch den kulturellen Kontext (siehe oben) stark beeinflusst, sondern ist selbst eine kulturelle Hervorbringung, eine Kulturform.

> „Das Verhältnis zwischen Kultur und Technik ist reziprok: Durch Technik wird Kultur ins Werk gesetzt, fortgeschrieben, verdinglicht, und die Umwelt wird kultiviert. Technik als Kulturform bildet jedoch (ist sie erst einmal in den Alltag integriert) selbst einen Teil dieser Umwelt, sie wird beständig weiter kultiviert. Indem sie aber (durch kulturelle Einflüsse) Veränderung erfährt oder gar aus kulturellen Bedürfnissen heraus neu geschaffen wird, wirkt sie wiederum als Umwelt auf den Kontext zurück und verändert diesen.“ (Banse/Hauser 2010, S. 26f.)

Sowohl die Technik, die Technologie als auch die Kultur *wirken* ausgesprochen *vielschichtig, verflochten und verzweigt* als qualitätsbestimmende dynamische Komponenten der Gesellschafts-/Sozialsysteme. Sie formieren – akkumulativ, inkrementell und komplementär – deren erkenntnisorientierte Ideen und interessengeleiteten Grundsätze des Handelns, prägen die Lebens- und Produktionsweise. Sie werden – unter anderem mit nationalen, regionalen und ethnischen Unterschieden bis Gegensätzen – von den ökonomischen, sozialen, politischen Realitäten und Zielen überformt. Dazu gilt es, deren Verhältnis zur Technik und das effiziente Wirken mit dem und in den Technologien unablässig zu analysieren, zu gestalten und zu transformieren, laufend zu steuern und zu regeln. Das geschieht unter unverzichtbarer Nutzung der Wissenschaft und der Sprache in enger Kooperation mit dem Recht, der Kunst, der Ethik, Moral, der Religion und kumulierter geschichtlicher Erfahrungen. Diese Gebiete zählen zu den, vom Philosophen und Psychologen Ernst Cassirer programmatisch als *symbolische Formen der Systementwicklung der menschlichen Kultur* bezeichneten Faktoren einer produktiven Gestaltung der Wirklichkeit. Cassirer reflektierte die Bedingun-

---

wirksamen Regelwerken, wird ein komplexer raumzeitlicher Struktur(Muster)bildungsprozess realisiert. In der Natur (in biotischen Systemen) gehören zu den wirksamen Regeln biochemische Mechanismen, unter Umständen reaktive (aktivierende oder inhibierende) Substanzen und charakteristische Formen der Signaltransduktion.

gen für die Möglichkeit des technischen Wirkens und der technischen Gestaltung, d.h. das Prinzip der Technik und damit ihren grundsätzlichen Funktionssinn im Ganzen der Kultur zu begreifen.

In seinem Ansatz zur Formung von Wirklichkeit mittels geistiger Aktivität stellt Cassirer die *Technik* (vgl. Cassirer 2004 [1930]) mit der *Sprache* (vgl. Cassirer 2001/2002 [1923, 1925, 1929]) auf dieselbe Stufe, indem er erkennt, dass *der menschliche Geist in der Sprache und im Werkzeug*[12] *die wichtigsten Mittel der Befreiung sich geschaffen hat*.

Woraus die logische Empfehlung resultiert, die unter dem Begriff Kultur subsumierten Instrumentarien in ihrem originären Wesen zu begreifen und diese Werkzeuge kooperativ in ihren Interdependenzen einzusetzen.

In der Anthropologie wird zwischen dem *deskriptiven Konzept* – dem materiellen und immateriellen Artefakten – und dem *explikativen Konzept* – dem geistigen Überbau, den Grundanschauungen, Werten und Einstellungen – unterschieden (vgl. Fankhauser 1996).

Sowohl die *Kultur* als auch die *Technik* lassen sich mit diesem deskriptiven und dem adjustierten explikativen Konzept abbilden. Beide manifestieren sich im *Artefaktischen*, in sichtbaren Strukturen und Prozessen, d.h. z.B. in Produkten, einem materiellen Instrumentarium und spezifischen Organisationsstrukturen, mit deren Hilfe der Mensch reale Probleme bei der Befriedigung seiner Bedürfnisse bewältigen kann, aber auch in Auffassungen, Verhaltens- und Handlungsweisen, Methoden, dem Theoriensystem Technologien und in Strategien.

3.4 Der Kulturbegriff im Fokus der Reflexionen und Interdependenzen

Weder der Soziologie, noch der Anthropologie oder anderen Kulturwissenschaften gelang es bisher – trotz intensiven und kontinuierlichen Bemühens – ein einheitliches Verständnis des Kulturbegriffs zu entwerfen und zu etablieren. In der Literatur lässt sich eine Vielfalt seriöser Kulturdefinitionen finden. Nach überzeugenden Recherchen liegt deren Zahl jenseits der 150.

---

12 *Werkzeuge* sind überwiegend *einfache Maschinen* sowie – von Geräten unterschiedene – Vorrichtungen, die auf einfachen Funktionsprinzipien basieren. Im *erweiterten Begriffssinn* werden Hilfsmittel: natürliche und künstliche Assistive sowie Substitute, Messmittel, Modellvorstellungen, mathematische Modelle, Software, Zeichen etc. hinzugenommen. Im *allgemeinsten Sinn* steht Werkzeug abstrahiert für ‚Mittel zum Zweck' womit Subjekte und Procedere eingeschlossen sind. In einigen Fachbeiträgen wird analog ein verallgemeinerter *Maschinen*-Begriff verwendet. Die höchste Wertung erfährt dabei die offene Maschine: „Die mit hoher Technizität ausgestattete Maschine ist eine *offene Maschine* und das Ensemble der offenen Maschinen setzt den Menschen als ständigen Organisator voraus, als den lebendigen Übersetzer der Maschinen untereinander" (Simondon, 2012 S. 11).

So definiert der Duden Kultur kompakt als ein Ganzes, der in einem geografischen und temporären Bereich erbrachten *geistigen, künstlerischen* und *gestaltenden Leistungen*. Das sechsbändige Wörterbuch der deutschen Gegenwartssprache vermerkt:

> „Gesamtheit der von der Menschheit im Prozess ihrer Auseinandersetzung mit der Umwelt geschaffenen und ihrer Höherentwicklung dienenden materiellen Güter sowie der geistigen, künstlerischen und moralischen Werte." (Berlin 1978, Bd. 3, S. 2254)

Eine differenziertere Annäherung an die komplexe Kultur bietet der wissenschaftliche Ansatz des US-amerikanischen Psychologen und Psycholinguisten *Charles Egerton Osgood*[13] (1916–1991). Er begründete und erprobte das heuristische Eisberg-Modell. Seinem Standpunkt folgend sind Begriffe grundsätzlich als mehrdeutig aufzufassen. Das erklärt freilich nur einen Teil der Schwierigkeiten bei der Begriffsbildung und -interpretation. Die Kultur stellt sich in der Ebene der Begriffe (mit tendenziell zumindest anzustrebender, sachdienlich entfalteter Realdefinition) anhand zweier Erkenntnisniveaus, einer konkreten, wahrnehmbaren, empirisch beobachtbaren und einer nicht-wahrnehmbaren dar. Kulturtheoretiker nennen in dem bildhaften Eisberg-Modell den wahrnehmbaren Teil *‚Perceptas'* und komplettieren das Erkenntnis-Modell mit dem Hinweis auf das nicht direkt Wahrnehmbare, nicht Sichtbare, nicht Offenkundige, auf jene, den phänomenologischen Perceptas zugrunde liegenden intelligiblen *‚Conceptas'*. Nicht wahrnehmbar meint in dieser Sachlage: zumeist Abstraktes, nicht direkt Sichtbares/ nicht mühelos Durchschaubares – negiert jedoch nicht das prinzipiell mögliche sinnliche Erfassen und das überbrückende Erkennen.

Die Kunstworte *Perceptas* und *Conceptas* sind mit *deskriptiven* und *explikativen Konzepten* korreliert sowie mit dem *Nichttheoretischen* und *Theoretischen vergleichbar*. Den naturgemäß theoretisch schwach explizierten *Perceptas*, die sich vereinbarungsgemäß auf das objektiv-reale Phänomenologische beziehen, stehen die *Conceptas* gegenüber. Die *Conceptas*

---

13 Osgood spricht von einem semantischen Raum, der mehrere Bedeutungsdimensionen aufspannt. Osgood entwickelte 1952 die verbreitete Methode des Semantischen Differentials oder Polaritätenprofils, die emotionale Bedeutungsdimensionen von Begriffen erfassen soll. Er nutzt Eindrucksdifferential oder Polaritätenprofil – Verfahren zur Messung von Wortbedeutungen, Skalierungserfahren zur Wahrnehmungs-, Image- und Einstellungsmessung. Das Ziel ist das *Messen qualitativer Eigenschaften* auf einem möglichst hohen Skalenniveau mit ordinal-, intervall- oder verhältnisskalierte Messwerten und deren statischen Auswertung, wobei sowohl die Auswahl der aufzunehmenden Stimuli (Expertenbefragung, Pretest etc.) als auch die Interpretation der erhaltenen Antworten objektiv nachvollziehbar sind.

der Metaebene (conceptas – [geistig] erfassen, erkennen, verstehen) sind Explikationen.

Zur methodologischen Demonstration dieser Modellvorstellung können die *dunkle Materie* und die *dunkle Energie* des Universums angeführt werden, obwohl das, was sich hinter diesen ‚offenen' Begriffen tatsächlich verbirgt und mehr noch, was diese Phänomene verursacht, nicht eindeutig geklärt ist. Die Fakten belegen, dass lediglich 4,9% der im Universum verteilten Materie und Energie der ‚normalen', direkt wahrnehmbaren (baryonischen) Materie zuzuordnen sind. 26,8% werden der hypothetischen dunklen Materie und 68,3% der dunklen Energie zugewiesen. So bedeutend für die sichtbare Materie die Entdeckung des Higgs-Boson und seiner Masse mit ‚high technologies' auch sein mag, 95,1% der Materie- und Energieverteilung des Universums bleiben im doppelten Wortsinn noch *im Dunklen*, entziehen sich derzeit der direkten Beobachtung.[14] Darin ähneln sie jenem Teil des, in verschiedenen wissenschaftlichen Zusammenhängen als Metapher herangezogenen Eisbergs, der sich faktisch nur zu ca. einem Achtel im Sichtbaren, d.h. über der Wasseroberfläche, bewegt.

Die Perceptas stellen ontisch-ontologische Beziehungen, Relationen erster Ordnung dar. Die Conceptas gehören zur Metaebene, sie repräsentieren Reflexionen, Explikationen, formieren *kognitiv-diskursive Beziehungen*, Relationen zweiter Ordnung. Relationen sind immer Folgen/Auswirkungen von Feldern.

Die *Relationen erster und zweiter Ordnungen,* **der** *Bezugnahmen* (Verhältnisse) und von Abläufen (Prozessen), unterliegen Orientierungen. Während die *Bezugnahmen* beider Ordnungen wechselseitig und umkehrbar korrelieren, sind *reale Prozesse* stets gerichtet, also einseitig, unumkehrbar, bestenfalls nach einer Idealisierung fiktiv reversibel (umkehrbar).

Empirische Relative (**kausale**, funktionale, evolutive *Relationssysteme, relatio in natura*): → kognitive Relative (logische, numerische *relatio rationis*)

Anerkanntermaßen repräsentiert das *Quadrupel von Ontischem-Ontologischem und Kognitivem-Diskursivem*[15] in jeglicher Phänomenologie und

14 Obwohl es überzeugende indirekte Hinweise auf die dunkle Materie und die dunkle Energie gibt, kann bisher weder die Existenz elektromagnetischer Strahlung noch bestimmter Teilchen detektiert werden. Beide entziehen sich noch immer dem experimentellen Nachweis. Das Problem: Die flüchtigen, massereichen hypothetischen Elementartteilchen sind lediglich schwach wechselwirkend und unterliegen vorwiegend der Gravitation; die postulierte elektromagnetische Strahlung wird weder absorbiert, noch emittiert.

15 ***Diskursiv*** (von lat. discurrere, auseinanderlaufen), Gegensatz zu intuitiv (gefühlsmäßig), benennt eine Qualität des Denkens, das sich von einer bestimmten (certain) Ansicht/Inter-

Reflexion eine *dialektische Einheit*. Das Quadrupel verbindet ***ur**-sächlich* (buchstäblich aus der erzeugten/gewachsenen/sich verändernden Realität heraus) das fundamentale Prinzip der Bewegung im Komplex von Wirklichkeit und Möglichkeiten sowie im Denken und Erkennen. Hier im Phänomenologischen sowie bei der *Bildung* und *Entfaltung* von *Begriffen* – den Reflexionen und Explikationen – aber generell geltend.

Ohne Anspruch auf die Qualität einer ‚definitio realis', sie dennoch bestmöglich approximierend, sei eine *resümierende Technik-Begriffsbestimmung* zur Diskussion angeboten. Unbeantwortet bleiben die für Realdefinitionen zentralen Fragen, worin der wesentliche *Kern der Technik* besteht – wenn er überhaupt existiert – und welche von anderen trennenden, invarianten Merkmale nur sie besitzt.

Technik ist eine *Entität*, ein semantischer *Sammelbegriff*, der das Wesen – die Intension – und den Umfang – die Extension – der sie konstituierenden *komplexen Sachverhalte, Gegenstände, Operationen und Prozesse* in ihrer Gesamtheit *netzartig* (als Konnexion heterogener Konstituenten ohne ausgewiesenes Zentrum), d.h. ohne Begriffskern integriert.

Die Technik ist ein evolvierendes, hoch komplexes: naturales, soziales, kulturales und humanes *Phänomen*, ein zweckbestimmtes, nur multiperspektivisch denkbares und gestaltbares, qualitativ und quantitativ exponiertes materielles Element der gesellschaftlichen Produktivkräfte: der Mittel und Prozesse der physischen und psychischen Arbeit des Menschen zur Befriedigung der Lebensbedürfnisse (Produktionsweise ↔ Lebensweise). Technik ist Ausdruck der Wirkungsfähigkeiten der *Naturwelt*, die mit ihren immensen – in Teilen erneuerbaren – Nutzungspotentialen diese vielfältige, vielgestaltige, multiple, effektiv substituierende und assistierende gesellschaftliche Sphäre: eine ‚Hilfswelt', eine ‚zweite Natur', generiert.

Als *Produkt* und wesentliches *Instrument der gesellschaftlichen Entwicklung* ist die Technik mit ihren *sozio-kulturellen Determinanten* praktisch und theoretisch in sozio-ökonomische Zusammenhänge, wie Ziele, Methoden, Wege, Selektionskriterien, einzuordnen.

Die Bedingungen und Möglichkeit des technischen Wirkens, die technische Gestaltung von Artefakten und Operationen, der integrale *Funktionssinn der Technik*, in Einem: *das Prinzip der Technik*, repräsentieren immer auch Konditionen, Prozeduren und Produkte der *Kultur*. Das spezifische und

---

pretation logisch begründet zu einer anderen überzeugenden entwickelt und die aufeinanderfolgenden Vorstellungen/Ideologeme sukzessiv aus konsistenten Teilen hervorgehen. Im weiteren Sinne wird ein Denken diskursiv genannt, wenn es *begrifflich* ist. Höhere Erkenntnisformen wie Imagination, Inspiration und Intuition sind grundsätzlich nichtdiskursiv.

generische *Kollektivum* Technik schließt reale und abstrakte (darunter begriffliche) Kulturprodukte und Kulturgüter holistisch ein und umgekehrt.

Die Technik weist vier *Wirkungsdimensionen* auf: Sie fungiert als Produktiv-, Kultur-, Sozial- und Humankraft. Auch das erklärt ihre Multiperspektivität.

Mit dem *technischen Fortschritt (der Technikgenese)* qualifiziert der die Menschheit entwicklungsgesetzlich begleitende *Prozess der Technisierung* das gesellschaftliche Einsatzfeld der Technik und dehnt es – im Großen und Ganzen unbegrenzt – aus.

Bewusst ausnahmslos an direkten und indirekten Zitaten Ropohls orientiert, lässt sich resümieren:

- *Technik* passt also nicht in die ‚Seinsbereiche', über denen sich die Disziplinen definieren, und noch viel weniger lässt sie sich auf eine der ‚Schichten' beschränken, die in jenen Seinsbereichen unterschieden werden. Vielmehr kommen, wenn man Technik verstehen und gestalten will, alle diese Bereiche und Schichten in Betracht (vgl. Ropohl 2009, S. 32ff.).
- Die *Technikwissenschaften* können mithin, wenn sie die Definition der Probleme angemessen und umfassend vornehmen wollen, grundsätzlich keine Disziplinwissenschaften sein.
- Im Aufsatz „Jenseits der Disziplinen – Transdisziplinarität als neues Paradigma"[16], belegt Ropohl, dass *Transdisziplinwissenschaften spezifische Besonderheiten aufweisen:* Sie unterscheiden sich von disziplinären Wissenschaften in der *Definition der Probleme*, der *Begrifflichkeit*, den *Denkmodellen*, den *Methoden* und den *Qualitätskriterien*.
- Im disziplinären Paradigma befangen ordneten sich die Technikwissenschaften während ihrer Entstehungsphase vom 18. zum 19. Jh. den Naturwissenschaften mit der unwesentlichen Spezifikation ‚angewandte Naturwissenschaften' zu.
- Das *konkurrierende Konzept*, mit einem sachlich angemessenen (in statu nascendi) *transdisziplinären Charakter* technischen Wissens, die *‚Technologie'* von Johann Beckmann, wurde zurückgedrängt. Beckmann hatte das technologische Paradigma als „eigenständige, fachübergreifende Wissenschaft von Arbeit und Technik in Wirtschaft und Gesellschaft begründet" (Ropohl 1977, S. 112). Ein im Vergleich zu Beckmann beschränktes, kontraproduktives technikwissenschaftliches Fachverständnis mit revisionsbedürftiger Sichtweise wirkt – zumindest partiell – bis heute entwicklungshemmend.

16 LIFIS ONLINE [21.03.10] www.leibniz-institut.de ISSN 1864-6972

Gleichermaßen die Technikgeschichte aufnehmend, als auch die heutigen technisch-technologischen Konstellationen berücksichtigend, ergibt sich daraus für Ropohl die Folgerung, der Technologie den Rang einer transdisziplinären Wissenschaft[17] zuzuweisen.

4 Technologien – Kernstück der Produktions- und Lebenssphäre

Ein Blick in die Geschichte öffnet Sichten für das sich daraus entfaltende Gegenwärtige und zukünftig Mögliches, das dem Aktuellen immanent ist.

Der Begründer der Wissenschaftsdisziplin Technologie, der Nationalökonomen Johann Beckmann (1739–1811), definierte 1777 in der deskriptiven, dennoch grundlegenden und systematisierenden „Anleitung zur Technologie...“:[18]

> „Die Technologie lehrt sowohl die rohen als schon bearbeiteten Materialien zu allen höchst verschiedenen Arten des Gebrauchs, welchen die Menschen davon zu machen wissen, zurichten. Die Zurichtung zu einem bestimmten Gebrauche, heißt die Verarbeitung des Materials. Diejenigen, welche daraus ein Gewerb machen, nennet man Handwerker, und ein solches Gewerb ein *Handwerk, wozu also auch*, in wissenschaftlichem Verstande, manche *Künste, die Fabriken und Manufakturen* gehören.“ (H. d. V. – L.-G. F.)

Beckmann bemerkte, dass „Künste und Handwerke nicht sowohl durch ganz neue Erfindungen erstaunlich verbessert worden sind, als vielmehr nur durch Übertragung der Mittel von einem Handwerk zum anderen.“ Den Mittelpunkt dieser ‚Anleitung‘ bilden Analysen und eine Systematik der verschiedenen bestehenden Gewerbe.

Seit Johann Beckmanns Veröffentlichung: „Technologie, oder zur Kentniß der Handwerke, Fabriken und Manufacturen, vornehmlich derer, welche mit der Landwirtschaft, Polizey und Cameralwissenschaft in nächster Verbindung stehn“, existiert also ein zwar zeitgebundener aber entwicklungsfähiger Technologiebegriff.

Mit seinem Werk „Entwurf der algemeinen (sic!) Technologie“, (Göttingen 1806) führt der Hofrat und ordentliche Professor der Oekonomie den Begriff *Allgemeine Technologie* ein. Darunter versteht er eine Systematik

---

17 Der theoretische Ort der Transdisziplinarität findet sich – nach Ropohl – in einer von der synthetischen Philosophie angeleiteten wissenschaftlichen Systematisierung „nicht ‚zwischen‘ oder ‚über‘ den Disziplinen, sondern *jenseits des disziplinären Paradigmas*.“

18 „Anleitung zur Technologie...“ in der 5. Auflage von 1802 wurde vom Machmit-Verlag von Bernd Meier und Helmut Meschenmoser (Hg.) in einer Sonderedition 2006 anlässlich des 80. Geburtstages von Horst Wolffgramm neu ediert (ISBN3-932598-17-2).

„der verschiedenen Absichten, welche die Handwerker und Künstler bey ihren verschiedenen Arbeiten haben, und daneben ein Verzeichniß aller der Mittel, durch welche sie jede derselben zu erreichen wissen.“ (Beckmann 1806, S. 465)

Die „Allgemeine Technologie“ vereint Ausführungen über Rohstoffe, zur Fabrikation und zu Waren und sie soll

„die gemeinschaftlichen und besondern Absichten [...] und Mittel anzeigen, die Gründe erklären, worauf sie beruhen, und sonst noch dasjenige kurz lehren, was zum Verständniß und zur Beurtheilung der einzelnen Mittel, und zu ihrer Auswahl bey Übertragungen auf andere Gegenstände, als wozu sie bis jetzt gebraucht sind, dienen könnte.“ (Beckmann 1806, S. 465)

Heute bezeichnet die Allgemeine Technologie oder *Allgemeine Technikwissenschaft* nach Banse eine

„generalistisch-transdisziplinäre Technikforschung und Techniklehre und ist die Wissenschaft von den allgemeinen Funktions- und Strukturprinzipien der technischen Sachsysteme und ihrer sozio-kulturellen Entstehungs- und Verwendungszusammenhänge.“ (Banse et al. 2006, S. 337)

4.1 Gesellschaftliche Funktionen und Wirkungen der Technologie – Faktisches zur fortgeschrittenen dualen Technologie

Zwischen den *Ressourcen aller Art* und den *Gebrauchswerten* (dem angestrebten Nutzen für den Menschen, die Gesellschaft...) *fungieren* immer *Technologien*.

Der einzigartige *Stellenwert der Technologien* erklärt sich entscheidend aus ihren

- *effektiv* und *bahnbrechend vermittelnden, integrierenden, verändernden und stimulierenden Wirkungen* auf die verschiedensten Bereiche der evolvierenden Gesellschaft, und daraus, dass
- es keinen effizienteren Weg zur *Überführung empirischen (~techné) und wissenschaftlichen(~epistémé) Wissens* in das zielgerichtete, koordinierte, werteschaffende menschliche Denken und Handeln gibt. Nur über Technologien werden wissenschaftliche Ergebnisse – gleich welcher Wissenschaftsdisziplin, ebenso wie empirische Erfahrungen aus der Produktion und anderen menschlichen Tätigkeitsfeldern – gesellschaftlich wirksam: in *Kreativität, Produktivität, Effektivität, in Innovationen,* letztlich *in Produkte und Prozesse/Verfahren* sowie mit allem assoziierte soziale Effekte, wie Humanität und Gemeinnutz, transformierbar. Womit zunächst nur ein Möglichkeitsfeld charakterisiert wird.

Technologien repräsentieren mit ihren arteigen *gekoppelten stofflichen, energetischen und informationellen Aspekten* generell und manifestieren vornehmlich funktionale Strukturen – hoch *komplexe räumliche und zeitliche Ordnungen*.[19] Wesensgemäß gibt die Mathematik die allgemeinste Definition der Struktur eines Systems mit der Charakterisierung als Anordnung sowie raumzeitliche Verknüpfung der Systemelemente. Etwas detaillierter formuliert, ist die Struktur eines Systems von der Eigenart der Anordnung seiner Elemente und der Qualität der Beziehungen untereinander bestimmt. Der *strukturtheoretische* Begriff *Ordnung* bezieht sich auf den *realen* (faktischen, aktuellen) *Zustand* des Systems, seine Organisation, d.h. die Existenz (den Aufbau und die Erhaltung) *nicht zufälliger, räumlicher, zeitlicher und raumzeitlicher Muster* aus Untereinheiten der jeweiligen Systeme, mit spezifischen stofflichen, energetischen und informationellen Strukturen sowie Dependenzen. Die Beziehungen zwischen den materiellen und immateriellen Erscheinungen sind unterschiedlich ausgeprägt, ihre Wirkungen ebenfalls gradiert.

Technologien können schlüssig als dialektische Gesamtheit aus *techné* (Kunst, Handwerk, Geschick, ...) und *epistémé* (Theoretischem, wissenschaftlich Qualifizierbarem...) behandelt und reflektiert werden. Gut nachvollziehbar verschiebt die fortschreitende technisch-technologische Entwicklung die qualitätsbestimmenden Akzente innerhalb der technologischen Produktionsweise vom *‚techné‘* zum *‚epistémé*.

Der Terminus technicus Technologie bezeichnet in erster Näherung das *„WIE“:* die Art und Weise, den Charakter, die bestimmenden Umstände eines Geschehens und Tuns *(Praxis)* sowie die diesbezüglichen Methoden, Konzepte und Strategien *(Theorie).* Unmittelbarer akzentuiert geht es um die makro-, meso-, mikro-, nanoskopisch *skalierte Prozessführung (Einwirkungen)* sowie die *effektive Verfahrensgestaltung (die organisierte, steuernde und regelnde Einflussnahme)* beim zielorientierten Zusammenwirken der materiellen und ideellen Produktivkräfte in *multiplen Arbeitsprozessen*, wie *Erkenntnis-, Design-* und *Produktionsprozessen*, im *gesamten Reproduktionsprozess (mit dem Produktionsprozess als dessen Kern).*

Dafür verbindet jede Technologie in einer *organisierten operativen emergenten Gesamtheit* aus Hardware und Software (mit festgelegten dynamischen, permeablen Systemgrenzen) natürliche, technische, wissenschaft-

---

19 Am Rande notiert: „Ordnung ist eine Konstellation von Zeichen. Es gibt (aber) keine Ordnung schlechthin, sondern nur eine *Vielfalt nebeneinander bestehender Zweckkonstellationen*, die alle auf letztlich unbeweisbare und unwiderlegbare Prinzipien gründen, die ihre eigenen Deutungen erfordern.“ (Pross1981, S. 34, H. d. V. – L.-G. F.)

liche, organisatorische, soziale ... Ressourcen (im weiten Sinn von Kräften, Fähigkeiten und Möglichkeiten).

Technologien sind letztendlich über *funktionalisierte Interaktionen* vermittelte Einwirkungen und Einflussnahmen *(Führung)* auf die komplexen Vorgänge und menschlichen Tätigkeiten (mit der Arbeit als Quintessenz) in hierarchisch und heterarchisch organisierten Architekturen *(Design/bewusste Gestaltung)* zur effektiven und effizienten *Verwirklichung vorgegebener Ziele.*

Technologien sind *historische Kategorien, Produkte* gesellschaftlicher Entwicklungen und *treibende Kräfte* der evolutionären gesellschaftlichen Produktionsweise. Folgerichtig unterliegen sie *sozioökonomischen Selektionskriterien* sowie *gesellschaftlichen* Wertvorstellungen, und sie fungieren als Instrumentarien der Produktivkraftentwicklung in technisch dominierten sozialen Strukturen. Zugleich dienen sie als deren zentrale Indikatoren. (vgl. Fleischer 2015, S. 40f.).[20]

4.2 Technologien: Emergente Gesamtheiten und integrierte Subsysteme

Typisch für Technologien ist in der Gegenwart – in einer *dialektischen Einheit* von Ontischem-Ontologischem und Kognitivem-Diskursivem, von Realdialektik und Widerspiegelungsdialektik – die *Dualität* von handlungsorientiertem, *objektiv-realem Prozess-System (Sachsystem)* und erkenntnisorientiertem, akkumulierendem und systematisierendem *Wissens-System (Theoriensystem)*.

Die Typologie der dualen Technologien mit Kurzcharakteristik und eine derzeit einvernehmliche Klassifikationsvariante dokumentiert die Abbildung 1.

20 Dieses komprimiert formulierte (Selbst)Zitat erfasst notwendig zu erörternde grundlegende Sachverhalte. Verbale Metamorphosen des Textes wären m.E. formale Spielchen, die ich bewusst unterlasse. Überdies werden zwei Abbildungen aus dem Beitrag: „Technologie – ‚techné‘ und ‚epistémé‘“ wegen einer geschlossenen Darstellung übernommen.

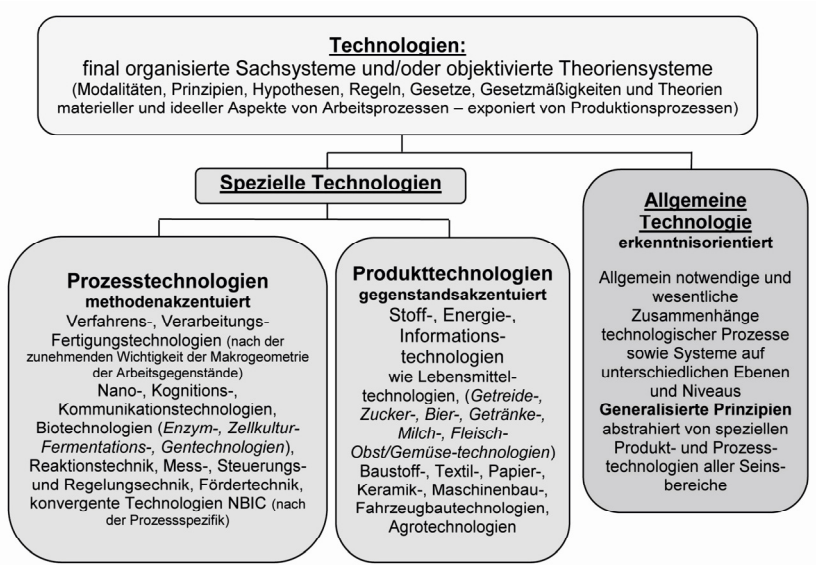


Abb. 1: Typologie der Technologien und Klassifikationsmodell

Quelle: Eigene Darstellung

4.3 Technologien als Prozess-System (Sachsystem)

Alle Sachsysteme haben im (kybernetischen) Kategorienschema komplexer regulatorischer dynamischer Systeme *fünf Attribute* (Entitäten): *Stoff, Energie, Information* sowie *Raum* und *Zeit*. Sie bilden eine unüberschaubare Fülle und Vielfalt final organisierter, interagierender, im speziellen kooperierender dynamischer Strukturen, die bestimmte Funktionen tragen und verschiedenartigen Veränderungen unterliegen bzw. sie selbst bewirken.

Die fünf Attribute werden vervollständigt von *drei Funktionen:* der *Speicherung*, dem *Transport* und der *Transformation/Konversion* von Parametern und Qualitäten der betreffenden Gegenstände. Die letztgenannte, technologisch schwierigste Funktion betrifft die *stofflichen, energetischen und informationellen* Wandlungen in Reaktionen unterschiedlichster Typen einschließlich kinetischer Phasenübergänge verschiedener thermodynamischer Ordnungen. Die drei Funktionen begründen Speichertechnologien, Transporttechnologien, Funktionstechnologien in vielfältig variierenden, auch polaren Ausprägungen.

Als handlungsorientierte objektiv-reale Prozess-Systeme (Sachsysteme) bilden Technologien – gestützt auf ihre räumlichen und zeitlichen Organisationsstrukturen sowie die kooperativen *Funktions- und Arbeitsweisen – in*

praxi hoch komplexe, funktionsbestimmte, ganzheitlich *operierende, offene* (mit Inputs und Outputs zur Natur und Gesellschaft agierende), *emergente dynamische Ordnungen* mit typischen (schon gegebenen natürlichen oder extra geschaffenen) Kooperations- und Organisationsformen zwischen ihren konstituierenden, integrierten Subsystemen (Arbeitsmitteln und Arbeitsgegenständen: Stoffe, Energien, Informationen) sowie charakteristischen Relationen/Interaktionen. Der mit seinen Kompetenzen, Fähigkeiten, Fertigkeiten sowie Interessen, Einstellungen, Wertvorstellungen und seinem Wissen zielgerichtet handelnde Mensch, wird dabei als Arbeitskraft physisch und psychisch in Anspruch genommen.

> „Wir können eine Haltung *technologisch* nennen, die bewirkt, dass ein Mensch sich nicht allein um den Gebrauch der technischen Wesen kümmert, sondern um die *Korrelation der technischen Wesen untereinander*. Der aktuelle Gegensatz zwischen Kultur und Technik resultiert aus dem Umstand, dass das technische Objekt als mit der Maschine identisch betrachtet wird [...] (Simondon, 2012, S. 133, H. d. V. – L.-G. F.).

Und Simondon verspottet die reduktionistische Attitüde über ein allgemeinverständliches Pendant:

> „Gegenüber dem Kunstwerk bestünde eine solche Haltung darin, ein Gemälde auf eine gewisse Ausdehnung von getrockneter und rissiger Farbe auf einer gespannten Leinwand zu reduzieren."
>
> „Damit sich die Vorstellung der technischen Inhalte in die Kultur eingliedern kann, muss es eine Objektivierung der technischen Relation für den Menschen geben." (Simondon 2012, S. 134)
>
> „Das philosophische Denken muss die Integration der technischen Wirklichkeit in die universelle Kultur bewerkstelligen, indem es eine Technologie begründet." (Simondon 2012, S. 135)
>
> „Um der Kultur den wahrhaft umfassenden Charakter zurückzugeben, der ihr abhandengekommen ist, muss man in der Lage sein, das Bewusstsein von der Natur der Maschine, das Bewusstsein ihre wechselseitigen Beziehungen und ihrer Beziehungen zum Menschen sowie der in diesen Beziehungen impliziten Werte wieder in sie einzuführen." (Simondon 2012, S. 13)

Die mengentheoretische Struktur der Technologie als Sachsystem **T**={K, M, G} ist als 2^3-elementige Potenzmenge im Hasse-Diagramm (schreibvereinfacht mit Äquivalenzen) dargestellt (Abb. 2)**.** Das n-Tupel – das *neue emergente*[21] *Ganze* – aus den n = 3, in politökonomischer Diktion notierten,

21 In den meisten Fällen basiert das Phänomen der *Emergenz* auf einer plötzlichen Selbstorganisation. Nach dem Konzept der emergenten Selbstorganisation verbinden sich spontan

Grundmengen: K – *Arbeitskräfte*, M – *Arbeitsmittel* – technische Mittel und Methoden – und G, den komplexen *Arbeitsgegenständen* (Stoffe, Energien, Informationen) formiert geometrisch einen Quader mit acht Ecken und zwölf Kanten. Die Zuordnung des technologisch Faktischen zu geometrischen Gebilden: den Eckpunkten (Knoten – Elementen der Potenzmenge) und den geometrischen Örtern – den Kanten, die Elemente verbinden, mathematisch als Graph modellierbar (äquivalente Struktur zum retiven Raum) sind – ist der Abbildung 2 zu entnehmen und in der Korrespondenz mit dem *Deutungsmodell der Technologie* als objektiv-reales Sachsystem (Abb. 3) zu betrachten.

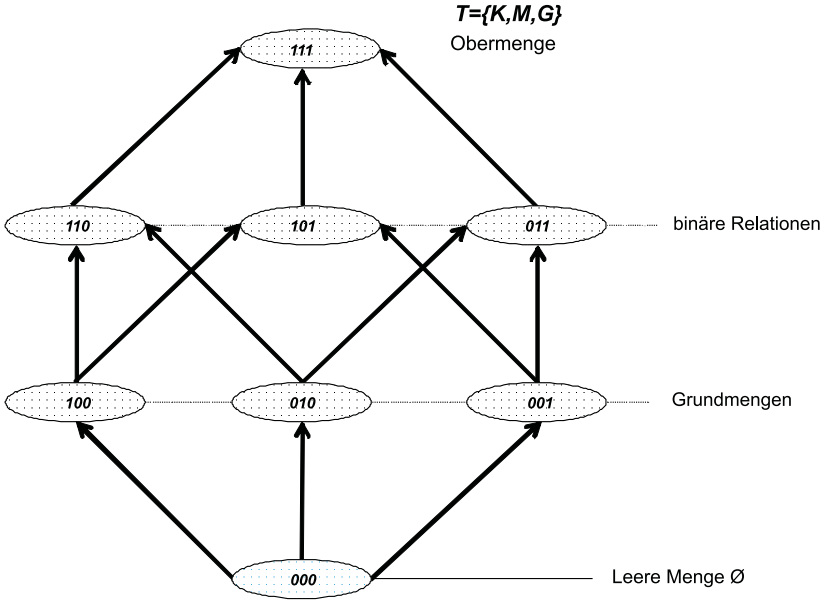


Abb. 2: Hasse-Diagramm zur mengentheoretischen Struktur der Technologie als Sachsystem

Quelle: Eigene Darstellung

– aus eigenem (innerem) Antrieb und plötzlich – zahlreiche Elemente infolge ihrer akzentuiert nächstnachbarlichen Wechselwirkungen zu Systemen mit bestimmten neuen Strukturen, Eigenschaften und Fähigkeiten, die sich qualitativ als Teil und Ganzes vom vorhergehenden Niveau/Zustand unterscheiden

Mit der Wahl einer mengentheoretischen Betrachtungsweise wird eine begründete – noch generellere – Empfehlung Ernst Machs[22] übernommen:

> „So seltsam es auch klingen mag, die Stärke der Mathematik beruht auf dem Vermeiden jeder unnötigen Annahme und auf ihrer großartigen Einsparung an Denkarbeit“.

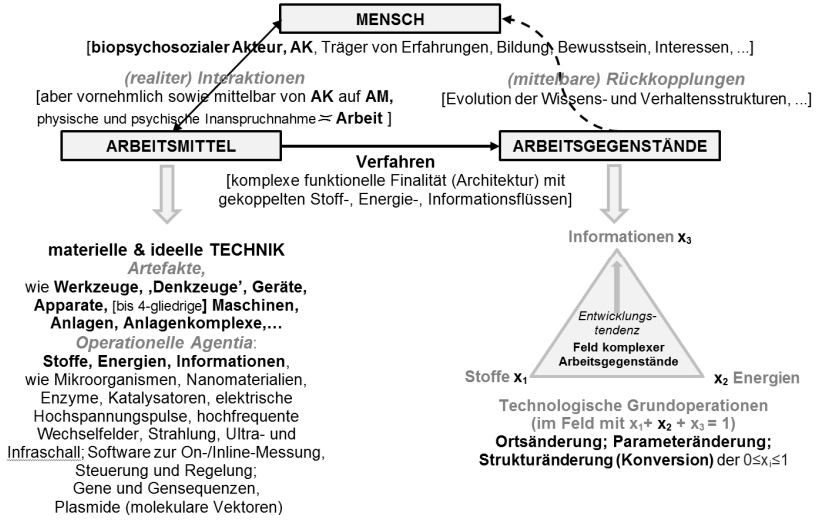


Abb. 3: Deutungsmodell zur Grundstruktur von Technologien als objektiv-reale Sachsysteme

Quelle: Eigene Darstellung

Vier Sachlagen sind einsichtig:

1. In keinem Fall ist ein technologischer Prozess mit dem Produktionsprozess bzw. anderen analogen Schaffens- und Wertbildungsprozessen identisch. Jede Produktion, jede intentionale menschliche Tätigkeit, weist neben dem materiell-technischen Inhalt eine determinierende sozio-ökonomische und sozio-kulturelle Form auf. Diese gesellschaftliche Seite der Prozesse umfasst vor allem die Beziehungen des Menschen in deren Feld und zu ihnen. Dieses heterogene Geflecht von Konnexionen gehört zum Gegenstand der Politischen Ökonomie, der Soziologie und der Psychologie.

22 http://www.spruecheportal.de/mathematikzitate.php

2. Die Technik (Artefakte, operationelle Agentia, Prozedere...) bildet die entscheidende materielle Basis jeder Technologie und zugleich deren dynamischstes *innovatives Element*. Unter dem in Deutschland kreierten Marketinglabel mit dem Versionsanzeiger 4.0 und als Industrie 4.0 propagiert, entsteht infolge des tiefgreifenden und nachhaltigen (revolutionären) wissenschaftlich-technischen Wandels[23] ein neuer, informationelle Aspekte und I&K-Instrumentarien umfassend integrierender *Techniktyp* für intelligente, weitgehend selbstorganisierende Prozesse und automatisierte Verfahren. Die Computerisierung, die Digitalisierung aller zustands- und prozessbeschreibenden Größen, die Algorithmisierung der Handlungen und programmierten Abläufe, die universelle interne und externe Vernetzungen eigenständiger und eingebetteter Gliederungen sowie steigende Komplexitätsgrade der beteiligten, bis zu cyber-physischen Strukturen reichenden, Systeme und eingesetzten Prozesse, sowie der Aufbau und Ausbau intelligenter Netze sind deren *wegweisende Indikatoren.*
3. Die binäre Relation M→G, MRG bzw. Äquivalenz **{1,1,0}** mit dem Vorbereich/der Quelle M und dem Nachbereich/Ziel bzw. der Zielmenge G entspricht bewusst gestalteten gesteuerten und geregelten Einflussnahmen auf die Arbeitsgegenstände – Verfahren/Prozesse. Diese Relation R dominiert die innere Komplexität der Technologie und deren Substrukturen. Mit Inklusion der Quelle und des Ziels ist sie als Tripel definiert $R := (G_R, M, G)$ mit $G_R = \mathrm{Graph}(R) \subseteq M \times G$ wobei das kartesische Produkt $M \times G := \{(m, g) | (m \in M) \wedge (g \in G)\}$ definiert ist.
   In die Hierarchie der Relationen gehören: grosso modo Verfahrenszüge, Verfahren in der makroskopischen Betrachtungsweise und weiter untersetzt technische Makroprozesse, technische Mikroprozesse, in der elementaren Ebene schließlich die Wirkprinzipien oder Funktionsprinzipien. Die *Verfahrensgestaltung* und die inhärente *Prozessführung* sind die qualitätsprägenden Funktionaltäten der Technologie.[24]

---

23 Der 2011 eingeführte Code Industrie 4.0 ist eng mit einem Zukunftsprojekt der Bundesregierung zur Erneuerung der deutschen Industrie und der Erschließung weiterer Wertschöpfungspotenziale verknüpft.

24 Die *stoffwandelnden Produktionsprozesse* sind hierarchisch in konjugierten strukturell-funktionellen Ebenen (Systemen) gegliedert. Exponierte Hierarchieeben definieren die Prozessgruppen, Verfahrensstufen (verfahrenstechnische Prozesseinheit/Grundausrüstung), Verfahren (Anlagen), Verfahrenszüge (Anlagenkomplexe), Verbundsysteme und die Werksysteme. *Sie basieren auf charakteristischen Wirk-(Funktions)prinzipien.* **Verfahren** steht für einen gesteuerten und geregelten, in Verfahrensschritte mit definierten und reproduzierbaren Zuständen zerlegbaren, nachvollziehbaren und wiederholbaren *(deterministischen) Ablauf*, z.B. für eine Produktionsmethode im Handwerk und in der Industrie, wie Fertigungsverfahren, Verarbeitungsverfahren.

4. Die binäre Relation K→G, KRG bzw. Äquivalenz **{1,0,1}** oder **R: = (G_R, K, G)** mit G_R = Graph(R) ⊆ K x G wobei K x G: = {(k, g)| (k ∈ K) ∧ (g ∈ G)} widerspiegelt den, in der Arbeits-Charakterisierung Simondons erläuterten Fall, dass

   „der Mensch dem technischen Objekt nicht die Funktion der Vermittlung zwischen Spezies und Natur anvertrauen kann und er selbst, durch seinen Körper, sein Denken, seine Handlung, diese Relationsfunktion erfüllen muss.“ (Simondon 2012, S. 223f.)

4.4 Technologien als Wissens-System (Theoriensystem)

„Die Technologie hat sich aus ‚Sammlungen von Faktenwissen’ über Verfahren zur Herstellung unterschiedlichster Produkte zu einer Wissenschaft entwickelt, die auf komplexe Weise Grundlagenwissenschaften, technische Wissenschaften, Ökonomie und Ökologie verbindet und Grundlage für alle modernen Industriezweige geworden ist. Der gesamte Lebenszyklus der Produktionsprozesse und der Produkte selbst ist Gegenstand der Technologie geworden.“ (Siehe Hartmann 2016, dieser Sitzungsbericht S. 131)

Auf ihrem heutigen Entwicklungsstand bedürfen die – weit über das theoretische Ensemble der Produktionstechnologien hinausgewachsenen – erkenntnisorientierten, akkumulierenden und systematisierenden *Wissens-Systeme (Theoriensysteme)* zwingend der Inter-, Multi- sowie Transdisziplinarität; sie profilieren und qualifizieren rückkoppelnd die Wissensmodelle mit methodischen sowie begrifflichen Innovationen. Dieser Gedankengang wird im Verlauf weiterer Erörterungen später wieder aufgenommen.

Jede Theorie T lässt sich – wie vorn angeführt – in einer reduzierten Form (red.) mit Hilfe ihres *Kerns* **K** und der Menge der inkludierten und intendierten (bewusst auf etwas hinzielenden, hinarbeitenden; etwas beabsichtigenden, anstrebenden) *Anwendungen* ***I*** als Potenzmenge $\boldsymbol{T_{red.}=\{K, I\}}$ oder (wie vorn ausführlich erläutert) als geordnetes Paar $\boldsymbol{T_{red.}=\{M, I\}}$ darstellen.

Den Kern K bilden die Modellmengen der Theorie gegebenenfalls Modellklassen M.

Neben den intendierten Systemen der Anwendung und unter Umständen einer adäquaten sprachlichen Komponente ihres mathematischen Kerns werden insbesondere *natur- und technikwissenschaftliche Theorien* von mathematisierten Modellen unterschiedlichster Struktur und Genesis formiert und determiniert. Der Strukturkern selbst weist nur einen kleinen bis gar keinen empirischen Anteil auf. Daher ist er gegenüber Falsifikationen relativ immun. Mathematische Modelle sind per definitionem widerspruchsfrei.

„Die *Stärke einer physikalischen Theorie*“, sagte Max Planck 1894 mit Bezug auf die Maxwellschen Feldgleichungen sowie dem dabei obwaltenden Verhältnis von Theorie, Experiment und Mathematik, liegt

> „nicht in der Allgemeinheit ihrer Gleichungen [...], sondern vielmehr in der *Besonderheit der Vorstellungen, die zu den Gleichungen führen*. Diese allein sind es, welche die Möglichkeit und die Richtung jeder fruchtbaren Weiterentwicklung bedingen, und je speziellerer und konkreterer Art sie sind, um so sicherer läßt sich mit ihnen operieren.“ (sic!) (Planck 1958, S. 289f., H. d. V. – L.-G. F.)

Ihren empirischen Gehalt erhält eine Theorie erst mit der Einführung von Spezialgesetzen und Querverbindungen zu anderen Theorien in einem sich ständig änderndem, wahrscheinlich rhizomorphen Netzwerk. Die Bezeichnung Netzwerk verweist auf ein multiples, dynamisches Gefüge, sein theoretisches Abbild ist ein adäquates polyzentrisches Netzmodell.

Die Menge der intendierten Anwendungen kann modifiziert werden, wenn sich abgeleitete empirische Sätze (Spezialgesetze) aufgrund der Datenlage als falsch erweisen oder die Extensionalität der Theorie positiv begründet und verifiziert wächst ($I_0 \rightarrow I$).

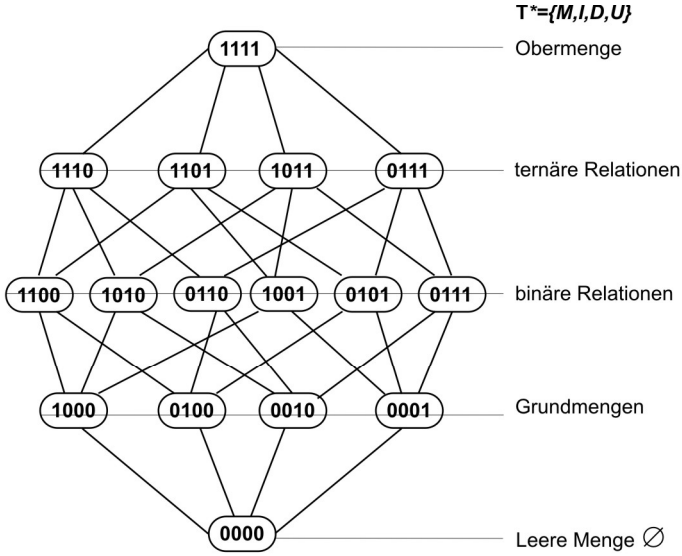
Transdisziplinwissenschaften, wie die Technologie als Theoriensystem, nutzen die Methoden und das Wissen zahlreicher verschiedener Fachgebiete/ Disziplinen für ein *relevantes Integrationsmodell*, verknüpfen das zu dem fachübergreifenden Problemfeld verfügbare, *disparate Wissen*, indem sie die „Partialmodelle komparativ auf einander und subsumptiv auf das integrative Gesamtmodell abstimmen“ (Ropohl 2010, S. 7).

Balzer definiert die mengentheoretische Struktur einer Theorie T* – wie der *Technologie* im Sinn des *(Theorien-)Wissenssystem* – etwas umfassender und gegliederter, nämlich als n-Tupel = Quadrupel: **T*={M, I, D, U}** bzw. als Äquivalenz **{1, 1, 1, 1}** *(Obermenge)*.

Die 2^4-elementige Potenzmenge lässt sich im Hasse-Diagramm[25] graphisch abbilden (beachte die schreibtechnisch vereinfachte Abb. 4) und so hinsichtlich ihrer *metromorph organisierten Komplexität* sowie der inhärenten Relationen studieren. Die Grundmengen bilden (nach Balzer 1997, S. 50f.) n = 4, im kausalen und/oder funktionalen Zusammenhang stehende Entitäten: ***M*** repräsentiert eine *Klasse von Modellen,* ***I*** die Menge der intendierten *Systeme*, ***D*** eine Menge (mehr oder minder geordneter) *Datenstrukturen* und ***U*** einen *Approximationsappart* mit systemischer Methodenkompetenz zur Orientierung, Analyse, Lösung, Deutung, Beurteilung und Synthese.

---

25 Die Grafik zeigt den rhombendodekaedrischen dreidimensionalen Schatten des vierdimensionalen Würfels. Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Hasse-Diagramm



Mengentheoretische Struktur der Technologie als Theoriensystem: **T*=*{M,I,D,U}***
Das Quadrupel besteht (nach Baltzer) aus einer Klasse von ***Modellen*** **M**, einer Menge ***intendierter Systeme I***, einer (mehr oder minder geordneten) ***Datenmenge*** **D** sowie einem komplexen ***Approximationsappart*** **U**. Im abgebildeten Hasse-Diagramm der 2^4-elementigen Potenzmenge stehen für die selbst hoch komplexen Mengen äquivalente numerische Zeichen***: Äquivalenzen: 0000*** $\asymp \varnothing$,***1000*** $\asymp$ ***M***, ***0100*** $\asymp$ ***I, 0010*** $\asymp$ ***D, 0001*** $\asymp$ ***U***

Abb. 4: Hasse-Diagramm zur mengentheoretischen Struktur der Technologie als Theoriensystem
Quelle: Eigene Darstellung

Die in **T*** implementierten Grundmengen $\bar{G}$ enthalten – sukzessive untersetzt – als Teilmengen die Definitionsmenge $\dot{D}$ und die Lösungsmenge $\bar{L} \rightarrow \bar{L} \subseteq \dot{D} \subseteq \bar{G}$.

Als charakteristisches Beispiel einer Netzwerkkomponente sei die binäre Relation M→I, MRI bzw. Äquivalenz {1,1,0,0} hervorgehoben. Sie repräsentiert die erläuterte reduzierte technologische Theorie $T_{red.}$.

Die *Technologie als (Theorien-)Wissenssystem* muss – wie jede Theorie – als planmäßig geordnete und verflochtene Menge hinreichend verifizierter und begründeter Aussagen bzw. Aussagesätzen in Form von Hypothesen, Regeln, Algorithmen, Axiomen, Gesetzen, Gesetzmäßigkeiten begriffen werden, die einen definierten – im gegebenen Fall indes außergewöhnlich kom-

plexen – Bereich der objektiven Realität erfasst und sich dabei allgemeingültig eines transdisziplinären Ensembles charakteristischer Methoden, exponiert der strategiebildenden Systemtheorie, bedienen muss. Besonders wichtig sind „integrative Methoden der Wissensorganisation und der Wissenssynthese, die der Verknüpfung, Abgleichung und Systematisierung des heterogenen Wissens dienen." (Ropohl 1996, S. 190ff.)

> „Die Technikwissenschaften können mithin, wenn sie die Definition der Probleme angemessen und umfassend vornehmen wollen, grundsätzlich keine Disziplinwissenschaften sein." (Ropohl 2010, S. 8)

Obwohl die wichtigsten Bestandteile einer Theorie deren Gesetze sind, enthält sie auch Aussagen, die sich auf einzelne Sachverhalte beziehen. Das betrifft unmittelbarer – jedoch keineswegs zwingend – aus Beobachtungen und Erfahrungen gewonnene empirische Theorien im stärkeren Maße als die deduktiven Theorien oder gar Metatheorien, wie die *Mathematik*, die *Allgemeine Technologie* oder die *second-order* cybernetics zur ‚Beobachtung der Beobachtungen' Theorien enthalten neben Intuitionen durchaus a-priori-Gesichtspunkte sowie prätheoretisches Wissen.

Derzeit absolvieren die *Technikwissenschaften* einen Selbstfindungsprozess, in dem sie sich zunehmend ihres wahren Wesens als *Transdisziplinwissenschaften* bewusst werden und diese Konstellation allmählich besser nutzen lernen, wobei – ihre Funktion als Qualitätskriterien – ausgenommen – die Transdisziplinarität[26] bislang vielmehr Programm als selbstverständliche Praxis ist. Ropohl konstatiert in dem Zusammenhang, dass Technikwissenschaften faktisch nie Disziplinwissenschaften gewesen sind; dass transdisziplinäres Wissen *vornehmlich im Verwendungszusammenhang* der Wissenschaft benötigt und dieses Modell auch nur dort verfolgt wird. Im *Entstehungszusammenhang* dagegen *dominiert*, sowohl bei Wissenschaftlern als Individuum auch in den wissenschaftlichen Institutionen, die Disziplinarität.

---

26 Der Begriff Transdisziplinarität wird, selbst in der wissenschaftlichen Literatur, bisher nicht einheitlich gebraucht. Der Autor (L.–G. F.) schließt sich solchen Auffassungen an, die partiell oder kumulativ akzentuieren:
Transdisziplinarität bezeichnet ein *integratives Prinzip* (Paradigma) der zweckrationalen Problembehandlung, Entwicklung und Forschung, das primär die Methodologie, das Rationalitätsverständnis der systematischen Zweck-Mittel-Abwägung, aber auch die holistische Organisation der Bearbeitung spezieller komplexer Probleme und die adäquate (fachübergreifende) Widerspiegelung der Resultate betrifft, wobei wissenschaftliche Methoden, disparates Wissen verschiedener Wissenschaftsdisziplinen sowie die Systemtheorie bewusst mit praktischen Erfahrungen, mit problemrelevantem außerwissenschaftlichem Wissen, in praktikablen Rationalitäten (Ganzheiten) vernetzt werden und die Ergebnisse den wissenschaftlichen und pragmatischen Kriterien genügen.

Im Großen und Ganzen lässt sich die *Bildung* von *Disziplinen* mit der Differenzierung von Materialobjekt und Formalobjekt nachvollziehen. Das *Materialobjekt* ist der „ganze konkrete Gegenstand, auf den sich die Wissenschaft richtet", das *Formalobjekt* dagegen die „besondere Rücksicht, unter der sie dieses Ganze betrachtet" (Brugger 1953, S. 385; vgl. Ropohl 2010, S. 3).

Bereits unter tradierten verfahrens-, verarbeitungs- und fertigungstechnischen Gesichtspunkten gehören zu den breit gefächerten *Stoffsystemen* der intendierten *Materialien*: Rohstoffe, Werkstoffe, Betriebsstoffe, Hilfsstoffe aber auch Bauteile und Baugruppen verschiedener Integrationsgrade. Diese durchaus nicht vollständigen, überwiegend nach der technologischen Funktion benannten Elemente der Materialpalette werden mit dem wissenschaftlich-technischen Fortschritt quantitativ und qualitativ, z.B. im Zuge der Biotisierung insbesondere disziplinär um biotische Komponenten, wie beispielsweise *biomolekulare Funktionseinheiten*, interdisziplinär um die *ubiquitäre Elektronik* bereichert. Deren Bauelemente sind bereits integrierte Systeme, z.B. aus *Nanostrukturen* bestehende, mit *Nanotechnologien* gefertigte Sensoren und/oder Aktoren.

Die *Stofftechnologien* reichen hinsichtlich ihrer substanziellen Ansatzpunkte weit über die Materialtechnologien hinaus. Anzuführen sind die intensiv wertschöpfenden chemischen und pharmazeutischen Technologien, die essentiellen Lebensmittel- und Biotechnologien.

Weitere Gruppen intendierter Systeme bilden die Energie- und Informationstechnologien, die intellektuelle Technologie des arrangierenden Komplexitätsmanagements, die verfügbaren bzw. unentbehrlichen – sich als Notwendigkeit ergebenden – technologische und ökonomische Kompetenzen aktivierenden bzw. herausbildenden Arbeits- und Handlungstechnologien sowie effektive Verhaltenstechnologien. Von überragendem Stellenwert für die sogenannte Wissensgesellschaft – nahezu deren Attribut – sind die Kognitionstechnologien. Ausführlichere Darstellungen zu diesen Skizzen folgen in entsprechenden Kapiteln dieses Beitrags.

5. Technikevolution und Technisierung – vom Werden und Gedeihen der Technik und der Technologien

Im Kontext mit der Charakterisierung der Technik protokollierte Recki: *„Die Technik ist phänomenal ein Reich von Mechanismen"* (Blumberg 1981, S. 50, vgl. Recki 2013, S. 9).

Dieser Gedanke wird jetzt aufgenommen und weiter ausgeführt.

„*Die Technik ist phänomenal ein Reich von Mechanismen. Technisierung* ist Husserls Ausdruck für diese Mechanismen. Er soll die Verselbständigung der Methode von der ursprünglichen Folie sachhaltigen theoretischen Wissens bezeichnen, einen Abstraktionsvorgang, in dessen Verlauf ein Verfahren, das zunächst in einem anschaulich konkreten Fall der Problemlösung seinen Ort hat, als Methode für die generalisierte, nicht an spezifisches Wissen gebundene, Anwendung zugerüstet wird. Husserls Beispiel ist die Abstraktion der Gegenstandskonstruktion durch die Einführung ablösbarer Rechenverfahren in die Geometrie.“

Recki definiert:

„Technisierung ist die Funktionalisierung durch Formalisierung: Verselbständigung des Verfahrens zur Methode, die ihren Ursprungskontext nicht mehr mit reflektiert. Bereichsneutrale Anwendungen der Technik als verselbständigter Methode, geben sich an der Entspezifizierung der äußeren Gestaltung und der Universalisierung technischer Funktionen zu erkennen.“ (Recki 2013, S. 6)

Dieser einschränkenden Lesart sei entgegengesetzt:

Der Begriff *Technisierung* beschreibt (nach der Auffassung des Autors – L.-G. F.) die zielorientierte, menschheitsbegleitende, entwicklungsgesetzliche und fundamentale Tendenz der effizienten Qualifizierung der artefaktischen, prozesshaften und methodischen Technik, der raschen räumlichen und immensen gegenständlichen Ausdehnung ihrer Einsatzfelder und der Nutzungsbereiche. Diese Reform betrifft die Implementierung der multiplen Technik in alle relevanten gesellschaftlichen Arbeitsbereiche, Informations- und Kommunikationsebenen, sozialen Wirkungssphären sowie in individuelle Seinsbereiche auf dem bestverfügbaren Entwicklungsniveau: über Verfahren zur Nutzbarmachung der Natur, der Übertragung relevanter extrasomatischer Funktionen, die Verstärkung menschlicher somatischer Fähigkeiten und Fertigkeiten mit technischen Mittel etc.

Das fortwährend wirkende Prinzip[27] wird qualitativ von wachsender Kreativität, Innovativität, geförderter Effektivität, Produktivität, Effizienz, zunehmender Verallgemeinerungsfähigkeit, Extrapolationsfähigkeit, höherer Zuverlässigkeit und Redundanz der Technik charakterisiert.

Technische Forschungen zielen auf *Innovationen*, sie basieren auf *Inventionen* (tatsächlich *neuen* Ideen, Erkenntnissen und Realien) und streben

27 Die Bezeichnung *Prinzip* meint eine allgemein gültige Gesetzmäßigkeit, in der andere ihren Ursprung haben (lat. principium ≈ Anfang, Ursprung) – ein Theorem als wesentlichem Bestandteil einer Theorie.
Im Unterschied dazu sollen mit dem Begriff *Konzept* (lat. concipere ≈ erfassen) *Grundideen, formulierte Gedankengerüste zur Realisierung von etwas*, beschrieben werden.

Verbesserungen sowie komplexe Neuerungen in *sozio-technischen* und *sozio-kulturellen* Systemen sowie den nachhaltigen technischen, ökonomischen und sozialen Wandel an.

Die Innovationen, die heute weit überwiegend aus einer Vielzahl von Resultaten verschiedenster Wissenschaftsdisziplinen hervorgehen, äußern sich in der Art, Menge, Qualität und den Kosten der Erzeugnisse, in der Produktionstechnik und der Produktionstechnologie. In der Regel steigen die angestrebte ökonomische Ergiebigkeit und Nachhaltigkeit der voneinander abhängenden Neuerungen in gewichteter Folge vom Produkt über die technischen Mittel bis zur Hochtechnologie. In erster Linie sind es Schlüsseltechnologien, wie die Informations- und Kommunikationstechnologie, die Mikro- und Nanotechnologien sowie moderne Werkstoff- und Strukturtechnologien[28], die die Prozesse und Fortschritte prägen. *Den nachhaltigsten Nutzen zeitigen neue Methoden, Prozesse und Verfahren.* Das gewollt Neue beweist sich in den Innovations- und Transformationsprozessen vor allem im „Wie". Die Art und Weise sowie die Mittel ordinieren das „Was".

Die Technisierung ist ein hoch komplexer, multifaktorieller und multifunktioneller, sozio-technischer, sozio-ökonomischer, sozio-ökologischer, letztlich sozio-kultureller Entwicklungsprozess mit naturalen, sozialen, kulturalen und humanen Dimensionen und äquivalenter Perspektivenvielfalt zur Gestaltung und Erneuerung (Transformation) des Daseins (Lebens- und Arbeitsweise) heutiger und kommender Generationen über verbesserte und neue Instrumentarien, Existenz- und Entwicklungsbedingungen. mit zahlreichen Schnittstellen im technischen, sozialen, ökonomischen, ökologischen... Problemfeld.

Er unterliegt in einem n-dimensionalen Bedingungsgefüge, der Koevolution von Natur, Gesellschaft/Mensch und Technik, widersprüchlichen bis diametralen politischen, ökonomischen und sozialen Zielprojektionen sowie *regulatorischen Ideen*, wie der *Nachhaltigkeit* oder dem derzeit bloß thesenhaft und zögernd propagierten, nur schemenhaft skizzierten, angeblich ‚alternativen' *Postwachstum in Technik-Wirtschaft-Gesellschaft.*

Werner Ebeling umreißt zur Frage: „Ist die Zukunft noch zu retten?" eine bedenkenswerte Anregung:

> „*Eingeschränkte Selbstorganisation und Diversität* in Verbindung mit *Kreativität und Toleranz* ist ein geeignetes Rezept für die Gestaltung der ökologisch-ökonomischen und sozio-kulturellen Zukunft unserer Welt. Die zu beachtenden

28 *Strukturtechnologie* – innerer Aufbau technischer Artefakte zur optimalen konstruktiven Gestaltung und zur sicheren Interaktion mit den Akteuren. Gestaltung adaptiver Funktionalitäten über Elementstrukturen, Schaltungen und Wirkungen von Kompartimente bei Systemtransformationen (frei nach G. Spur).

> Schranken ergeben sich aus physikalischer Sicht insbesondere aus der Begrenztheit der verfügbaren Ströme von wertvoller Energie bzw. von Entropie und aus den Grenzen der Stabilität des ökologisch-ökonomisch Gesamtsystems unserer Erde.“ (Ebeling 1994, S. 40f.)

Freilich ist mehr zu beachten: Die Nutznießung und Entwicklung der Technik vollzieht sich bekanntlich stets unter objektiv-real herrschenden Produktionsverhältnissen und obwaltenden gesellschaftlichen Bedingungen. Sie bestimmen maßgeblich, die Ziele, Modalitäten, den Charakter, die Prioritäten und das Zeitmaß der Entwicklung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts mit der primären Quelle in den vernetzten Wissenschaften.

5.1 Die Technisierung und der wissenschaftlich-technische Fortschritt

Die Aufarbeitung der Quintessenzen von Einzelwissenschaften und die Synthese fachwissenschaftlich disparaten Wissens für fachübergreifende Problemfelder der Lebenspraxis, wie der finalen Technik, der zweckorientierten Technologie und der Technisierung, gehört zu den originären Aufgaben von *Transdisziplinen*. Im Kontext mit der Technologie als Theoriensystem wurde eingehender erörtert, dass transdisziplinäres Wissen vornehmlich im *Verwendungszusammenhang* der Wissenschaft benötigt und das Paradigma der Transdisziplinarität dafür etabliert wird. Im *Entstehungszusammenhang* hingegen dominiert die Disziplinarität. Transdisziplinen bedürfen demgemäß der *Wissenssynthese*: der Verknüpfung, Abgleichung und Systematisierung des heterogenen disziplinären Wissens. Sie nutzen die Methoden und das Wissen zahlreicher verschiedener Disziplinen für ein *relevantes Integrationsmodell*, verknüpfen das zu dem fachübergreifenden Problemfeld verfügbare, disparate Wissen, indem sie die „Partialmodelle komparativ aufeinander und subsumptiv auf das integrative Gesamtmodell abstimmen“ (Ropohl 2010, S. 7).

Das gilt unverkürzt für den evolutiven, hoch komplexen Integrationsprozess Technisierung.

Er nutzt und beansprucht, fordert und fördert Erkenntnisse verschiedener Wissenschaftsdisziplinen und der Systemtheorie, vereint und vernetzt sie bewusst mit praktischen Erfahrungen, mit problemrelevantem außerwissenschaftlichem Wissen, in praktikablen Rationalitäten – Ganzheiten. (beachte Fußnote 26 – Transdisziplinarität).

Zu den bestimmenden prozessualen Konstituenten gehören die sich entwickelnden Naturwissenschaften und die Mathematik (→ Physikalisierung, Biotisierung, Mathematisierung, ...) sowie exponierte Wirk-, Funktions- und

Strukturprinzipien (→ Mechanisierung, Elektronisierung, Automatisierung, Algorithmisierung, Miniaturisierung, ...). Die in dem Zusammenhang verwendete Endung <<-sierung>> dokumentiert in allen Tempora die nominalisierte Verlaufsform, ‚Continuous Form'. Sie betont (ähnlich der englischen ‚ing'-Form) das Prozesshafte, die Dauer, den Verlauf von Handlungen, Ereignissen, Veränderungen etc. in der Gegenwart und der Vergangenheit.

Ohne ausführliche Begründung und Erläuterung muss angemerkt werden, dass auch die gerichtete (irreversible), metastabile Technisierung allen Merkmalen unterliegt, die sich aus einer generellen Prozessdefinition ergeben, d.h. u.a., dass jeder Phasenwechsel mit chaotischen Übergängen und Unbestimmtheiten einhergeht: Das sequentielle oder parallele – dabei auch konkurrierende – Voranschreiten (~procedere) ist stets bedingt und entweder genau bestimmt (deterministisch) oder/und wahrscheinlich (probabilistisch) Die meisten realen Prozesse sind deterministisch-chaotisch oder chaotisch dynamisch. Alle Übergänge von bereits existenten Strukturen: bestimmten Regeln unterliegenden, relativ stabilen inneren Gliederungen – Mustern – zu neuen Ordnungsgefügen passieren in der Regel eine instabile nicht lineare chaotische Phase mit rein zufälligem irregulären (nicht-vorhersehbarem) oder nur irregulär erscheinendem (scheinbar zufallsbedingtem) Zeitverhalten sowie unter Umständen interimistisch durchlaufenen – sehr sensiblen, selbst bei kleinen Auslenkungen von der momentanen Lage wegstrebenden – labilen Gleichgewichtszuständen, erweiterten Freiheitsgraden der Veränderung und Bifurkationen.

Bei der Diskussion der *Zustände, Zustandsänderungen* und der verschiedensten *Prozesse* in allen Emergenzebenen bedarf es – der *Dialektik von Teil und Ganzem* gerecht werdend – gleichermaßen der *Berücksichtigung stofflicher, energetischer* als auch *informationeller Aspekte* der Gegebenheiten sowie der konjugierten, gekoppelten, simultanen und sequentiellen (unter Umständen rückkoppelnden) Bewegungen (im Sinne von Veränderungen überhaupt).

Die Technisierung ist eine dem Schoß der Evolution entsprungene Transformation und wird von der *Selbstorganisation* sowie der – vom Menschen zu verantwortenden – sie mitsteuernden und überformenden Fremdorganisation[29] getragen. Sie realisiert sich in verästelten und verflochtenen Pro-

29 Die *Fremdorganisation* beschleunigt die Entwicklungsprozesse der *Technikgenese* um Größenordnungen und sie gestattet – im Gegensatz zur lange Zeiten beanspruchenden, mit Stagnations- und Regressionsphasen einhergehenden selbstorganisierenden *Biogenese*. – vorteilhafte Kombinationen zwischen verschiedenen Zweigen eines Evolutionsbaums. Dar-

zessen, samt nicht-linearer Dynamik, mit ausgeprägter Diversität, innerer Kooperativität und effektiven Rückkopplungsmechanismen. Die dementsprechende *ideelle Raumordnung* könnte ein heterogenes, musivisches Netzmodell mit polyzentrischen Relationen hoher Rhizomorphizität sein. Wer wenigstens einen kleinen Eindruck von dem ‚Allerlei' derartiger mosaikartiger Zuordnungsprobleme gewinnen möchte, sei an die umstrittene, bis dato nicht befriedigend gelöste Klassifikation des Wissenschaftsensembles erinnert, das mit wesentlichen Disziplinen an dem Prozess der Technisierung beteiligt ist.

Ihre *Verlaufsformen* sind im Allgemeinen evolutionär mit eingebetteten revolutionären Umbildungen und Periodisierungen in den technischen Ontogenesen und der Phylogenie (innerhalb der *Technikgenese*[30]) dabei von einem Nebeneinander unterschiedlicher Lebens- und Reifephasen, Niedergängen und Agonien der multiplen Technik und der dualen Technologie geprägt.

5.2 Die Technikevolution Teil im dynamischen Ganzen – Phänomene und Wesenheit

Entwicklungsgänge: wie die Evolution der Galaxien, unseres Planeten- und Erdsystems mit seinen Kompartimenten, die chemische, biotische Evolution (einschließlich der genetischen Veränderungen während des Lebens – der Epigenese) die Human-Evolution, die Evolution des Wissens (Ratiogenese), die Technikevolution mit dem Generationswechsel technischer und technologischer Systeme, die gesellschaftliche Entwicklung etc. unterliegen einer Reihe fundamentaler Bedingungen, allgemeinen Gesetzmäßigkeiten, Verkettungen, Verschachtelungen und anderen Ordnungen. So führt die Aufeinanderfolge von Evolutionsschritten zu typischen Verzweigungs- und Verflechtungsstrukturen – im Biotischen zu Evolutionsbäumen mit divergenten Graphen, d.h. auseinanderstrebenden Zweigen.

In der ratiogenetischen Phase der Selbstorganisation (SO) sind die Gesetze der biogenetischen und der tradigenetischen SO weiter gültig, allerdings in einem veränderteren Bezugsrahmen wirksam. Die technomorphen

---

aus resultieren konvergente Teilgraphen – Kombinations- und Differenzierungsprozesse, Selektions-/Ausleseprozesse.

30 Bei der, unter dem Begriff *„Technikgenese"* zusammengefassten Problematik, geht es um die Entstehungsgeschichte von Technik und Technologien, deren Ursachen, Modalitäten, Verlaufsformen und multiplen Triebkräfte. Um diesbezügliche konkrete Entwicklungen verstehen und einordnen zu können, ist direkt vom kulturellen Kontext und von bestimmten gesellschaftlichen Leitbildern auszugehen. Auch darin widerspiegeln sich die funktionell-strukturellen Interdependenzen von Technik und Kultur.

– von den Kräften der Technik geformten – Ordnungen sind in das veränderte Wirkgefüge der Ratiogenese eingeschlossen. Überdies gilt die mehrfach betonte Korrelation: technomorphe Ordnungen ↔ systemisch-evolutionäre Ordnungen. Das ratiogenetische Potential, aus dem Verstandesleistungen und die zielbezogenen Umsetzungen hervorgehen, ist für die gesellschaftliche Ebene von besonderer Bedeutung.

> „Während die kulturelle Basis bereits auf die soziale zurückwirkt und diese modifiziert, interferiert die ökonomische darüber hinaus auch mit der *ökologischen* Basis – ein brisantes Gegenwartsproblem.“ (Tembrock 1990, S. 57)

Hinsichtlich der Entfaltungsphasen ihrer Genesen sind anhand übergreifender Kriterien partiell *reifende* und partiell *reife evolvierende Systeme* zu unterscheiden. Aus Literaturrecherchen ist die nachfolgend stichwortartig notierte Übersicht zu gewinnen:

> partiell *reifende evolvierende* Systeme – überwiegende *Labilität*, Anpassungsfähigkeit an natürliche Umweltbedingungen, geringe Anzahl von Strukturparametern, lineare Verkettung und geringe Spezifität der Strukturelemente, Aufbauraten größer als Abbau, hohe quantitativ Produktivität, geringe Diversität, intensiver Energietransport, Energieeinsatz zum Strukturaufbau und zur Informationsaufnahme, relativ geringe Negentropie[31], lineare Prozesse;

> partiell *reife evolvierende* Systeme – überwiegende *Stabilität*, Anpassung an die Invarianten der Umwelt, große Anzahl von Strukturparametern, Kreisprozesse und Verknüpfen, Verzweigen, Vernetzung mit hoher Spezialisation der Strukturelemente, Erzeugung von Qualität, hohe Diversität, harmonisierter Energiefluss und Abbau, geringe Fluktuationen, Regelungsmechanismen, Antagonisten und Energienutzung zum Strukturerhalt und zur Informationsverarbeitung sowie zum Aufbau komplexer Regelungs- und Anpassungsmechanismen, hohe Negentropie.

5.3 Modalitäten der Evolution

Die nachfolgenden Betrachtungen sind auf die *Technikgenese* fokussiert, die nach dem Allgemeinverständnis die *Technikentwicklung* und die *Technikgestaltung* umfasst.

---

31 Der Physiker E. Schrödinger prägte 1944 den Begriff *negative Entropie* in seinem Buch ‚Was ist Leben‘ und meinte damit lebenserhaltende *freie Energie*. Der Physiker L. Brillouin verkürzte *1956* den informationstheoretischen Begriff negative Entropie zu ***Negentropie*** und führte das „*negentropy principle of information*“ ein. Generell formiert die Negentropie ein Maß für die *Abweichung der Zufallsvariablen* von einer *Gleichverteilung*. Für eine gleichverteilte Zufallsfolge wird die *Negentropie als inverses Element minimal, weil deren Entropie auf ein Maximum anwächst.*

Analog zur biotischen Evolution gilt für die technische Evolution: die Evolutionsprozesse ergeben sich einerseits natürlich aus zufälligen oder von Optimalitätsprinzipien beeinflussten Konstellationen physikalischer, chemischer, biotischer etc. Prozesse. Andererseits planbezogen aus dem bewussten, zielstrebigen menschlichen Handeln, das differenzierend als Fremdorganisation bezeichnet sei. Beide Evolutionen sind (erweiterte) Reproduktionsprozesse. Die zielbezogenen Umsetzungen führen zu Innovationen, das ist eine Qualität, die von einem zeitlich dimensionierten Erhaltungswert (mit einer Lebensdauer) beschrieben wird. Jede Qualität ist <*Form in Bewegung*> womit ausgedrückt wird, dass eine bestimmte, sich – über Felder und gerichtete Größen – aktiv der Umgebung mitteilende Form des Systems in ständiger Veränderung begriffen ist und dabei typische Bewegungsabläufe auslöst bzw. ihnen gehorcht.

Prinzipiell gilt: „Nicht Einzelindividuen, sondern *Populationen machen Evolution*“ (Tembrock 1981, S. 68f.).

Verallgemeinert sind *Individuen* die kleinsten Einheiten evolvierender biotischer und abiotischer Systeme, und Populationen – generativ verbundene Individuengruppen, originär gleicher Art (im Biotischen auch Rassen), die kooperieren unter Umständen im Organismus (als verallgemeinerter metromorpher Ordnungsstruktur) Funktionen teilen und Synergien bewirken.

Im allgemeineren Sinn kann eine beliebige Entität als Individuum aufgefasst werden, insofern sie in der relevanten Gesamtheit klar unterschieden werden, sich eindeutige Identitätskriterien angeben lassen. Solche disjunkten Teilmengen sind elementfremd oder durchschnittsfremd.

Es mehren sich die experimentellen Indizien und theoretischen Belege dafür, dass *die Evolution* (als markantes, universelles und grundlegendes Konzept der Selbstverbesserung) weit mehr vom Zufall und der Selbstorganisation als Kernelementen, denn vermöge der Umweltselektion gesteuert wird.

Wissenschaftlich dokumentiert und als bewiesen gilt, dass die Selbstorganisation[32] ein Prozess ist, der unter bestimmten Bedingungen infolge des Zusammenwirkens von sich selbst dabei wandelnden Teilsystemen/Systemteilen, Konstituenten etc. (Elementen im allgemeinen Sinn von Teil und

32 Die *Selbstorganisation (SO)* ist die Fähigkeit eines kybernetischen Systems, seine Struktur so zu verbessern, dass seine Stabilität vergrößert bzw. sein inneres Milieu besser und zweckmäßiger gegen Störungen aus der Umwelt bzw. gegen Degradationserscheinungen geschützt wird. Demnach ist SO ein *Oberbegriff* für solche Prozesse wie Selbstreproduktion, Selbstreparatur, Lernen, *Selbstinstruktion*, funktionelle Differenzierung, Synchronisation usw. [Klaus, G.: Wörterbuch der Kybernetik, Berlin 1967, S. 556]

Ganzem) selbständig und spontan komplexere Strukturen im Gesamtsystem mit typischen Emergenzstufen generiert.

Evolutionen verlaufen

- nur in *offenen Systemen* (alle von ihrer Umgebung vollständig isolierten Systeme erleiden Degradation und Zerfall),
- über *Strukturbildungen* mit *Organisationsfortschritten* der Materie/Entität, die in der jeweiligen Stufe der Evolution als ihr adäquate *Selbstorganisation* aufgefasst wird.

Die Selbstorganisation unterliegt weiteren *Bedingungen und Subbedingungen, wie Fluktuationen* – Schwankungen von Systemparametern infolge innerer und äußerer ‚Störungen' – die die globale Entropieerzeugung $P_S := d_iS/dt$ steigern.

Im statischen Gleichgewicht (GG) der *Gleichgewichtsthermodynamik* gilt $P_S = 0$ (reversible Prozesse).

In der *Nichtgleichgewichtsthermodynamik* wird die Geschwindigkeit der globalen Entropieproduktion P_S, also $dP_S/dt = d_i^2S/dt^2$, maßgeblich.

Für irreversible Prozesse mit $P_S > 0$ sind drei Fälle des Nichtgleichgewichts zu unterscheiden:

- die Minimierung von P_S gemäß $dP_S/dt < 0$ gilt für Prozesse in *etablierten Strukturen*;
- die Maximierung von P_S gemäß $dP_S/dt > 0$ gilt für *evolutionäre Neustrukturierungsprozesse* „Prinzip der Maximierung der Entropieproduktion" für die die Evolution keine Kosten scheut.
- Unveränderliches, aber von Null verschiedenes $P_S = \text{const.} > 0$, charakterisiert gemäß $dP_S/dt = 0$ das – in der Natur dominante – Fließgleichgewicht.

Kooperativität der Elemente und Teilsystem. Die Kooperationsfähigkeit im Mikrobereich arrangiert Differenzierungsfähigkeit im Makrobereich,

Gleichgewichtsferne des Systemzustandes (NGG). Unter dem Einfluss äußerer ‚Kräfte' hinreichend fernab vom GG treten *Instabilitäten* auf, die Fluktuation verstärkt sich → qualitativ neues Systemverhalten/dissipative Struktur/höherer Ordnungsgrad.

Ein *überschüssiger Entropieexport ≈ zusätzlicher Informationsimport* sichert die dynamische Stabilität. Aus der Gleichgewichtsferne (NGG) folgt unmittelbar, d.h. merkmalhaft die *Nichtlinearität* der Beziehungen zwischen den Systemparametern sowie zwischen Ursache und Wirkung.

Aus den drei allgemeingültigen Konditionen der natürlichen und der technischen Evolution:

- Gleichgewichtsferne des Systemzustandes (technisch mit stofflichen, energetischen, informationellen Barrieren realisiert)
- Entropieexport bzw. äquivalenter Informationsimport
- Kooperativität der Teilsysteme und deren Elemente (organisch indiziert, zweckmäßig geschaffen) *resultieren Synchronie der Teilaktivitäten im Evolutionsprozess,* evolutionsbeschleunigende (positive) Rückkopplungseffekte/Verstärkungseffekte.

Infolge der bewussten, zielstrebigen menschlichen Steuerung der technischen Entwicklung und der gesellschaftlichen Organisation ist der technische Evolutionsprozess gerichteter, schneller und effektiver als in der Natur. Die natürliche Optimierungs-Strategie des Probierens ‚Versuch und Irrtum' wird im technischen Fall vom homo cooperativus aufgewogen, mittels empirischer Erfahrungen und theoretischer Verallgemeinerungen bis zur allgemeinsten Systemtheorie aus dem gesamten Menschheitswissen in Transdisziplinen wirkmächtig ersetzt. Dennoch sorgen die Unschärfe des Wissens und das ‚bekannte Nichtwissen' um Naturgesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge für unvermeidliche Unbestimmtheiten des wissenschaftlich-technischen Fortschritts. Es führt zu nachbesserungswürdigen und -fähigen partiellen Lösungen. Die arbeitsteilige Selektion erfolgt überwiegend in der Projektphase eines zu gestaltendes technisch-technologischen Vorhabens.

5.3.1 Exemplarische wissenschaftliche Instrumentarien der Technisierung

Zur Illustration des Einflusses der Wissenschaft auf die gegenwärtige technisch-technologische Entwicklung werden einige **Beispiele** in dominanten, vor allem inter- und transdisziplinären Wechselwirkungen und typischen Verflechtungen ausgeführt.

Die **Biologie** analysiert, beschreibt, erklärt und beurteilt die Erscheinungsformen lebender Systeme, ihre Beziehungen zueinander sowie zu ihrer Mit- und Nahwelt (Umwelt), die in den biotischen Systemen (desgleichen ihren Subsystemen) ablaufenden Prozesse einschließlich deren Ursachen.

Zum wesentlich Formenden des Biotischen gehören der Metabolismus: der Energie- Stoff- und Informationswechsel, die Fortpflanzung, das Wachstum, die Vielfalt der Reaktionen auf in der Regel kooperative Veränderungen des eigenen Status und der interagierenden Umwelt, die Fähigkeiten und Modalitäten, sich über Kommunikationsprozesse zu koordinieren, die

Ontogenese und Phylogenese – die Evolution als eine Art ‚Selbstverbesserung' unter der Regentschaft des unberechenbaren Zufalls und der Selbstorganisation mit denen sich das Notwendige durchsetzt. Evolutorische Systeme entwickeln die Metapräferenz, selbst veränderte Präferenzen zu setzen.

Die (natürliche) *Ordnung der Lebewesen* sowie deren inhärente Überlebens- und Reproduktionsfähigkeit können aus der Organisation ihrer verschränkten und qualifiziert vernetzten Teile sowie diversen internen und externen Wechselwirkungen widerspruchsfrei erklärt und effektiv beeinflusst werden. Letztendlich basiert jeder lebende Organismus einerseits auf dem genetischen Code, dessen physikalische Natur einer Information gleichkommt, für die sich besonders der Physiker und Informationstheoretiker interessiert. Andererseits bedarf es *komplementär des komplexen stofflichen, energetischen und informationellen (!) Metabolismus* mit verschiedenen implementierten enzymkatalysierten Reaktionen.

Auch im *abiotischen Strukturbereich* widerspiegelt der Begriff *Organismus* in vorzüglicher Weise den herausragenden systemischen Aspekt *funktionell-struktureller Ganzheit.* Nicht nur abiotische sondern auch biotische Ordnungen, wie Leben, sind mit allen physikalischen Gesetzmäßigkeiten kompatibel. Das betrifft ausdrücklich den lange Zeit dazu scheinbar widersprüchlichen 2. Hauptsatz der persistenten Physik. Damit existiert ein sehr allgemeiner (einheitlicher) und leistungsfähiger Ansatz. Abstrahierend bemerkt C. F. Weizsäcker, dass die Physik und die Mathematik den *‚harten Kern' des neuzeitlichen Bewusstseins* schaffen.

Einige der markanten Kriterien der biotischen Evolution weisen auch physikalische, chemische. technische und technologische technische Systeme auf, andere Charakteristika sind nur den biotischen Systemen eigen. Als Eigenschaftsminimum Leben tragender Systeme gilt die Fähigkeit, sich selbst zu erhalten und zu reproduzieren – die Autopoiesis. Leben ist eine verhüllte Balance zwischen Chaos und Ordnung in thermodynamisch offenen Systemen.

Für die Analyse und Charakterisierung der Strukturen und Prozesse derartiger emergenter Systeme ist die Kooperation mit der modernen Physik (der Natürlichen) wesentlich. Während sich die traditionelle Physik seit der Antike über Jahrhunderte als *‚Wissenschaft vom Seienden'* verstand, darf man ihr heutiges Wesen als *‚Wissenschaft vom Werden und Sein'* apostrophieren.

Die besonders herauszuhebende ***Mathematik*** übernimmt als Wissenschaft „aller denkmöglichen Welten" bei der Theorienbildung im Sinne der mathematisch-theoretischen Durchdringung mindestens zwei Schlüsselfunktionen: Sie ist zum einen das *präziseste Kommunikationsmittel bei der schöpferischen*

Theorienbildung und zum anderen *Mittel zur Erkenntnis und deren Ergebnispräsentation* (über die Symbolisierung, Formalisierung, insbesondere Digitalisierung[33], Algebraisierung, Verifizierung, Modellierung, Simulation, Optimierung, Axiomatisierung mit Paradigmatisierung (Musterbildung) des „Denkmöglichen" und: der Strukturen, Funktionen, Prozesse und Zustände. Das betrifft im Speziellen die Analyse, Beschreibung und Erklärung von Gedächtnis-, Denk- und Sprachverstehens-Prozessen, einschließlich der invarianten Eigenschaften des menschlichen Verstandes, der ‚Grundmuster geistiger Gebilde und Vorgänge' (F. Klix), der Wechselwirkungen zwischen Wissensbesitz und darauf aufbauenden Prozeduren und den Gebrauch kognitiver Schemata als implikativ-reduktiven Modellen bestimmter Klassen der objektiv realen kognitiven Prozesse und der Strukturierungen des Wissens.

Eine *mathematische Struktur* besteht aus endlich vielen *Mengen, Relationen* und ausgezeichneten *Elementen* in bzw. zwischen diesen Mengen und aus *Operationen*.

Das Axiomensystem für die Mengen, Operationen usw. bestimmt den Strukturtyp. In der Abstraktion, die von einigen realen Eigenschaften der Entitäten absieht, konstituieren Relationen die *Struktur und* die *Funktionen* des als Ganzheit (einer Vielheit) ausgestalteten Systems. Offene Systeme erlauben per definitionem uneingeschränkte Wechselwirkung mit der Systemumgebung. Sie sind in der Natur vorherrschend.

Anscheinend ist Dürrenmatts Bonmot folgerichtig:

> „Der Unterschied zwischen Kant und Einstein besteht nicht darin, daß der eine einen euklidischen und der andere einen nicht-euklidischen Raum annahm, sondern vor allem in der *Beziehung*, die sie zwischen der *Mathematik und der Wirklichkeit herstellten*." (Dürrenmatt 24.02.1979, H. d. V. – L.-G. F.)

---

33 Der Begriff ***Digitalisierung*** bezeichnet elementar die Überführung analoger Größen in diskrete (unstetige) Werte, um sie effektiv elektronisch erfassen, speichern, be- und verarbeiten zu können. Im weiteren Sinne wird damit der Einsatz elektronisch gestützter Prozesse mittels Informations- und Kommunikationstechnik und deren Vernetzung in nahezu allen Anwendungsbereichen charakterisiert. Diese sogenannte „vierte industrielle Revolution" bewirkt eine zunehmende Vereinigung von Teilen der realen und virtuellen Welt. Die Digitalisierung verändert maßgeblich die Arbeitswelt (4.0), das Alltagsleben der Menschen, die Gesellschaft sowie deren Rahmenbedingungen – siehe u.a. mobiles Internet, wachsende Vielfalt alltäglicher elektronischer Assistive, mechanisch-elektronischer Lebenshilfen, Kommunikations- und Cyber Systeme. Selbst die von technischen Medien vermittelte Wissenschaft, Technik, Kultur und Kunst kann digitalisiert zusammenfließen, weil alles irgendwann Abgebildete und Geschriebene in Binärcodes verwandelt, in Beziehung gesetzt, übermittelt und gespeichert werden kann. Der Begriff techné erhält, in diesem Sinne erweitert, abermals eine der Zeit – dem Kairós – gerecht werdende Ausprägung. Trotz und wegen der objektiven Bedeutung der Digitalisierung ist Vorsicht geboten, damit der Begriff nicht zum modischen Attribut verkommt und analoge Signale, Größen sowie Prozeduren vernachlässigt werden.

Der unermessliche wissenschaftliche, auch kulturelle Wert der Formalisierung, Digitalisierung von Zuständen sowie Prozessen und darauf aufbauender Operationen, Aktivitäten sowie der modernen Algebraisierung der Mathematik beginnt mit den Variablen. Sie fungieren problemspezifisch als Unbekannte, Unbestimmte oder Veränderliche und sind als Wörter, Buchstaben oder geeignete andere Symbole darstellbar. Zum immensen Benefit gehört das effiziente, stets aber regelgerechte Agieren auf symbolisch-syntaktischer Ebene mit den Variablen, Termen, Funktionen, Gleichungen und inhaltsgebunden oder kontextunabhängigen Operationen. Der Vorteil resultiert aus der Ablösung vorstellungsgebundener Argumentationen und der überwindbaren Grenzen verbal-begrifflicher Darstellungen – ohne auf eine (hilfreiche) ergänzende geometrische Visualisierung verzichten zu müssen. Weil insbesondere geometrische Abbildungen durchaus erkenntnisfördernd sind. Diese Tatbestände bewogen schon Husserl die Algebraisierung als Modell der Technisierung[34] zu wählen. Husserls Beispiel ist die Abstraktion der Gegenstandskonstruktion durch die Einführung ablösbarer Rechenverfahren in die Geometrie. Auf ihrem gegenwärtigen Qualitätsniveau dient die moderne *Algebra* (von arabisch: *al-dschabr „das Zusammenfügen gebrochener Teile“*) wie eine *‚Kultur en miniature‘* als Sprache, Denkweise, Tätigkeit, Werkzeug und verallgemeinerte Arithmetik „Unter algebraischen Denken lassen sich alle Denkhaltungen [...] wie Generalisieren, Abstrahieren, Strukturieren und Restrukturieren“ fassen (Hefendehl-Hebeker 2007, S. 180).

Die Algebraisierung ist folgerichtig als Methode einer Transdisziplin aufzufassen.

Bei seiner Aufnahme in die Preußische Akademie der Wissenschaften äußerte sich Leopold Kronecker schon 1861 über den Charakter der Algebra als ‚nicht eigentlich eine Disziplin für sich, sondern *„Grundlage und Werkzeug der gesamten Mathematik“* (Noether 2015, S. 225).

Die diskrete Mathematik hat zahlreiche Beziehungspunkte zur Algebra, mathematischen Logik, zur Numerik und zur theoretischen Informatik, sie ermöglicht die Approximation kontinuierlicher Größen, deren Veränderungen und Entwicklungen in Raum und Zeit sowie die Optimierung. (Beachte Hyperkomplexe Systeme und Zahlen)

Um den einzigen Formalismus, empirisch überprüfbare Voraussagen relativer Häufigkeiten adäquat zu beschreiben, bietet die *Wahrscheinlichkeits-*

34 Recki verwendet den Begriff Technisierung, wie er sich nach der Analyse des Mathematikers und Philosophen Husserl paradigmatisch in der neuzeitlichen mathematischen Wissenschaft eingestellt hat.

rechnung mit ihren probabilistischen Variablen, geeignete Wahrscheinlichkeitsdichten und Verteilungsfunktionen. Zu den Werten jeder Variable eines beschriebenen Zustands gehört eine bestimmte Wahrscheinlichkeitsverteilung. Die Wahrscheinlichkeit ist der Erwartungswert der relativen Häufigkeit. Und noch weitergehend: Die *Methode der statistischen Mittelwerte* hat nach A. v. Humboldt eine überragende Bedeutung. Sie ist die ‚einzig entscheidende Methode', um *funktionale Beziehungen*: *empirische rationes* – numerische sowie visuelle ‚Mess- und Zahlverhältnisse' – als objektive relative Größen zu erfassen und auf deren Basis *kausale Beziehungen* zu erkennen, in verbaler oder metasprachlicher, insbesondere in mathematischer, Form auszudrücken und zu prüfen.

Es drängen sich fundamentale Verständnisfragen auf:

Wie und nach welchen Modalitäten vollzieht sich der evolutionäre und revolutionäre Fortschritt der Technik – unter rückkoppelnder Nutzung des selbst hervorgebrachten Ideellen und Materiellen – im dynamischen natürlichen und komplexen gesellschaftlichen Milieu?

Wie lassen sich die *Technikgenese* und die von ihr getragene *Technisierung* in die Evolution des vitalen Systems Mensch und Gesellschaft sowie in allgemeingültige Gesetzmäßigkeiten einordnen und aus der Perspektive der *Technikphilosophie, der Evolutions- und Erkenntnistheorie vertieft erklären?*

Der bereits mehrfach zitierte Philosoph und Psychologe Gilbert Simondon, dessen Publikationen angesichts der aktuellen Entwicklungen zur Informations-/Kommunikationstechnik sowie der Netzwerke und digitalisierten Entitäten neue und gesteigerte Wertschätzung erfährt, plädiert in *detaillierten Analysen* und mit weitreichenden *philosophischen Betrachtungen* für die Würdigung und Reflexion der Existenz einer kooperativen Triade aus Mensch, offenen technischen Maschinen und der Natur. Er zeichnet nach, wie sich die Existenzweise der *technischen Objekte entwickelt,* wie sich technische Objekte *konkretisieren*, als Träger in der *Genese der Technizität wirken* und wie sie in *Individuationsprozesse eingreifen*. Die Originalität des Denkens Simondons und die Essenz seines verflochtenen Begriffssystems werden im Kontext mit der entwicklungstragenden und wirkmächtigen *Technikgenese* eingehender nachvollziehbar.

Dazu folgen eine fokussierte, thesenhaft mit Zitaten belegte resümierende Darstellung und knappe Interpretation. Alle kursiven Hervorhebungen stammen vom Verfasser (L.-G. F.) Die Seitenangaben beziehen sich auf Simondon 2012.

– „Man muss sich (also) einer allgemeinen genetischen Interpretation des Verhältnisses von zwischen Mensch und Welt zuwenden, um die philosophische Tragweite der Existenz der technischen Objekte zu erfassen.“ (S. 143)

– „Die Evolution des vitalen Systems Mensch und Welt unterliegt nicht einer funktionalen Finalität zu einem stabilen Gleichgewicht mit synchroner Verringerung des Abstandes zwischen dem Lebendigen und dem Milieu – was einer vitalistischen Begründung (elan vital) nahe käme, sondern, sie geht mit der Relaxation infolge der Individuation des übersättigten Systems mittels der Strukturbildung im System selbst einher.“ (S. 144)

Diese spontane Herausbildung von Strukturen infolge interner Transformationsmöglichkeiten unterliegt dem Prinzip der Selbstorganisation mit Phasenumwandlung, wobei gebundene Information in freie überführt wird. Der Begriff Emergenz erfasst das treffend, allerdings hoch verdichtet und abstrahiert.

– „Die Evolution der Beziehungen des Menschen zur Welt, die systemische Evolution dieser Relation an die Technizität neben anderen Seinsweisen..., „zeugt von einer Fähigkeit zur Evolution, die von Stufe zu Stufe zunimmt, indem sie neue Formen und Kräfte entdeckt, die dazu in der Lage sind, dem Menschen eine weiter Evolution zu ermöglichen, anstatt ihn zu stabilisieren und zu immer geringeren Fluktuationen tendieren zu lassen.“ (S. 144)

Der Begriff der *Genese* bedarf einer Präzisierung, wie sie Simondon zunächst in seiner Untersuchung: „L’individuation à la lumière des notions de forme et d’information (Die Individuation im Lichte der Vorstellungen von Form und Informationen) als „Prozess der Individuation in seiner Gesamtheit“ vornahm.

Zu den Triebkräften und dem Charakter der Genese (altgriechisch γένεσις *genesis* ‚Geburt‘, ‚Entstehung‘) wird definiert:

– „Eine Genese liegt dann vor, wenn *das Werden* eines ursprünglich *übersättigten Wirklichkeitssystems*, das *reich an Potentialen* ist, das jede Einheit übersteigt und eine *innere Inkompatibilität* in sich birgt, für dieses System die Entdeckung einer Kompatibilität darstellt, eine *Lösung* durch die Heraufkunft [*das Erscheinen, die Emergenz* – L.-G. F.] einer neuen Struktur. Diese Strukturierung ist die Heraufkunft einer *Organisation*, welche die Grundlage für ein *metastabiles Gleichgewicht* ist.“ (S. 143)
– „Das *Potentielle* ist ebenso voll und ganz eine Form des Realen wie das Aktuelle.

- Die *Potentiale* eines Systems bilden seine *Fähigkeit zu werden*, ohne zu verfallen [...]
- *Das Werden* ist [...] die *Operation eines Systems*, das *in seiner Wirklichkeit Potentiale enthält*. Das Werden ist die *Serie* von Aktualisierungsschüben oder von aufeinanderfolgenden *Individuationen eines Systems*." (S. 144)
- „Ausgehend von den Kriterien der Genese kann man die Individualität und Artzugehörigkeit des technischen Objektes definieren: Das *technische Objekt* ist nicht diese oder jene, hic et nunc gegebene Sache, sondern, das, was eine Genese durchläuft." (S. 19)
- „*Das technische Wesen evolutioniert* durch Konvergenz und Selbstadaptation, gemäß einem Prinzip der inneren Resonanz schließt es sich zu einer inneren Einheit zusammen." (S. 20)
- „Die Einheit des technischen Objektes, sein Individualität, seine Artzugehörigkeit[35], sind die *Konsistenz- und Konvergenzeigenschaften* seiner Genese.[36] Die Genese ist ein Teil seines Seins. Das technische Objekt ist das, was seinem Werden nicht vorgängig, sondern in jeder Etappe dieses Werden gegenwärtig ist.
  Das technische Objekt ist Einheit als Einheit des Werdens." (S. 20)
- Das philosophische Denken muss die Integration der technischen Wirklichkeit in die universelle Kultur bewerkstelligen, indem es eine *Technologie* begründet (S. 135)

---

35 Das was man z.B. mit Motor bezeichnet „kann synchron vielerlei sein und es kann im Verlauf der Zeit variieren, indem es seine Individualität verändert" (Simondon 2012, S. 19) eine Abfolge, eine Kontinuität von den ersten Motoren bis zu jenen die wir kennen und sich noch in Evolution befinden (Simondon 2012, S. 19).

36 Gemäß bestimmter Modalitäten, welche die Genese der technischen Objekte von jenen anderen Objekttypen unterscheiden: ästhetische Objekte, Lebewesen. Diese spezifischen Modalitäten der Genese müssen von einer statischen Artzugehörigkeit unterschieden werden, die sich nach erfolgter Genese festlegen ließe, indem man die Merkmale der verschiedenen Objekttypen berücksichtigt; die Verwendung der genetischen Methode hat zum Ziel, den Gebrauch eines klassifikatorischen Denkens zu vermeiden, das nach der Genese einsetzt, um die Gesamtheit der Objekte in Gattungen und Arten aufzuteilen, die zum Diskurs passen.
Die vergangene Evolution eines technischen Objektes verbleibt in wesentlicher Form der Technizität in diesem Wesen. Das technische Wesen, das gemäß dem Vorgehen, das wir Analetik nennen, Träger von Technizität ist, kann nur Gegenstand einer adäquaten Erkenntnis sein, wenn letztere in ihm zeitlichen Sinn und zeitliche Richtung seiner Evolution erfasst, diese adäquate Erkenntnis ist die technische Kultur, die sich vom technischen Wissen unterscheidet, das sich darauf beschränkt, isolierte Funktionsschemata in der Aktualität zu erfassen. Da sich die Relationen, die auf der Ebene der Technizität zwischen einem technischen Objekt und einem anderen bestehen, ebenso horizontal wie vertikal sind, ist eine Erkenntnis, die in Gattungen und Arten vorgeht, nicht zuträglich:

5.3.2 Teilprozesse und Effekte der technisch-technologischen Evolution

Der Hauptakzent der wissenschaftsbasierten technisch-technologischen Entwicklung liegt auf der Information und Kommunikation, dem *Informationswechsel*, der Transformation, der Speicherung von Informationen, der Signaltransduktion sowie eingebetteter Intelligenz. *Intelligenz* korreliert mit der Fähigkeit, neuartige Situationen zu meistern. Nicht jede Methode und jedes Verfahren zur Bewältigung neuartiger, herausfordernder und problematischer Situationen, wie erraten oder erpröbeln – eher noch strategisches variieren (nach dem Prinzip Trial and Error) – darf als intelligent bezeichnet werden.

> „Denn neuartige Situationen können durch blindes Zufalls probieren (mehr oder minder effektiv) bewältigt werden, und das ist nicht intelligent (= einsichtsvoll). Tauglicher wäre folgende Definition: *Intelligenz ist die Fähigkeit, sich selbst zum Zwecke der Lösung einer neuen Aufgabe neu zu programmieren, also einen Lösungsprozess selbst zu erfinden.*“ (Dörner 2013, S. 4)

Der Autor (L.-G. F.) würde ergänzen: überdies die Fähigkeit, neue Methoden zu entwickeln, darunter Methoden, um reflexiv tragfähige Methoden zu generieren und zu verifizieren. Eine zu Dörners Deutung kongruente Definition ist bei Georg Klaus (1968) zu finden: „Intelligenz ist die Fähigkeit, Verhaltensalgorithmen herzustellen und auf diese Weise Probleme zu lösen.“ Klaus geht noch einen Schritt weiter: „Zur Intelligenz gehört auch, die Beseitigung von Fehlern in den Algorithmen“. Damit rückt die Fähigkeit von Menschen in den Blickpunkt, sich selbst und ihr eigenes Denken zum Objekt der Betrachtung zu machen.

Die Informationstheorie widmet sich der Technik und Technologie der Übermittlung, Speicherung und Nutzbarmachung von Signalen, also *Zeichen*, denen eine *feste Bedeutung* zugeordnet ist sowie der Bearbeitung großer und häufig verflochtener raumzeitlicher Datensätzen biotischer und abiotischer Herkunft. Zu den profilbestimmenden Zielen, den experimentellen und modellhaften Methoden der Informationstheorie gehören verschiedene Formen der Musterbildung, wie Cluster, Domänen, metromorphe Konfigurationen, die synchrone Mustererkennung, -bewertung und -kassifikation (Bildanalyse) *die Ermittlung und Simulation* der raum-zeitliche Dynamik, (z.B. mit zellulären Automaten zur Analyse und Modellierung), nichtlineare Zeitreihenanalysen, das Systematisieren der Nächst-Nachbar-Beziehungen und der Selbstorganisation in komplexen Zustandsräumen mit Wechselwirkungstermen, Energiefunktionen und Übergangswahrscheinlichkeiten, die Analyse des Informationstransfers in Raum und Zeit, die Ermittlung von

Transinformationen sowie die Verallgemeinerung der Entropie. Diese Charakteristik spricht wegen der generalistisch-transdisziplinären Methodik, der allgemeinen Wirk-, Funktions- und Strukturprinzipien sowie des dafür eingesetzten universellen wissenschaftlichen und technischen Apparates/Instrumentariums (insbesondere der diskreten Mathematik, der digitalen Datenverarbeitung) für eine bevorzugte Zuordnung zur „Allgemeinen Technologie".

Das Allgemeine steht folglich nicht über den Einzeldingen, sondern in den Dingen selbst. „Das Universale ist demnach dasjenige im Einzelding, das es in Zusammenhang mit den anderen Dingen setzt" (Bloch 1977, S. 81).

Der präzisierbare Begriff der *Kognitionstechnologie* steht (nach der dualen Technologie-Auffassung des Autors – L.-G. F.) für eine prozessakzentuierte, Information und Kognition verbindende, erkenntnis- und anwendungsorientierte, multidisziplinäre Wissenschaft und ein reales Handlungssystem. Er umfasst den Modus, die Art und Weise, die Verfahren und Strategien, mit denen der affektiv, aktional-sensomotorisch und kognitiv agierende Mensch mit den ihm natürlich gegebenen oder eigens dafür geschaffenen (artifiziellen) Mitteln und Methoden – Arbeitsmitteln im weiteren Sinn – *Informationen* – als Arbeitsgegenstände – aus seiner Umgebung aufnimmt, intern und extern bearbeitet und verarbeitet, d.h. in kognitiven Operationen und Prozeduren transportiert, transformiert, selektiert und akkumuliert, sowie nach Maßgabe des Erkannten, unter dem intervenierenden Einfluss fördernder bzw. hemmender, innerer und äußerer Faktoren, Verhaltensstrukturen ändert oder neue aufbaut und danach sein Handeln einrichtet. Auf diese Weise sind, die Kommunikation, das Sender-Empfänger-Verhalten, involviert sowie die natürliche und die technische (künstliche) Informationsverarbeitung unter diesem dualen (ontisch-ontologischem und kognitiv-diskursivem, objekt- und metasprachlichen) Technologiebegriff subsumiert, ohne die weitergehenden Spezifika der beiden Grundformen der Informationsverarbeitung sowie die qualitativen Unterschiede zwischen der menschlichen und der künstlichen Intelligenz zu negieren.

Herausragende Entwicklungen repräsentierten die *emerging technologies*. Sie haben, wie jede Technologie, substrukturierte, faktisch interagierende und logisch verwobene, *naturale, soziale, humane und kulturale Dimensionen*, und sie wirken im besonderem Maße vermittelnd, integrierend, verändernd und stimulierend. *Emerging technologies* unterliegen wesensgemäß den allgemeinen Gesetzmäßigkeiten aller Technologien bis zur ebenfalls deutlich evolvierenden ‚Allgemeinen Technologie'. Sie können einerseits diese mit hervorbringen und konsolidieren, andererseits deren methodische Vorgehensweisen, erkenntnistheoretischen Struktur- und Prozessmo-

delle, regulativen Prinzipien sowie praktikablen Muster mit erheblichen Vorteilen nutzen.

Zur Gruppe der emerging technologies, die gegenwärtig und – in der angeführten Spezifikation – mindestens in diesem Dezennium, mit ihren außerordentlichen Entwicklungspotentialen in herausragender Weise das gesellschaftliche Erkenntnis- Kreativitäts- und Produktivitätsniveau, die materiell technische Basis sowie die soziale und kulturale Umwelt stimulieren und verändern, gehören die Biotechnologien, die Kognitionstechnologien, weitere Informationstechnologien, die Mensch-Maschine-Kommunikation, die drahtlose Datenübertragung, der digitale ‚Abrufdruck' (print-on-Demand), die fortgeschrittene Robotik sowie die Nanotechnologien.

Im Alltag verbinden *assisitive Technologien* mit ihrer auf den Menschen fokussierten Technik (Devices und Services), die implementierte Informations- und Kommunikationstechnik mit modernster *Assistenzrobotik*.

Die wissenschaftlich-technische Entwicklungstendenz, der Technisierung, reicht mit gewissen Unschärfen, bis zur ‚Auflösung' bestimmter Grenzen zwischen Natur und Technik an Gehirn-Computer-Schnittstellen. Ein strukturtechnologischer Evolutionszweig betrifft die Miniaturisierung mechanischer, mikro- und opto-elektronischer Strukturelemente. Sie widerspiegeln sich deutlich z.B. in der Psychophysik, der Neurochemie, der Neurobiologie, der synthetischen Biologie und in innovativen Neurotechnologien mit funktional in die elektrophysiologischen Prozesse des Gehirns integrierten, physisch mit dem Gehirn verbundenen oder in das Gehirn implantierten Einzelelektroden und Elektrodenarrays.

Für die Gestaltung *hybrider ‚Mensch-Maschine-Systeme'* ist der sogenannte ‚Menschliche Faktor' (human factor) von hohem und wachsendem Stellenwert, weil er typische *psychische, kognitive und soziale Eigenschaften des Menschen* (non-technical skills), wie z.B. die besonderen menschlichen Fähigkeiten zur Kooperation, zur heuristischen und intuitiven Problemlösung als Einflussfaktoren in die sozio-technischen Konstrukte einbringt.

Ambient Assisted Living Technologien fungieren als altersgerechte Assistenzsysteme mit ‚eingebetteter Intelligenz' für ein selbstbestimmtes, umgebungsunterstütztes Leben.

Seit Beginn dieses Jahrtausends ist darüber hinausgehend im Kontext mit den anwendungsoffenen und rasch evolvierenden *converging sciences and technologies* (Banse et al. 2007) die Konvergenz von vier Schlüsseltechnologien zu beobachten: Die Nano-, Bio-, Informations- und Kognitions- bzw. Neurotechnologien gehören zu den herausragenden Versionen der *converging technologies*, die zugleich von der fortschreitenden Trans-

disziplinarität zeugen und für die sich – aus dem Englischen abgeleitet – die Abkürzung NBIC etabliert hat.

Der NBIC-Konvergenz liegt als hypothetische Kernthese die Kompatibilität der fundamentalen *Strukturelemente Atom, Gen, Bit und Neuron* (bzw. solcher Gen-Analoga, wie Dawkins Meme[37] und comps) zugrunde. Die NBIC bildet die Basis für das Gestalten neuer Verfahren und Produkte darunter Nano-Bio-Prozessoren verschiedener Arten und Leistungscharakteristika sowie ‚intelligente Materialien'. Die weit reichende Forschungshypothese des BMBF-Verbundprojektes „Embodied Information" unterstellt sogar einen technologischen Paradigmenwechsel, der sich dadurch vollziehen soll, dass Information, Materie (Substanz) und Aktion auf neue Weise zu „Einheiten verkörperter Information" fusionieren.

6 Ein Fazit und ein Blick voraus

Fassen wir zusammen (oder lassen wir zusammenfassen):

> „Erste These: Wir wissen eine ganze Menge – und nicht nur Einzelheiten von zweifelhaftem intellektuellen Interesse, sondern vor allem auch Dinge, die nicht nur von größter praktischer Bedeutung sind, sondern die uns auch tiefe theoretische Einsicht und ein erstaunliches Verständnis der Welt vermitteln können.
>
> Zweite These: Unsere Unwissenheit ist grenzenlos und ernüchternd. Ja, es ist gerade der überwältigende Fortschritt der Naturwissenschaften (auf den meine erste These anspielt), der uns immer von neuem die Augen für unsere Unwissenheit öffnet, gerade auch auf dem Gebiet der Naturwissenschaften selbst." (Popper 1962, S. 233f.)

Die *Technik* (Artefakte, operationelle Agentia, Prozedere...) entfaltet gleich ursprünglich und synchron mit ihrer Effizienz und Multipotenz eine inhärente Eigendynamik, die sich „als Rationalisierung und Beschleunigung dem Nutzer als Sachzwang mitteilt". Sie bildet die entscheidende materielle Basis jeder Technologie und zugleich deren dynamischstes innovatives Element im evolutiven gesellschaftlichen Transformationsprozess der Technisierung. Alle Technologien weisen substrukturierte, faktisch interagierende und logisch verwobene, *naturale, soziale, humane* ***und kulturale*** *Dimensionen auf,* und sie wirken im besonderem Maße vermittelnd, integrierend, verändernd und stimulierend auf die Gesellschaft und die Individuen, fungieren im menschlichen Leben als finale Instrumente der Daseinsgestaltung, der kollektiven und individuellen Daseinsbewältigung. Technik und Technolo-

37 ***Mem*** – von **„mimema"** für „etwas Imitiertes".

gien sind erwiesenermaßen zudem integrale Bestandteile der – allerdings noch umfassenderen – Kultur, sie äußern sich ubiquitär über sozio-kulturelle Phänomene.

Auch für das ausführlich erörterte und ambivalente hoch komplexe Problemgeflecht „Technik, Technologie und Technisierung im menschlichen Weltverhältnis und Weltverständnis“, dürfte naturgemäß Poppers These außer Zweifel stehen:

> „Mit jedem Schritt, den wir vorwärts machen, mit jedem Problem, das wir lösen, entdecken wir nicht nur neue und ungelöste Probleme, sondern wir entdecken auch, dass dort, wo wir auf festem und sicherem Boden zu stehen glaubten, in Wahrheit alles unsicher und im Schwanken begriffen ist.“ (Popper 1962, S. 233f.)

Das ist absolut kein Grund zu resignieren oder dem Fatalismus zu frönen, sondern im Gegenteil weit mehr Verpflichtung zur ideenreichen und inspirierten Problembewältigung nach der Maxime „Theoria cum praxi et commune bonum“.

Literatur

Balzer, Wolfgang (2009): Die Wissenschaft und ihre Methoden. Grundsätze der Wissenschaftstheorie. Freiburg

Banse, Gerhard; Grunwald, Armin; König, Wolfgang; Ropohl, Günter (Hg.) (2006): Erkennen und Gestalten: Eine Theorie der Technikwissenschaften. Berlin

Banse, Gerhard; Grunwald, Armin; Hronszky, Imre; Nelson, Gordon (eds.) (2007): Assessing Societal Implications of Converging Technological Development. Berlin

Banse, Gerhard; Hauser, Robert (2010): Technik und Kultur – ein Überblick. In: Banse, Gerhard; Grunwald, Armin (Hg.): Technik und Kultur: Bedingungs- und Beeinflussungsverhältnisse (Reihe: Karlsruher Studien Technik und Kultur, Band 1). Karlsruhe: Universitätsverlag, S. 17–40

Beckmann, Johann (1806).: Entwurf der algemeinen (sic!) Technologie. Göttingen

Beckmann, Johann (1870): Anleitung zur Technologie oder zur Kenntnis der Handwerke, Fabriken und Manufakturen (2. Aufl.). Göttingen

Bloch, Ernst (1977): Zwischenwelten in der Philosophiegeschichte. Das Neue an dieser Philosophie ist die Philosophie des Neuen. Frankfurt/M.

Blumenberg, Hans (1981): Lebenswelt und Technisierung unter Aspekten der Phänomenologie (1963). In: Ders.: Wirklichkeiten in denen wir leben. Aufsätze und eine Rede. Stuttgart

Brugger, Walter (Hg.) (1953): Philosophisches Wörterbuch. Freiburg

Cassirer, Ernst (2004): Form und Technik (1930). In: Recki, R. (Hg.) Gesammelte Werke. Hamburger Ausgabe, Bd. 17. Hamburg, S. 139–183

Cassirer, Ernst: Philosophie der symbolischen Formen (Die Sprache, 1923; Das mythische Denken, 1925; Phänomenologie der Erkenntnis, 1929). In: Recki, Birgit (Hg.): Gesammelte Werke. Hamburger Ausgabe, Bd. 11–13. Hamburg 2001/02,

Dörner, Dietrich (2013): Gibt es künstliche Intelligenz? In: LIFIS ONLINE – URL: www.leibniz-institut.de ISSN 1864-6972; DOI: http://dx.doi.org/10.14625/doerner_13_12_13

Dürrenmatt, Friedrich (1979): Albert Einstein. Vortrag an der Technischen Hochschule Zürich (ETH), 24. Februar 1979

Dürrenmatt, Friedrich (1980): Die Physiker (Neufassung). Zürich

Dürrenmatt, Friedrich (1998): In: 21 Punkte zu den Physikern (geschrieben 1962); Werkausgabe, Bd. 7. Zürich

Ebeling, Werner (1994): Selbstorganisation und Entropie In: Beckenbach, Frank; Diefenbacher, Hans (Hg.): Zwischen Entropie und Selbstorganisation. Perspektiven einer ökologischen Ökonomie. Marburg, S. 29–45

Einstein, Albert (1921): Geometrie und Erfahrung. Berlin

Fankhauser, Kathrin (1996): Management von Organisationskulturen. Bern u.a.O.

Fleischer, Lutz-Günther (2015): Technologie – ‚techné‘ und ‚epistémé’. In: Banse, Gerhard; Reher, Ernst-Otto (Hg.): Technologiewandel in der Wissensgesellschaft – qualitative und quantitative Veränderungen (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Bd. 122). Berlin, S. 35–67

Hartmann, Klaus (2016): Technologie und Prozesstechnik – im Spannungsfeld von Industrie 4.0 (in diesem Sitzungsbericht)

Hefendehl-Hebeker, Lisa (2007): Einstieg in die Mathematikdidaktik. Berlin u.a.O.

Humboldt, A. v. (1845/1993): Kosmos, Entwurf einer physischen Weltbeschreibung. Bd. 1, 1845. Stuttgart u.a.O. (Neuausgabe 1993, Darmstadt)

Klaus, Georg (1968): Wörterbuch der Kybernetik. Berlin

Koreuber, Mechtlild (2015): Emmy Noether, die Noether-Schule und die moderne Algebra: Zur Geschichte einer kulturellen Bewegung. Berlin u.a.O.

Kosiol, Erich; Szyperski, Norbert; Chmielewicz, Klaus (1965): Zum Standort der Systemforschung im Rahmen der Wissenschaften. In: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, N.F., Jg. 17, S. 337–378

Ley, Hermann (1965): Mensch und Technik. In: Kleine Enzyklopädie Technik. Leipzig

Löbl, Rudolf (1997): Texnh: Untersuchung zur Bedeutung dieses Wortes in der Zeit von Homer bis Aristoteles. Von Homer bis zu den Sophisten. Bd. 1. Würzburg

Marx, Karl (1971): Das Kapital. Bd. 1 [1867]. In: Marx, Karl; Engels, Friedrich: Werke. Bd. 23. Berlin

Marx, Karl (1992): Grundrisse der Kritik der politischen Ökonomie. Berlin, S. 594

Mittelstraß, Jürgen (2005): Methodische Transdisziplinarität. In: TATuP –Technikfolgenabschätzung. Theorie und Praxis, Nr. 2, S. 18–23

Planck, Max (1958): Physikalische Abhandlungen und Vorträge, Bd. 3, Braunschweig

Popper, Karl R. (1962): Die Logik der Sozialwissenschaften. Als Referat veröffentlicht. In: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozial-Psychologie, Jg. 14, S. 233–248

Pross, Harry (1981): Zwänge. Berlin

Recki, Birgit (2013): Technik als Form der Freiheit – Überlegungen zur menschlichen Kultur. In: Thomé-Kozmiensky, Karl J.; Versteyl, Andrea (Hg.): Strategie Planung Recht, Bd. 7. Neuruppin, S. 3–13

Roco, Mihail C.; Bainbridge, William S. (eds.) (2002): Converging Technologies for Improving Human Performance. Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology. Dordrecht

Ropohl, Günter (1977): Allgemeine Technologie als Grundlage für ein umfassendes Technikverständnis. In: Banse, Gerhard (Hg.): Allgemeine Technologie zwischen Aufklärung und Metatheorie. Johann Beckmann und die Folgen. Berlin, S. 111–121

Ropohl, Günter (2005): Allgemeine Systemtheorie als transdisziplinäre Integrationsmethode. In: TA-TuP – Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, Nr. 2, S. 24–31

Ropohl, Günter (2008): Ob man sich eine Wissenschaft vom Gesamtzusammenhang vorstellen könnte. In: Hahn, Erich; Holz-Markuhn, Silvia (Hg.): Die Lust am Widerspruch. Theorie der Dialektik – Dialektik der Theorie (Abhandlungen der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Bd. 22). Berlin, S. 129–142

Ropohl, Günter (2009): Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik (3. überarb. Aufl.). Karlsruhe – URL: http://digbib.ubka.uni-karlsruhe.de/volltexte/1000011529

Ropohl, Günter (1996): Ethik und Technikbewertung. Frankfurt/M.

Simondon, Gilbert (2012): Die Existenzweise technischer Objekte (Aus dem Französischen von Michael Cuntz; Titel der französischen Originalausgabe: Du mode d'existence des objets techniques ; 2. Aufl.). Zürich

Spur, Günter (2008): Technologie tut Not. München

Stegmüller, Wolfgang (1980): Neue Wege der Wissenschaftsphilosophie. Berlin u.a.O.

Steinmann, Horst; Scherer, Andreas G. (1997): Die multinationale Unternehmung als moralischer Aktor. Bemerkungen zu einigen normativen Grundlagenproblemen des interkulturellen Managements. In: Engelhard, Johann (Hg.): Interkulturelles Management: Theoretische Fundierung und funktionsbereichsspezifische Konzepte. Wiesbaden, S. 23–54

Tembrock, Günter (1981): Moderne Verhaltensforschung. In: Fleischer, Lutz-Günter; Hess, Harro (Hg.): Wissen aus erster Hand – Erkenntnisse, Erfahrungen, Erfolge der Wissenschaft. Berlin, S. 63–79

Tembrock, Günter (1990): Innovationsstrategien im organismischen Verhalten In: Das Neue. Seine Entstehung und Aufnahme in Natur und Gesellschaft. Berlin

Wolffgramm, Horst (2006): Allgemeine Techniklehre – Elemente, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten, Frankfurt/M. u.a.O. – URL: http://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/wat/files/aktuelles/WS1314/Wolffgramm-ATL-2006.pdf

Wolffgramm, Horst (2004): Gegenstandsbereich und Struktur einer Allgemeinen Techniklehre. In: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, 75, S. 69–80

Wolffgramm, Horst (1978): Allgemeine Technologie: Elemente, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten technologischer Systeme. Leipzig