Zeitschrift: Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG

Herausgeber: Eisenbibliothek

Band: 59 (1988)

Artikel: Historische Methodik und Technikbewertung

Autor: Tschudin, Peter F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-378209

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 20.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Historische Methodik und Technikbewertung

Dr. Peter F. Tschudin
Wasserstelzenweg 95
CH-4125 Riehen

1. Technikbewertung als Phänomen

Ereignisse wie Tschernobyl oder der Brand von Schweizerhalle haben in breitesten Kreisen den Ruf nach Technikbewertung laut werden lassen. Im Grunde genommen ist aber dieses Anliegen nicht neu. Die Veröffentlichungen des «Club of Rome», die Institutionalisierung der Technikbewertung in den USA 1969 im Umweltgesetz und 1972 durch die Einrichtung des «Office of Technology Assessment» und die seit Anfang der 70er Jahre vom Verein Deutscher Ingenieure veranlassten Tagungen und Veröffentlichungen zielen alle in diese Richtung. Wie im folgenden zu zeigen sein wird, lässt sich Technikbewertung in einer der jeweiligen Kultur entsprechenden Form praktisch überall nachweisen, wo neue Techniken entstehen. Was ist denn das Besondere der heutigen Situation? Neu ist offenbar, dass in allen Schichten der Industriegesellschaft der seit dem 19. Jahrhundert unaufhaltsam wachsende, mit den Errungenschaften der fünfziger und sechziger Jahre unseres Jahrhunderts noch zunehmende Glaube an den durch die Technik bestimmten unaufhaltsamen Fortschritt der Menschheit erschüttert worden ist, ja sogar in vielen Kreisen einer Technikfeindlichkeit, die ebenso irrational begründet ist, Platz gemacht hat. Die so heftige Reaktion dieser Tage ist begreiflich, manifestiert sich doch das Urgefühl der Ohnmacht des Menschen gegenüber den Kräften der Natur heute auch als Gefühl der Ohnmacht gegenüber der von Menschen geschaffenen Grosstechnologie, die den einzelnen zwar trifft, von ihm aber nicht mehr kontrolliert werden kann. Auch an sich gut informierte Kreise stellen sich heute angesichts solch katastrophaler Ereignisse, aber auch unter dem Eindruck einer ungeheuer rasch ablaufenden Evolution im Bereich neuer Techniken wie z. B. Gentechnologie oder Informatik, die berechtigte Frage nach dem Genügen der bisherigen Folgenabschätzung, die praktisch nur quantifizierbare Kriterien berücksichtigte und den Nutzen im wirtschaftlichen Sinne zum Gegenstand hatte.[1] Praktisch alle neueren Veröffentlichungen zum Thema[2] weisen darauf hin, dass die bisher verwendeten Methoden hinsichtlich der gesellschaftlichen und philosophischen Fragestellung nicht zu befriedigen vermögen und angesichts mangelnder Quantifizierungsmöglichkeiten und der Komplexität der Sachverhalte oft nur mit einem «ignoramus» charakterisiert werden können.

Vor diesem Hintergrund sei im folgenden versucht, die Eignung der historischen Methodik für eine Technikbewertung zu prüfen und anhand einiger Beispiele aus der Vergangenheit frühere Formen der Technikbewertung in Erinnerung zu rufen.

2. Methodische Grundfragen

Die Berechtigung, historische Methoden in die Technikbewertung miteinzubeziehen, wird deutlich, wenn man sich vergegenwärtigt, dass die Einführung des «Office of Technology Assessment» in der breitangelegten «Histoire des techniques» von Bertrand Gille[3] im Teil «Technik und Politik» genannt ist. Technikbewertung ist denn auch in erster Linie ein Problem der historisch gewachsenen Gesellschaft, das sehr viele Teile in komplexen Zusammenhängen vereinigt (Bild 1). Auf der einen Seite finden wir die Technik selbst mit dem an Ort und Stelle massgebenden Stand der Technik, den zu bewertenden oder immanent zu erwartenden Erfindungen und einem möglichen Technologie-Import, alles quantitativ gut erfassbar, sowie den Bereich der Wirtschaft, der ebenfalls weitgehend quantitativ erfasst werden kann. Dem gegenüber steht der nur in Einzelfällen quantitativ, sonst nur qualitativ erfassbare Bereich der Gesellschaft mit vielfältigen Faktoren wie Politik, Recht, Sozialstrukturen, Wertstrukturen, der Psychologie, der Philosophie (speziell der Ethik)

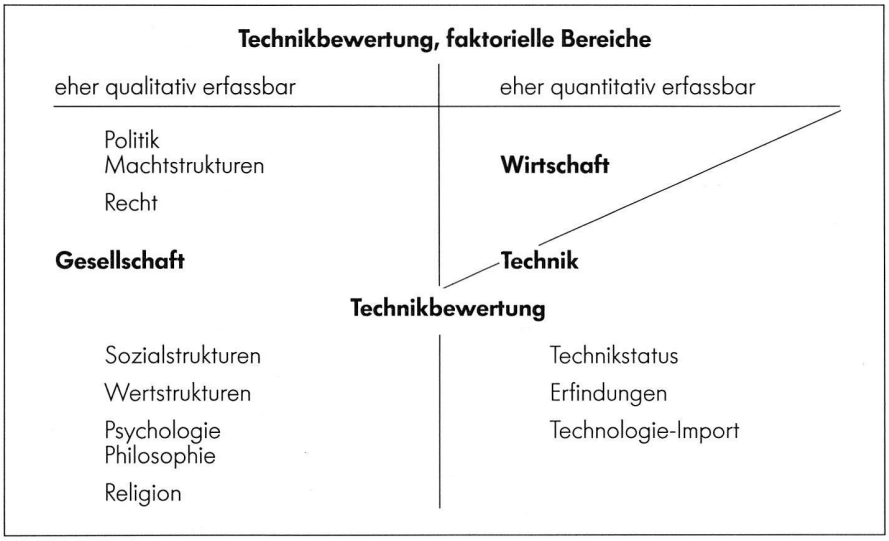

Bild 1: Faktorielle Bereiche der Technikbewertung

und nicht zuletzt der Religion. Welche Vorteile bietet nun hier die historische Methodik?

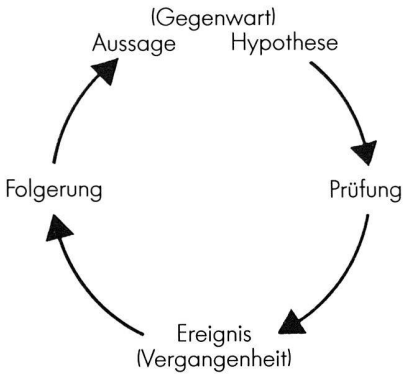

Bild 2a: Historische Methodik

Der Historiker befindet sich in der glücklichen Lage, seinen Beweis aufgrund eines abgeschlossenen Ereignisses zu führen, seine Beweisführung entspricht also einem geschlossenen Kreis (Bild 2a). Sie lässt sich auf geistige Vorgänge anwenden und erlaubt Übersichten über komplexe Vorgänge, auch wenn diese auf mehreren Ebenen stattfinden. Die historische Methode arbeitet sowohl mit quantitativen als auch mit qualitativen statistischen Aussagen, wobei allerdings die bei jeder Statistik hinsichtlich Datengewinnung und Interpretation gebotenen Vorsichtsmassnahmen zu berücksichtigen sind.

Diesen Vorzügen stehen (und dies sei als Warnung vor allzu optimistischen Schlussfolgerungen sehr betont) gewichtige Nachteile gegenüber (Bild 2b). Zum ersten ist jede auch noch so präzise Datierung lediglich die Bestätigung einer Momentaufnahme, lässt sich also nur im relativen Sinn für eine zeitliche Einordnung verwenden und ist für die Beschreibung eines Zustandes nur im übertragenen Sinne brauchbar. Dazu kommt, dass wegen der Definition des Zeitbegriffs als eines irreversiblen Vorgangs strenggenommen weder eine Projektion noch eine Iteration einer festgestellten Erscheinung oder Entwicklung möglich ist. Die Wiederholbarkeit im Sinne des naturwissenschaftlichen Experiments ist also ausgeschlossen. Am schwersten wirkt sich aber die Tatsache nachteilig aus, dass jede historische Aussage unvollständig, sehr eingeschränkt ist. Diese Einschränkungen sind die Folge

- der subjektiven Wertung oder Gewichtung der Vielzahl vorhandener

Historische Methodik

Vorteile	**Nachteile**
• Beweis ex eventu	• Datum immer Momentaufnahme
• geschlossene Beweisführung	• weder Projektion noch Iteration möglich (per definitionem ist der Zeitbegriff irreversibel)
• auf geistige Vorgänge anwendbar	• kein experimenteller Zugriff
• komplexe Übersichten möglich	• Einschränkungen als Folge von – subjektiver Wertung (Gewichtung) – Informationsverlust (Zerstörung der Zeugnisse; Quellenstruktur; Geheimhaltung; Vergessen; subjektiver Eklektizismus; usw. – beschränkter Aussagemöglichkeit über psychologische Phänomene
• quantitative und qualitative statistische Methoden anwendbar (mit Kautelen)	

Bild 2b: Historische Methodik

Informationen durch den Historiker, der sich selbst von den komplexen Einflüssen seiner Zeit und seiner Umgebung nicht befreien kann,

- eines in vielen Fällen ungeheuren Informationsverlustes, der mancherlei Ursachen hat: Im Laufe der Zeit werden sehr viele Zeugnisse zerstört; jede historische Quelle ist ihrerseits unvollständig; die Geheimhaltung lässt vieles verschweigen; das menschliche Vergessen darf nicht unterschätzt werden; eine grosse Rolle kommt dem subjektiven Eklektizismus zu usf.
- und der Tatsache, dass über psychologische Phänomene die Aussagemöglichkeiten rein sachlich als sehr beschränkt zu bezeichnen sind und in historischen Zusammenhängen oft nur durch Einfühlung erahnt werden können.

Bevor konkrete Beispiele genannt werden, sei noch zum Schluss des methodischen Teils auf vier für eine Technikbewertung wesentliche Faktoren kurz eingegangen, die in der bisherigen Literatur wohl genannt, aber noch zuwenig präzis definiert worden sind. Ihre Auswirkungen können positiv und/oder negativ sein. Wie so oft liegt das Problem in der fehlenden Quantifizierung (Bild 3).

Für eine Technikbewertung wesentliche, präziser zu definierende Faktoren:
(Auswirkungen jeweils positiv und/oder negativ)

Sachzwang	echt
	vermeintlich
Akzeptanz	«Trägheit» historisch/psychologisch
	Nutzwert/Vorteil konkurrent zu Schaden/Nachteil
	Neuigkeitswert («Mode», Trend)
Verletzlichkeit	im Wahrscheinlichkeitskalkül der Fehlerhäufigkeit (aber: Suggestion, Selbstbeeinflussung, Duplizität der Fälle usw. bedenken!)
	im Sinne des «risk assessment»
	im allgemeinsten Sinne einer «Entropie»
	Vorschlag für Quantifizierung:
	Verletzlichkeit $V = c\, m^{\log \frac{n}{p}}$
	c Wachstumsfaktor m Grösse im Umfeld (statistisch) n Anzahl Interdependenzen p Anzahl unabhängiger Basen (Träger)
Synergismus (positiv oder negativ)	quantitativ: – als direktes Produkt von n Teilelementen – mit Katalysatoreffekten dritter Elemente – mit wechselnder Intensität der Effekte

Bild 3: Für eine Technikbewertung wesentliche, präziser zu definierende Faktoren

Zunächst sei vom sog. «Sachzwang» die Rede. Oft entpuppt er sich als zwingend nur in der Folge einer Definition, einer vorgefassten Meinung und lässt sich durch Änderung der Definition oder Meinung leicht überwinden. Zu beachten ist aber in diesem Zusammenhang, dass ein religiöses Gebot oder ein gesellschaftliches Tabu einen echten Sachzwang darstellt. Gerade die Beurteilung von Rationalisierungsmassnahmen zum Beispiel ist nicht frei von vermeintlichen Sachzwängen, denn oft stehen mehrere Möglichkeiten parallel zur Auswahl, und ein mehr oder weniger subjektives Auswahlkriterium wird zum zwingenden Grund deklariert.

Damit ist die Überleitung zum nächsten, viel wichtigeren Begriff geschaffen, der Akzeptanz. Bei der Bewertung der Akzeptanz einer neuen Technologie sind drei mögliche Verhaltenskomplexe zu berücksichtigen, die jeweils vollständig verschieden gelagert sind. Ist eine klarere Einsicht in die jeweils vorhandenen Verhaltensmuster gegeben, lässt sich eine Quantifizierung (z. B. über die statistischen Daten der Bevölkerungsstruktur) leichter erreichen.

Im ersten Verhaltensmuster wird die menschliche Trägheit aktiv. Sie ist gekennzeichnet durch das Gefühl der Sicherheit, die dem bewährten Alten innewohnt und die im Gegensatz steht zum noch unbekannten Neuen, das Unsicherheit, ja Angst aufsteigen lässt. Das zweite Verhaltensmuster orientiert sich am Nutzwert, also am Vergleich des erwarteten Nutzens in Konkurrenz zum erwarteten Schaden oder Nachteil. Selbstverständlich wiegen auch hier subjektive, nicht quantitativ erfassbare Kriterien schwerer als nackte Zahlen. Überhaupt ist vor dem Trugschluss zu warnen, wonach quantitative Aussagen für einen Entscheid schwerer wögen als nur qualitative Gründe. Natürlich erscheint eine präzise Zahl glaubwürdiger als eine unbestimmte Aussage, aber gerade grosse Zahlen sind oft nicht mehr anschaulich genug, und bei gefühlsmässigen Entscheidungen tritt das Rationale in den Hintergrund.

Das dritte Verhaltensmuster steht im Gegensatz zum ersten; es umfasst eine vorwärts gerichtete Orientierung, die aber nur dann zum Tragen kommt, wenn sie ihre Bestätigung im Verhalten anderer findet. Gemeint ist der Neuigkeitswert, den wir in Begriffen wie «Mode», «Trend» usw. bestens kennen.

Sehr viel schwieriger sind die beiden nächsten Begriffe zu fassen. Die Verletzlichkeit einer neuen Technologie kann in drei voneinander verschiedenen Weisen beurteilt werden. Zunächst kann sie im Wahrscheinlichkeitskalkül als Fehlerhäufigkeit definiert werden; hier ist jedoch zu bedenken, dass im Verhalten des Menschen Suggestion und Autosuggestion eine bedeutende Rolle spielen und die Fehlerhäufigkeit im mathematischen Sinn bedeutend erhöhen.

Inwieweit das noch immer ungeklärte Phänomen der «Duplizität der Fälle» damit zusammenhängt, sei dahingestellt.

Wesentlich ungenauer quantifizierbar ist die Verletzlichkeit im Sinne eines «Risikominimums», das ebenfalls oft mit dem Fehlerhäufigkeitskalkül verbunden wird.

Schliesslich sei noch an die Interpretation der Verletzlichkeit im Sinne einer allgemeinen «Entropie» erinnert, wonach jedes komplexe Gebilde die Tendenz hat, einer niedrigeren Organisationsstufe zuzustreben. Eine allen Fällen gerecht werdende Klassifizierung zu finden ist nicht einfach. Da aber bekannt ist, dass die Verletzlichkeit im direkten Verhältnis zur Grösse eines Gebildes zunimmt und dass sie exponentiell zum Grad der Komplexität wächst, lässt sich die folgende Formel vorschlagen:

$$V = c\, m^{\log \frac{n}{p}}$$

Dabei sind c der Wachstumsfaktor und m die statistisch festzustellende Grösse im entsprechenden Umfeld; n bezeichnet die Anzahl der gegenseitigen Abhängigkeiten oder Wechselwirkungen innerhalb des komplexen Gebildes und p die Anzahl voneinander unabhängiger Elemente, aus denen das Gebilde besteht.

Noch schwieriger zu bewerten sind die Möglichkeiten von Synergismen. Wir können sie als direkte Funktion von n Teilelementen bestimmen, müssen aber auch mit Katalysatoreffekten dritter Elemente in nur schwer vorhersehbarer Grössenordnung rechnen. Weiter ist zu berücksichtigen, dass die Intensität der Effekte nicht unbedingt linear verlaufen muss, sondern in Grösse und Zeit Schwankungen unterliegen kann. In den meisten Fällen bleibt es also der Einschätzung, besser gesagt der Intuition des Forschers vorbehalten, die entsprechenden Folgerungen zu ziehen.

Gehen wir jetzt zur Historie zurück und betrachten wir einige Beispiele zur Einschätzung der Technik und der Technikfolgen bei Neuerungen, wie sie uns in der Vergangenheit vor Augen treten. Dabei sei eine Linie vom klassischen Altertum unserer europäischen Geschichte bis zur Moderne gezogen.

3. Geschichtliche Beispiele

3.1 Mythos und Legende

Durchaus im Sinne des genannten Ohnmachtsgefühls des Menschen gegenüber den Naturkräften finden wir in den verschiedensten Zeiten und Kulturen die Vorstellung von technischen Leistungen als Frevel an Gottheit und Natur, der zu bestrafen ist, oder zumindest einer Leistung, die nur mit Hilfe übernatürlicher Kräfte zustande gekommen ist. Die Aufzählung kann beginnen mit der Vergöttlichung des ersten urkundlich überlieferten Ingenieurs und Architekten des ägyptischen Alten Reiches, Imhotep, und kann mit den bekannten Mythen vom Turmbau zu Babel oder von Prometheus, der den Menschen das Feuer gebracht hat, und der Bestrafung der Menschheit durch die Büchse der Pandora oder durch die wohl bekannteste aller derartigen Legenden, der Geschichte von Dädalus und Ikarus, fortgesetzt werden[4]. Auch in der Zeit des Mittelalters und der Renaissance finden sich entsprechende Beispiele; man denke nur an das Ende des Alchemisten Faust, an Paracelsus oder an die Legende vom Bau der Teufelsbrücke am Gotthard[5].

Wie sehr die Vertreter einer technisch fortgeschrittenen Kultur mit Mächten ausserhalb des menschlichen Bereichs in Verbindung zu stehen scheinen, zeigen beispielhaft die vielen in der Zentralschweiz erzählten Sagen von den sogenannten «Venedigern»[6]. Auch unsere heutige Zeit ist nicht frei von derartigen Überlegungen, die vor einem religiösen Hintergrund den technischen Fortschritt ablehnen, wie es z. B. im fundamentalistischen Islam[7] oder bei den christlichen Amish Nordamerikas festzustellen ist.

3.2 Die Stellung der Technik im klassischen Altertum

Wenn wir vom schwankenden Grund der Mythen und Legenden auf den festen Boden gesicherter historischer Tatsachen zurückkehren, ist einmal mehr auf ein Missverständnis zurückzukommen, das den alten Griechen und Römern, die doch durchaus als grosstechnisch zu bezeichnende Leistungen vollbracht haben, Geringschätzung der Technik, ja Technikfeindlichkeit zuschreibt und damit die Erklärung dafür zu liefern versucht, dass die Technik des klassischen Altertums als sog. «blockiertes System» bezeichnet werden darf.

Die Wertung einer technischen Leistung ist im Gegenteil bei Griechen und Römern durchaus positiv; der Eindruck einer Zurücksetzung der Technik entsteht durch das in philosophischen Schriften klar fassbare Einordnen der Technik in die Gesellschaft im Sinne einer dienenden Funktion. Dazu kommt, dass die menschliche Technik aus in der Natur vorkommenden Techniken abgeleitet wird[8]. Daraus ist keine Ablehnung oder Geringschätzung, wohl aber ein Zurückstehen in der Reihenfolge der gesellschaftlichen Prioritäten abzuleiten.

Bestätigt wird dies z. B. durch die bekannte Schilderung des idealen Staates bei Plato[9]. Der Philosoph schildert darin die Grundbedürfnisse, die es bei der Gründung einer Stadt zu berücksichtigen gilt, und zählt als erstes die Beschaffung von Nahrung, als zweites die Beschaffung von Wohnung und als drittes die Beschaffung von Kleidern und ähnlichem auf. Anschliessend werden die Händler, die Künstler und die Krieger genannt, und über allen stehen die idealisierten «Wächter», denen die Leitung des Staates anvertraut ist. Daraus geht hervor, dass die Technik ein notwendiges, begrüssenswertes Mittel zur Befriedigung der Grundbedürfnisse darstellt, jedoch nicht als Voraussetzung, um eine höhere Stufe der Kultur zu erreichen, geschweige denn als Selbstzweck betrachtet werden darf.

In ähnlicher Weise spricht der römische Philosoph Cicero von der Technik. Wohl unterscheidet er «ehrbare Künste», zu denen er die Medizin, die Architektur und das Lehramt rechnet, von den «schmutzigen» Erwerbszweigen, zu denen er die Händler, die dem Vergnügen dienenden Dienstleistungen und alle Handwerker rechnet[10]. Ähnlich weist er

an anderer Stelle[11] darauf hin, dass der Mensch das Handwerk primär zur Befriedigung seiner elementaren Bedürfnisse benützt, von allen Lebewesen auf Erden aber als einziger weitergeschritten ist und mit seiner Technik gewissermassen eine zweite Natur geschaffen hat. Auch diese recht eindrückliche Wertschätzung des technischen Fortschritts ändert jedoch an der von den Griechen übernommenen Rangfolge der Prioritäten nichts. Die Technik bleibt helfende Dienerin des Menschen.

Doch genug der Theorie; für die Praxis der Technikbewertung ist jetzt ein Beispiel anzuführen. Es handelt sich dabei um ein Zitat aus dem Buche über den Landbau des Marcus Terentius Varro[12], das die Überlegungen zusammenfasst, die der Autor zum in seiner Zeit aktuellen Wechsel in der Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Güter macht. Das Problem besteht darin, dass die alte römische Art, einen Landwirtschaftsbetrieb als Familienbetrieb mit Hilfe von an sich dem Stand der Freien angehörenden Klienten zu bewirtschaften, einer neuen Form, dem Grossgrundbesitz, der in der Art der heutigen Farm mit Sklaven arbeitet, gegenübersteht. Deutlich gibt er der ersteren der beiden Wirtschaftsformen den Vorzug, weil nur so eine zweckgerichtete Auswahl der Arbeitskräfte möglich sei. Die Sklavenwirtschaft hingegen sei als risikoreicher einzustufen, weil sie vollständig vom Führergeschick und vom Können der notwendigen Aufseher und Vorarbeiter abhänge und weil die Gefahr bestehe, dass sich die Sklaven untereinander zerstreiten oder aber gegen ihren Herrn auflehnen. Im Anschluss daran folgt eine Diskussion der Berechnung der zur Bewirtschaftung einer Farm notwendigen Arbeitskräfte und Zugtiere. Hier interessiert jedoch allein die Art der Bewertung. Im Vordergrund steht die Maximierung des Nutzens; die gesellschaftlichen Aspekte werden aber nicht etwa vernachlässigt, sondern treten im Gegenteil als ausschlaggebend hervor. Die unbedingte Verfügbarkeit der Sklaven wird durch die Gefahren der sozialen Konflikte in Frage gestellt; ebenso ist die Abhängigkeit von einem Kader der komplexen Interdependenzen wegen eher negativ bewertet als die altüberlieferte Gewalt eines Pater Familias gegenüber den ihm persönlich verpflichteten Lohnarbeitern.

3.3 Technikbewertung in den Anfängen der Industrialisierung

Für unsere Fragestellung weit interessanter sind Zeugnisse aus der Zeit der beginnenden Technisierung und Industrialisierung unserer europäischen Gesellschaft, weil sie die Neuorientierung als Folge eines raschen technischen Fortschritts mit einbeziehen, was weder für das klassische Altertum noch für das frühe Mittelalter in ähnlichem Masse zutrifft.

Bild 4: Agricola, De re metallica, Basel, 1556, 8. Buch, Bach und Graben

Als Ausgangspunkt wählen wir – auch dem Orte dieser Tagung entsprechend – das so oft zitierte Werk des Georg Agricola «De re metallica»[13] (Bild 4). An zwei Stellen spricht der Autor von Technikfolgen. Im ersten Buch setzt sich Agricola mit den Gegnern des Bergbaus auseinander. Als deren Argumente führt er u. a. an: «Durch das Schürfen nach Erz werden die Felder verwüstet; deshalb ist einst in Italien durch ein Gesetz dafür gesorgt worden, dass niemand um der Erze willen die Erde aufgrabe und jene überaus fruchtbaren Gefilde und die Wein- und Obstbaumpflanzungen verderbe. Wälder und Haine werden umgehauen; denn man bedarf zahlloser Hölzer für die Gebäude und das Gezeug sowie um die Erze zu schmelzen. Durch das Niederlegen der Wälder und Haine aber werden die Vögel und anderen Tiere ausgerottet, von denen sehr viele den Menschen als feine und angenehme Speise dienen. Die Erze werden gewaschen; durch dieses Waschen aber werden, weil es die Bäche und Flüsse vergiftet, die Fische entweder aus ihnen vertrieben oder getötet...» Dem stellt der Autor seine Überzeugung entgegen, die Natur, also Gott, habe die Metalle zum Nutzen des Menschen geschaffen, und eine völlige Ablehnung des Bergbaus wäre also dem Willen Gottes zuwider, und man brauche nur den vielfältigen Gebrauch des Eisens bei praktisch allen Verrichtungen der Technik anzusehen, um sich von der Unentbehrlichkeit des Berg-

baus zu überzeugen. Von der Möglichkeit einer Übernutzung der Natur spricht er begreiflicherweise nicht; diese Gefahr wird erst späteren Generationen bewusst.

Im sechsten Buch kommt der Autor auf die Unglücksfälle und Krankheiten der Bergleute zu sprechen. Dabei legt er besonderen Wert auf die Prophylaxe und betont, wie wichtig es sei, für die Nachfahren schriftliche Aufzeichnungen über z. B. die Gründe zu hinterlassen, die zur Aufgabe einer Grube geführt hätten. Von einer Technikbewertung im modernen Sinne ist die Argumentation nicht so weit entfernt, wie es auf den ersten Blick erscheinen mag. Gemeinsam ist die Haltung einem «Restrisiko» gegenüber, das unvermeidlich einzugehen sei, und die auch religiös abgestützte Zuversicht, der Mensch sei befugt und fähig, die Natur zu seinen Gunsten zu nutzen.

Sodann sei das wohl berühmteste Schulbuch der Zeit unmittelbar vor der Industrialisierung erwähnt, der «Orbis sensualium pictus» des Johann Amos Comenius[14] (Bilder 5 und 6). Die damalige Technik ist darin als selbstverständlich dargestellt und umfasst auch neue Entwicklungen, ohne dass speziell auf einen «Fortschritt» hingewiesen würde. Mit dem 18. Jh. endet diese technikgeschichtlich «heile Welt», und man wird deren Unvollkommenheit gewahr. Neue Lösungen werden gesucht, und in diesem Zusammenhang finden wir die ersten Berichte und Untersuchungen, welche als eine Art moderner Technikbewertung bezeichnet werden dürfen. Das erste Beispiel betrifft eines der wichtigsten Probleme der Papiermanufaktur[15].

Es geht dabei um die Knappheit an Hadern, dem einzigen damals verfügbaren Rohstoff der Papierherstellung. Immer wieder waren Versuche unternommen worden, Ersatzstoffe heranzuziehen; sie gelangen jedoch nur in kleinstem Massstab. Am bekanntesten sind die 1765 erstmals veröffentlichten Versuche des Jacob Christian Schäffer in Regensburg, der zu Recht als der Pionier der pflanzlichen Hadern-Ersatzstoffe genannt wird.

Um den Beweis für die grosstechnische Eignung des von ihm erfundenen Verfahrens für den Einsatz von Pflanzenfasern in der Papiermacherei anzutreten, trat Léorier Delisle, Direktor der Papiermanufaktur von Montargis, 1786 mit dem Büchlein «Les Œuvres de Marquis de Villette» an die Öffentlichkeit, das er in je 50 Exemplaren auf Lindenbast- und auf Eibischpapier drucken liess (Bild 7). Unterstützt wurde der Druck technisch von Anisson-Duperron, dem Direktor der Imprimerie Royale, und finanziell vom Marquis de Villette, der sich schmeichelte, seine Werke gedruckt zu sehen. Léorier Delisle erhob damit den Anspruch, als erster eine brauchbare Lösung für das Ersatzstoffproblem aufgezeigt zu haben, die über die Herstellung einzelner Versuchsblätter hinausgehe und die Eignung für den Einsatz in der handwerklich-industriellen Praxis nachvollziehbar dartue. Die Prüfung des neuen Verfahrens und der Resultate übernahm auf Antrag Anisson-Duperrons die Académie des Sciences in Paris; sie beauftragte die drei Chemiker Lavoisier, Sage und Berthollet mit der Berichterstattung. Aus dem Expertenbericht, verfasst von Claude Louis Graf Berthollet, dem Erfinder der Chlorbleiche, sei zitiert:
«Im Gegensatz zu den Versuchen des Herrn Schäffer sind die Papiere des Herrn Delisle biegsamer, von angenehmerem Griff, von angenehmerer Eigenfarbe und entsprechen mehr den Rohmaterialien, aus denen sie gefertigt sind. Herr Delisle versichert, in der Stoffzusammensetzung keinerlei fremde Materialien benützt zu haben. Diese Ausführungen können die Verdienste der Arbeiten des Herrn Schäffer keinesfalls schmälern, dem die Erfindung mit Recht zugehört; unser Ziel ist, klar zu machen, was Herr Delisle dieser Erfindung weiter beigefügt hat, und wir möchten untersuchen, welchen Nutzen man aus seinen Forschungen ziehen kann (Bild 8).

Es ist unwahrscheinlich, dass man die Papiere des Herrn Delisle als Er-

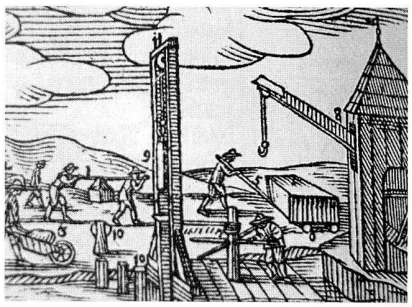

Bild 5: Comenius op. cit., LXV «machinae»

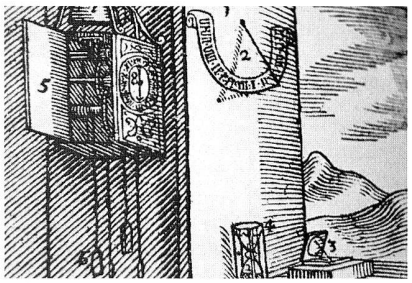

Bild 6: Comenius op. cit., LXXVII «horologia»

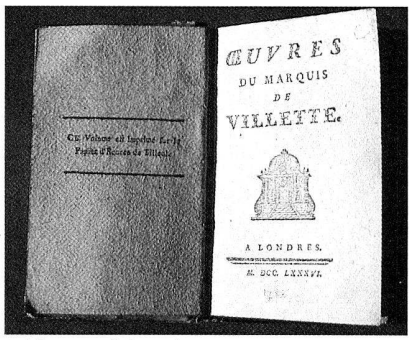

Bild 7: Titelblatt der «Œuvres du Marquis de Villette»

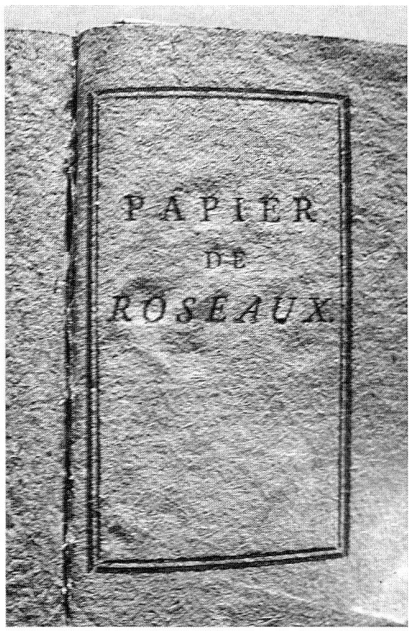

Bild 8: Papiermuster aus den «Œuvres du Marquis de Villette»

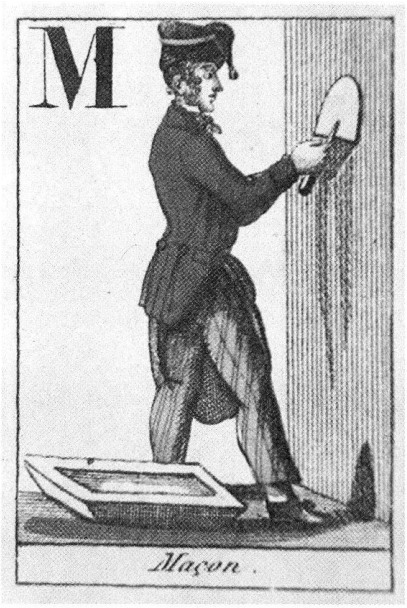

Bild 9: Maurergeselle, aus: Alphabet des métiers, ed. Le Doyen, Paris, um 1830

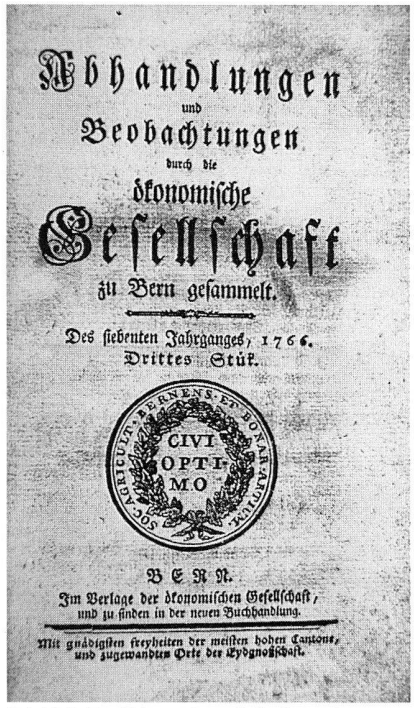

Bild 10: Titelblatt der «Schriften der ökonom. Gesellschaft zu Bern»

satz für das weisse Lumpenpapier im Buchdruck oder für handschriftliche Dokumente heranziehen kann. Immerhin ist das Eibisch-Muster neben einigen wenigen anderen durchaus für den praktischen Gebrauch tauglich, wie man aus dem vorgelegten Büchlein, das auf derartigem Papier gedruckt ist, ersehen kann. Für die Innenausstattung hingegen, wo sehr viele Hadern verwendet werden, dürften die Papiere des Herrn Delisle von wirklichem Nutzen sein; sie besitzen eine natürliche Farbe, die viel echter ist als die Farben, die man als Grundierung für Zeichnungen und Ornamente, die darauf aufgebracht werden sollen, aufbringen würde. Um ein absolut sicheres Urteil über die Vorteile des neuen Fabrikationsverfahrens zu gewinnen, müsste man die Herstellungskosten dieser neuen Papiere mit den Kosten für Hadernpapier vergleichen. Herr Delisle hat aber bisher erst kleinere Partien dieser neuen Papiere hergestellt, so dass ein Vergleich noch nicht statthaft wäre.»

Interessant ist zu sehen, dass ausschliesslich die Frage der Eignung und die Frage der Wirtschaftlichkeit als Kriterien für die Bewertung der Erfindung herangezogen worden sind. Die damals in der Papiermanufaktur neben dem Hadernmangel anstehenden Arbeitsprobleme, beruhend auf Arbeitskonflikten wegen überspitzter Anwendung der dem damaligen engen Zunftkreis entsprechenden «Gebräuche des löblichen Papiermacherhandwerks», werden mit keinem Wort erwähnt (Bild 9), obwohl sie mit den Anstoss zur Erfindung von Papiermaschinen gegeben haben, welche eine Produktion unabhängig von den Handwerkszänkereien der gelernten Gesellen erlauben sollten. Auch über mögliche Folgen einer durch die Erfindung ermöglichten bedeutenden Vergrösserung der Papierproduktion machte man sich keine Gedanken. Dabei wird aus anderen Quellen klar, dass die Problematik von Arbeitskonflikten, Zunftgeist, aber auch Grossproduktion durchaus erkannt war und auch diskutiert wurde[16]. Als eindrückliche Beispiele für die Diskussion im 18. Jh. im Zusammenhang mit den Anfängen der Industrialisierung seien zwei Preisschriften der Ökonomischen Gesellschaft zu Bern herangezogen (Bild 10). Die erste, veröffentlicht 1766, stammt aus der Feder von A. Pagan, Sekretär der Ökonomischen Gesellschaft zu Nidau, und trägt den bezeichnenden Titel: «Von den Ursachen des Verfalls des Nahrungsstandes in den Städten». Die Gedankengänge des Autors werden schon allein aus den Titeln der einzelnen Kapitel klar, die in der Reihenfolge des Originals zitiert werden:

«Erster Teil: Von dem Verfall der Künste und Handwerke in den Städten. Erste Ursache: der Verfall des Landbaus; zweite Ursache: der Verfall der Handelschaft; dritte Ursache: die Entvölkerung der Städte; vierte Ursache: die schlechte Erziehung des Handwerkers in Absicht auf seinen Stand; fünfte Ursache: Pracht und Verdorbenheit der Sitten; sechste Ursache: Vorurteile der Ehrsucht und die daraus entstehende Verachtung des Handwerkers; siebente Ursache: häufige Almosen, eine Quelle der Nachlässigkeiten des Leichtsinns; achte Ursache: die Missbräuche der Innungen und Zünfte; neunte Ursache: der Mangel an Polizei bei einigen Handwerken; zehnte Ursache: die Monopolien; elfte Ursache: die Polypolien; zwölfte Ursache: die Handwerker in den Dörfern.

Zweiter Teil: Von den Mitteln wider den Verfall der Städte. Erstes Mittel: die Aufmunterung des Landbaues; zweites Mittel: die Aufmunterung der Handelschaft; drittes Mittel: die Wiederbevölkerung der Städte; viertes Mittel: die Erziehung des Landvolkes; fünftes Mittel: die Angewöhnung einer sparsameren Lebensart; sechstes Mittel: Verbesserung der Handwerksstatuten; siebentes Mittel: die Achtung für den Handwerkerstand; achtes Mittel: Armen- und Arbeitshäuser; neuntes Mittel: Handlungsgesellschaften; zehntes Mittel: die Ausbreitung nützlicher Erfindungen.»

Von dem klar hervortretenden Gedankengut der vom Merkantilismus geprägten Aufklärung und der für den Kanton Bern nicht anders zu erwartenden besonderen Wertschätzung der Landwirtschaft interessieren doch die Aussagen, welche das damals beginnende Fabrikwesen

betreffen, besonders. Der entsprechende Passus lautet (S. 190ff.): «Da gewisse Unternehmungen in Handlungssachen und Fabriken die Kräfte einzelner Menschen übersteigen, da es Waghälse gibt, die mit entlehntem Gelde grosse Unternehmungen anfangen, und sowohl sich selbst als auch andere in grosse Gefahr setzen, so würde es wohl getan sein, wenn für jede Fabrik und für jede Unternehmung in einer Stadt ganze Gesellschaften errichtet und ihr Fonds in eine gehörige Anzahl Aktien geteilet würde, woran jedermann teilnehmen könnte. Eine solche Gesellschaft würde immer oder doch länger dauern als das Leben einzelner Unternehmer. Sie würde mehr Kredit haben. Die Arbeiter dürften keine Fallimenter besorgen, wie bei einzelnen Unternehmern. Wer sich daraus begeben wollte, könnte es mittels Verkaufung seiner Aktien aller Augenblicke tun. Eine solche Gesellschaft würde insonderheit die Ausfuhr unserer verarbeiteten Waren im Grossen befördern und noch weit grössere Unternehmungen wagen dürfen als einzelne Handelsleute und würde damit unzählig vielen Menschen Arbeit und Nahrung verschaffen. Man siehe zwar dergleichen grosse Gesellschaften in einem Reiche als schädliche Monopolia an; und in der Tat würden sie es sein, wenn man ihnen ein ausschliessendes Recht erteilen würde zu handeln, indem da leicht ein Reicher alle Aktien an sich erhandeln und sich damit zum Meister der Handlung machen könnte. Wenn man aber die Vorsicht braucht zu bestimmen, wie viele Aktien einer besitzen möge, folglich diese Handlung in die Hände vieler Teilnehmer fallet, so höret auf ein Monopolium zu sein. Selbst der Handwerker kann neben seiner Arbeit teil daran haben. Desgleichen die Landwirte, so dass, wenn diese ihre Waren schon im Preise heruntersetzen müssten, sie doch mit ihren Aktien wieder gewinnen könnten, mit ihnen einen Vorteil dabei haben, das Aufnehmen des Vertriebes zu begünstigen. Wie gross würde zum Exempel der Nutzen für die gesamten Feuerarbeiter sein, wenn in unserem Lande die Bergwerke und unser Weinhandel im Grossen solchen Gesellschaften anvertrauet würden? Eine Gesellschaft, die mit vereinten Kräften arbeiten wird, kann einen Zweig der Industrie erheben und blühend machen. Einzeln aber liegt solche immerhin zu Boden.»

Diese Stelle zeigt, dass die Fabrik im Sinne einer Vertriebs- und Handelsgesellschaft gesehen wird, welche zusätzliche Arbeitsplätze schafft und durch die Verteilung von Besitz und Gewinn auf breitere Schichten zur Vermehrung des Wohlstandes der Bevölkerung beitragen kann. Ihr Hauptvorteil wird in der breiten Verteilung des Risikos und in der Äufnung grosser Kapitalien für Unternehmungen, welche die finanziellen Kräfte eines einzelnen übersteigen, gesehen. Das angeführte Beispiel der Bergwerke lässt erkennen, dass an eine fabrikmässige Massenproduktion von Waren im heutigen Sinn überhaupt nicht gedacht woren ist. Auch wenn an anderer Stelle die Vorteile einer Arbeitsteilung im Zusammenhang mit der Uhrenindustrie, die damals im Verlagssystem arbeitete, als positiv herausgestellt werden, so ist nie und nimmer von einer möglichen Konkurrenzierung des Handwerks die Rede. Ob eine solche Folge geahnt wurde, lässt sich aus den vorhandenen Quellen der Verhandlungen dieser Gesellschaft nicht ausmachen; jedenfalls stellte sie im merkantilistischen Einmaleins keine grosse Gefahr dar, weil sie durch die vorgeschlagene Streuung des Aktienbesitzes, an dem auch Handwerker und Bauern teilhaben sollten, und die an anderer Stelle befürwortete Prüfung und Entwicklung neuer Erfindungen durch die zu reformierenden Zünfte gebannt schien.

1767 erschien als weitere Abhandlung der Ökonomischen Gesellschaft, gewissermassen im Anschluss an die eben zitierte Schrift, der Traktat von G. S. Gruner «Wie einerseits die Bergwerke in unserem Kanton in Aufnahme zu bringen, andererseits Vorsorge getan werden, dass die unvorsichtigen Unternehmer sich nicht zu Grunde richten». Gruner geht dabei vom Autarkiedenken aus und legt ein Verzeichnis von Mineralfundstellen im Kanton Bern vor, nicht ohne den Nutzen der Bergwerkstätigkeit im Ausland und speziell in den anderen Gebieten der Schweiz hervorzuheben. Als problematisch stellt er die Beschaffung des notwen-

digen beträchtlichen Risikokapitals dar sowie den Mangel an gut ausgebildeten Fachleuten. Für unsere Fragestellung wesentlich ist aber die Stelle, in der Gruner auf die ökologischen Aspekte des Holzschlags zu sprechen kommt. Seine Antwort ist recht einfach: «Alle unsere Erze befinden sich in den oberländischen Gebirgen. Daselbst nun steht Holz aller Orten in der Menge, und soviel, dass an vielen Orten kaum der halbe Teil davon überhaupt gerechnet, genutzt wird, sondern oft ungenutzt verfault.

Gesetzt auch, es werde an einem Orte ein Bergwerk angehoben, wo keine Aussicht für genugsames Holz auf viele Jahre vorhanden ist: so ist es am Unternehmer dafür zu sorgen, wo er es hernehmen wolle. Weder die hochobrigkeitlichen noch die denen Gemeinden zugehörigen Waldungen daselbst sollen dabei leiden, doch ihm seinen Mangel ergänzen. Sieht er für geraume Jahre nicht genug Holz vor sich, so wird ihm oblegen sein, solches anzupflanzen.» Sodann wird auf die Möglichkeiten hingewiesen, Holzkohle einzuführen oder Torf und Steinkohle zu verwenden. Auch das Verhütten des Erzes an einem holzreichen Ort, der vom Bergwerk weit entfernt sein kann, wird genannt. Das Problem der Übernutzung der Wälder erscheint Gruner so wichtig, dass er es unternimmt, anhand einer Verbrauchsrechnung darzulegen, dass beim gegenwärtigen Holzschlag der Landwirtschaft etwa ⅔ des Holzes verschwendet werde, was die Neuansiedlung von Bergwerken bei weitem sichere.

Dies setzt natürlich eine dirigierte Wirtschaft voraus, wie sie dem Ancien Régime durchaus entspricht. Und in dieses Bild passt auch die finanzpolitische Überlegung, dass sogar bei der Bildung einer Aktiengesellschaft nicht genug Kapital zusammenkommen könne, um ein Bergwerk richtig aufzubauen, so dass nur der Staat als Besitzer und Kapitalgeber in Frage käme. Kein Wort von möglichen sozialen Folgen wie Ansiedlung von Knappendörfern u. dgl.; derlei Überlegungen kommen angesichts der Bedeutung der Schaffung neuer Arbeitsplätze für die relativ rasch wachsende Bevölkerung und der landläufigen Vorstellungen über staatliche Regelung des Arbeitsmarktes mit Zuweisung von Arbeiten offenbar gar nicht auf.

Mit der Einführung von Manufakturen in grossem Stil wurde die Schweiz in der zweiten Hälfte des 18. Jh. zu einer der industrialisiertesten Nationen Europas. Dieser «Vorteil der ersten Stunde» erschien allerdings durch die Exportabhängigkeit und durch den Aufbau der Industrie bei einem grossen Nachbarstaat als gefährdet. Erst als diese Bedrohung der Wirtschaft spürbar wurde, besann man sich auch auf die sozialen Aspekte und beklagte die negativen Entwicklungen. Zwei Zitate mögen genügen. In seiner Preisschrift über das Armenwesen im Kanton Bern[17] gibt Karl Albrecht Stapfer von Münsingen 1782 den «Übel angebrachten und nachteiligen Fabriken und Manufakturen», die der Landwirtschaft die notwendigen Hilfskräfte entziehen, die Schuld: «Die Unternehmer der Fabriken brüsten sich zwar und sagen: Wir beschäftigen so und soviel hundert Hände und geben jährlich so und soviel an Arbeitslöhnen aus; aber sie sagen nicht, dass diese Arbeitslöhne so gering wie möglich sind und dass nur sie reich werden, hingegen alle ihre Arbeiter immer arm bleiben.» Im Gegensatz zu dieser Sicht der Dinge weist der Textilfabrikant Jakob Lorenz Kuster in Rheineck 1806 darauf hin[18], dass der durch die Einführung der Manufakturen und Fabriken begründete, bedeutende Zuwachs des Bruttosozialproduktes, wie wir heute sagen würden, speziell auch den unteren Bevölkerungsschichten zugute gekommen ist, jedoch sehr nachteilige Folgen gezeitigt hat:

«Aber ebenso wahr ist es, dass sich durch den Einfluss des wachsenden Wohlstandes die Bevölkerung in mehreren Gegenden auf einen Grad aufgehäuft hat, der im auffallensten Missverhältnis mit den Produkten des Bodens steht; das leichtsinnige Heiraten im Vertrauen auf leichten Erwerb eine unmittelbare Wirkung davon war; dass gegen Einen, der sich emporgeschwungen, zwanzig Andere von einem Tag zum den

andern wie der Vogel in der Luft leben, und bei jeder auch nur kurzen Stockung dem Bettel, Mangel und Elend oder den Bedrückungen hartherziger Spekulanten preisgegeben sind... Nicht weniger verderblich waren jene goldenen Zeiten, wenn man sie so nennen will, für die häusliche Erziehung und den Unterricht junger Leute. Nicht bloss wurden die Kinder an vielen Orten einer verweichlichten üppigen Lebensart gewohnt, sondern sie wurden, sobald sie nur am Spinnrad sitzen oder in Druckereien etwas helfen konnten, der Schule entzogen, um ein paar Kreuzer täglich zu verdienen. Vom 7. und 8. Jahr an genossen sie fast keinen Unterricht mehr, und so ging es bis ins 14. und 15. Jahr, da sie ihr Brot selbst verdienen konnten, und dann arbeiteten viele auf ihre eigene Hand, zahlten den Eltern Kostgeld oder wenn es ihnen dort nicht gefiel, gingen sie in andere Häuser.»

Im übrigen entsteht gerade in jener Zeit, spürbar vor allem in populären Schriften, der heute so sehr kritisierte bewundernde Glaube an den technischen Fortschritt. Wiederum mögen zwei Beispiele genügen, diesmal aus der literarischen Welt. Zunächst sei aus dem «Schatzkästlein des rheinischen Hausfreundes», den Lesestücken des Badischen Landkalenders, herausgegeben und zum grössten Teil verfasst von Johann Peter Hebel, ein Beitrag aus dem Jahr 1815 zitiert mit dem Titel «Geschwinde Fertigung». Geschildert wird die gelungene Wette eines sächsischen Tuchfabrikanten, am Abend eines Werktags ein Kleid ausliefern zu können, dessen Wolle erst am Morgen desselben Tages geschoren worden war. Hebel gibt für seinen geneigten Leser einen Kommentar im Sinne des Assessment bei. Er lautet: «Vielleicht wills noch nicht jedermann recht glauben. Aber merke: erstlich: alles was durch Maschinen gearbeitet werden kann, geht gar viel geschwinder als durch des Menschen Hände. Eben das wollte der Herr Wagner recht ins Licht setzen. Zweitens: alles war vorher bestellt und zugerichtet. Eine Hand wartete auf die andere. Drittens: an jeder Arbeit schafften soviele Hände als möglich war und Platz hatten. Viertens: wenig Ware ist geschwinder verarbeitet als viele. Keine Hand ist so flink und keine Maschine so künstlich, dass sie in der nämlichen Zeit 100 Ellen fertigen und verarbeiten könnte, welche sie zu Einer nötig hat. Fünftens: Es ging alles bedächtig und mit der gehörigen Langsamkeit vonstatten. Man darf nie weniger geschwind tun, wenn etwas geschehen soll, als wenn man auf die Stunde einhalten will. Merke: Es ist bei allem doch ein teures Röcklein geworden.»
Mit der Feststellung, dass es sich dabei um einen Ausnahmefall gehandelt hat, relativiert Hebel den Fortschritt. Ebenso gibt er deutlich zu verstehen, dass er immer noch im Banne der Manufaktur steht, und er weist die – damals bereits diskutierten – Überlegungen, die auf den Bau grosstechnologischer Anlagen hinzielen, entschieden zurück. Damit steht er nicht allein. Erst die zweite Hälfte des 19. Jh. hat – gipfelnd z. B. im Bau von Gotthardtunnel, Suezkanal oder der Titanic – die entsprechende geistige Entwicklung hervorgebracht.

Das nächste Beispiel (Bild 11) aus der Schweiz entnehme ich dem Roman von Jeremias Gotthelf «Die Käserei in der Vehfreude». Im Zusammenhang mit der Intensivierung der Landwirtschaft als Folge der Abkehr von der Dreifelderwirtschaft kommt er im zweiten Kapitel auf die Einrichtung der Talkäsereien zu sprechen. Nach dem Lob der Talkäsereien, welche nach anfänglichen Schwierigkeiten einen guten zusätzlichen Gewinn versprachen, kommt er auf die Problematik zu sprechen: «Die Schwierigkeiten liegen also nicht in äusserlichen Dingen, nicht im Mangel des Stoffes und des Personals, die Schwierigkeiten liegen im Inwendigen.» Ausführlich werden nun die sozialen und psychologischen Folgen des Wechsels von individueller Milchwirtschaft auf jedem einzelnen Hof zur Milchgenossenschaft dargestellt. Das gegenseitige Misstrauen der Genossenschafter, die Ehrlichkeit des Sennen in seiner Geschäftsführung, der Verlust einer Einnahmequelle für die Bäuerin und die dadurch entstehenden Folgen für ihre Stellung in der Familie und auch für die Erfüllung ihrer sozialen Aufgaben und die Folgen der veränderten

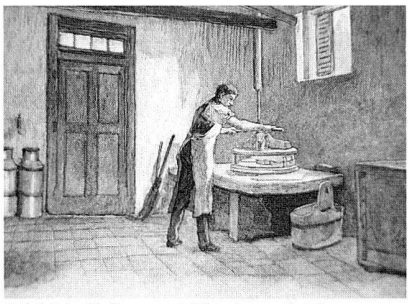

Bild 11: Talkäserei (Stich nach Skizze von A. Anker in: Jeremias Gotthelfs ausgewählte Werke, Neue illustrierte Volksausgabe, F. Zahn, Neuenburg)

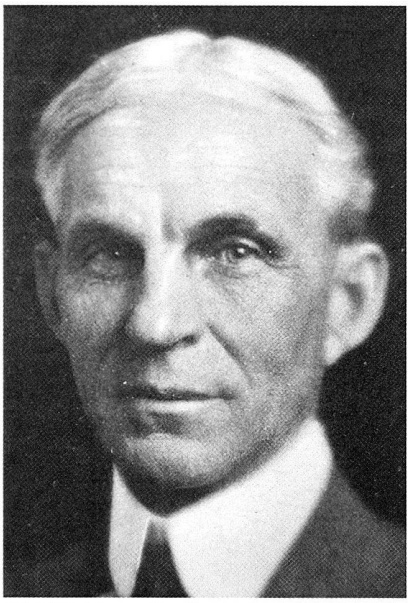

Bild 12: Henry Ford

Zahlungsweise, der ein- bis zweimal jährlichen Auszahlung bedeutender Summen an den Mann anstelle von regelmässigen, über das Jahr verteilten, an beide Ehegatten gehenden Einkünfte, werden in der Folge drastisch geschildert und liefern den Stoff für das meisterhafte, bunte Gewebe der Erzählung. Obschon es sich hier um einen Roman handelt, so stechen die Qualität und der Realismus des Assessment wohltuend ab von der Vielzahl der gleichzeitigen Utopien, vorwiegend aus sozialistischer Feder, die zwar von der aktuellen Realität ausgehen, sich jedoch in völlig weltfremden Gedankengebäuden verlieren.

Zum Schluss dieser Beispielreihe sei kein Geringerer als Henry Ford zitiert, der in seinen Memoiren[19] auf die Problematik der Fliessbandarbeit eingeht (Bild 12). Er vergisst dabei nicht, neben der rein technisch-wirtschaftlichen auch die soziale und philosophische Seite zu berücksichtigen. In der ihm eigenen Diktion des Selfmademan führt er auf: «Was unserer Generation mangelt, ist der tiefe Glaube, die innerste Überzeugung von der notwendigen Wirksamkeit von Rechtschaffenheit, Gerechtigkeit und Menschlichkeit in der Industrie. Gelingt es uns nicht, diese Eigenschaften in die Industrie zu tragen, dann wäre es besser, es gäbe keine Industrie. Ja, die Tage der Industrie sind gezählt, wenn wir diesen Ideen nicht zur Macht verhelfen. Das aber lässt sich sehr wohl erreichen – ja, wir sind bereits auf dem besten Weg dazu.
Ist ein Mann ausserstande seinen Lebensunterhalt ohne Hilfe einer Maschine zu verdienen, ist es nun recht, ihm die Maschine zu entziehen, nur weil deren Bedienung eintönig ist? Sollen wir ihn lieber verhungern lassen? Ist es nicht besser, ihm zu einem anständigen Leben zu verhelfen? Kann der Hunger einen Menschen glücklicher machen? Wird aber die Maschine nicht bis zu ihrer völligen Leistungsfähigkeit ausgenutzt und trägt sie trotzdem zum Wohlbefinden des Arbeiters bei, müsste sich sein Wohlstand dann nicht um ein beträchtliches vermehren, wenn er noch mehr produzierte und folglich auch eine grössere Menge von Gütern als Gegenwert erhielte? Ich habe bisher nicht finden können, dass repetitive Arbeit den Menschen schädigt. Salon-Experten haben mir zwar wiederholt versichert, dass repetitive Arbeit auf Körper und Seele zerstörend wirkt, unsere Untersuchungen widersprechen dem jedoch . . . Trotzdem liegt die Vermutung nahe, dass die Ausübung ein und derselben Bewegung acht Stunden am Tage abnorme Wirkungen auf den Körper ausüben muss; wir haben dies jedoch in keinem einzigen Fall konstatieren können. Auf Wunsch werden unsere Leute regelmässig versetzt; es wäre eine Kleinigkeit, dies überall durchzuführen, wenn nur die Leute dazu bereit wären . . . Selbst die gründlichsten Untersuchungen haben in keinem einzigen Fall eine deformierende oder abtötende Wirkung auf Körper oder Geist gezeigt . . . Wir erwarten von den Leuten, dass sie tun, was ihnen gesagt wird . . . Ohne die strengste Disziplin würde völliges Chaos herrschen: meiner Meinung nach darf es in den industriellen Betrieben auch gar nicht anders sein. Die Leute sind dazu da, um gegen einen möglichst hohen Lohn eine möglichst grosse Menge Arbeit zu schaffen. Wollte man jeden seine Wege gehen lassen, so würde die Produktion und somit auch der Lohn darunter leiden.»

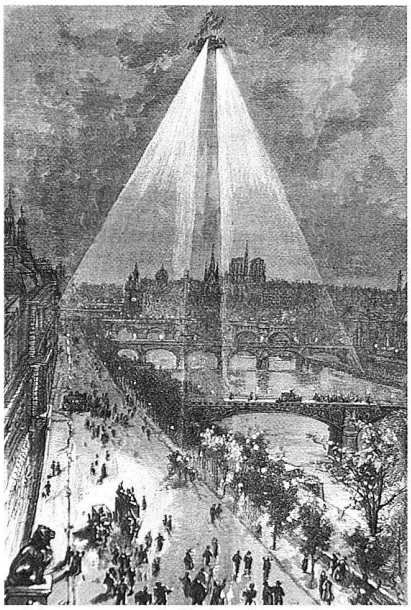

Bild 13: Raumschiff über Paris; Stich aus Jules Verne, Robur le Conquérant, Paris 1886, S. 117, von L. Bennett

Die eben gehörte einfache Argumentation des «Tue recht und scheue niemand» bildet in ihrer Simplizität den Hintergrund zum Eingehen auf die nach all den genannten Beispielen immer brennender werdende Frage, mit welcher Methodik denn der Komplexität eines Assessment beizukommen sei (Bild 13).

4. Der Einbezug von Psychologie und Philosophie

Dass Natur, menschliche Psyche und das vom Menschen Geschaffene, also auch die Technik, zusammenhängen, ist eine sehr alte Erkenntnis. Bereits die Kabbalisten[20] (Bild 14) sehen den Menschen und seine Werke als Teile der Natur, eines untrennbaren Ganzen. Die Grundidee ihrer spekulativen, mystischen Ansichten und Methoden besticht: Der

Mensch im göttlichen Kosmos besitzt die Fähigkeit, durch die Kraft des göttlichen Wortes und der Schrift wundersame Dinge zu schaffen. Am bekanntesten sind die Erzählungen von der Erschaffung eines künstlichen Menschen, des Golem.

Mit ganz anderem Ausgangspunkt geht der grosse Psychologe und Psychiater C. G. Jung an dieses Problem heran. Ihm geht es darum, die manifest vorhandene geistige Welt der Seele, die sich der Kausalität entzieht, mit der Welt der Naturwissenschaften in einem Modell zu vereinen, das den allgemeinen Gesetzmässigkeiten beider Klassen gerecht zu werden vermag. In Zusammenarbeit mit dem Physik-Nobelpreisträger Wolfgang Pauli versuchte er in seiner berühmten Abhandlung «Synchronizität als ein Prinzip akausaler Zusammenhänge»[21] ein Schema zu entwerfen (Bild 15), das die Grundelemente der Einsteinschen Relativitätstheorie mit den in der Psychologie beobachteten Phänomenen in Einklang zu setzen suchte. Für die hier zur Diskussion stehende Technikbewertung ist dieser Versuch insofern von grosser Bedeutung, als er eine Deutung der in der Geschichte von Vergangenheit und Gegenwart immer wieder feststellbaren, irrationalen Entwicklung der Technikkenntnisse und der Einstellung zur Technik erlaubt, die über das hinausgeht, was man allgemein von einer historischen Analyse zu erwarten pflegt.

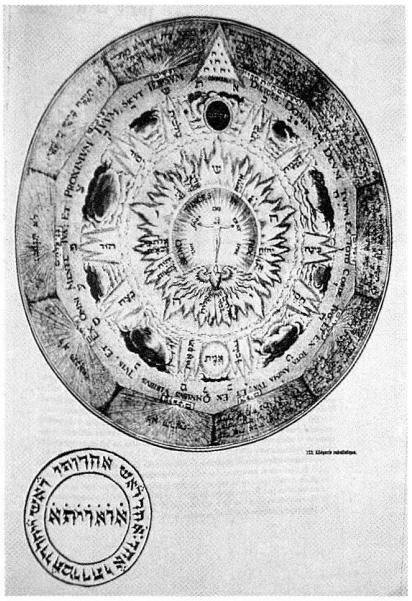

Bild 14: Kabbalistischer Kosmos, aus: Heinrich Khunrath, Amphitheatrum Aeternae Sapientiae, Hanau 1609

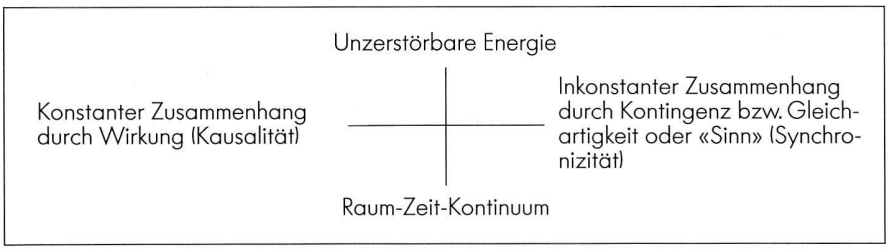

Bild 15: Schema der Synchronizität, aus C. G. Jung op. cit.

Doch auch die Philosophie hat sich, sehr konkret und direkt, mit der Technik und ihren Folgen beschäftigt. Die beiden anzuführenden Beispiele seien aus der jüngeren Vergangenheit gewählt, einer Zeit also, welche den blinden Fortschrittsglauben zumindest intuitiv bereits überwunden hat.

Zwei der grössten Philosophen unserer Zeit haben sich explizit mit dem Problem der Technikfolgen aus der Sicht der Philosophie beschäftigt. José Ortega y Gasset führt in seinen «Betrachtungen über die Technik» unter anderem aus[22]:
«Die Technik ist das Gegenteil der Anpassung des Subjekts an das Mittel, weil sie die Anpassung des Mittels an das Subjekt ist. Schon das würde genügen, uns vermuten zu lassen, dass es sich um eine Bewegung handelt, die in einer allem Biologischen entgegengesetzten Richtung verläuft. Diese Reaktion auf eine Umgebung, dieses Nichtresignieren und Nichtsichzufriedengeben mit dem, was die Welt ist, ist das Spezifische des Menschen . . . Ein Mensch ohne Technik, d. h., ein Mensch ohne Reaktion auf seine Umwelt, ist kein Mensch. Aber bis jetzt stellte sich uns die Technik dar als eine Reaktion auf die organischen oder biologischen Notwendigkeiten . . . Nun beschränkt sich aber die Technik keineswegs darauf, die Befriedigung von Notwendigkeiten dieser Art zu erleichtern. So alt wie die Erfindung von Werkzeugen und Verfahren, um sich zu wärmen, sich zu ernähren usw., sind viele andere, deren Endzweck darin besteht, dem Menschen in diesem Sinn unnotwendige Dinge und Situationen anzupassen. Zum Beispiel ist das Sichzubetrinken so alt und verbreitet wie das Feuermachen . . .»

Eine solche, auf das historische «Fallbeispiel» zurückgreifende, Grundsätzliches in den Vordergrund stellende Betrachtungsweise vermag den Bedingungen und Zielen eines Assessments viel eher zu entsprechen als eine einfache, auf reale Einzelpunkte bezogene «Entweder-Oder» -Logik oder eine noch zu interpretierende Summe statistischer Daten.

Anmerkungen

1 Vgl. z. B. die VDI-Richtlinie 2801 mit der Definition der Wertanalyse als «eine Methode mit dem Ziel, verlangte Funktionen mit minimalem Kostenaufwand zu erfüllen», und im endgültigen Text der Richtlinie: «Die Wertanalyse ist eine Methode zur Steigerung des Unternehmenserfolgs.»

2 Zur Literatur vgl. F.-J. Kador, Schätzung und Kontrolle der Technikfolgen, Köln 1984; Th. Petermann, Raban, Graf von Westphalen, Technik und soziale Strukturen der Gesellschaft, Köln 1985; Technikbewertung, Technikfolgen-Abschätzung, 7. Gesprächsabend des VDI für Bundestagsabgeordnete am 7. 11. 1985, mit Referaten von K. A. Wetzer, A. Huning, M. May, F. J. Schlösser

3 Encyclopédie de la Pleiade, Paris 1978, S. 1413

4 Imhotep: H. Bonnet, Reallexikon der ägypt. Religionsgeschichte, Berlin 1952, S. 322f.; Turmbau zu Babel: 1. Mose, 11,1ff.; Prometheus: W. Kraus in: Pauly-Wissowa, Realencyclopädie der klassischen Altertumswissenschaft 23, 1 (1957), 653ff.; Pandora: Hesiod, Theogonie 570ff.; Dädalus: Ovid, Metamorphosen 8,244ff.

5 Faust: Historia von D. Johann Fausten, Frankfurt/M. 1587, letztes Kapitel; Paracelsus: R. Blaser, in: Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaft und der Technik in Basel, Olten 1959, S. 67ff.; Teufelsbrücke: Sagen der Schweiz, ed. P. Keckeis, Zürich 1985, Uri S. 31

6 Venediger: z. B. Sagen der Schweiz, ed. P. Keckeis, Zürich 1986, Unterwalden S. 36; 217f.; 225

7 Das Bilderverbot des Korans wird z. B. dahin ausgelegt, dass der mit der Abbildungsfotografie zusammenhängende moderne Fotosatz abgelehnt und an seiner Stelle der altüberlieferte Bleisatz beibehalten wird.

8 Demokrit, Frgm. 154 (Diels H., Die Fragmente der Vorsokratiker, s. v. Demokrit, Berlin 1934/35)

9 Plato, Staat, 2. Buch, 369b–374d

10 Cicero, De officiis I, 42, 150–151

11 Cicero, De natura deorum II, 150–153

12 M. Terentius Varro (116–27 v. Chr.), Rerum rusticarum libri I, 17, 2ff.

13 Georg Agricola, De re metallica, Basel 1556, 1. und 6. Buch; deutsch: dtv-Bibliothek, München 1977, S. 6; 183f.

14 Joh. Amos Comenius, Orbis pictus, Nürnberg 1658

15 P. F. Tschudin, Ein unscheinbares Büchlein macht Papiergeschichte, Das Papier 40 (1986), 1, 1ff.

16 M. Stürmer, Herbst des alten Handwerks – zur Sozialgeschichte des 18. Jh., dtv-Dokumente, München 1979

17 Schriften, herausgegeben von der ökonomischen Gesellschaft in Bern, 1782, S. 112/113

18 Zeitbeobachtungen über das schweizerische Baumwollgewerbe, dessen Folgen und Aussichten, 1806

19 H. Ford, Mein Leben und Werk, Leipzig 1923, S. 120ff.

20 Kabbala: siehe z. B. F. Niewöhner in: Histor. Wörterbuch der Philosophie, ed. J. Ritter und K. Gründer, IV, 661ff.

21 C. G. Jung, Synchronizität als ein Prinzip akausaler Zusammenhänge, Studienausgabe, Walter-Verlag Olten, 1971

22 Zitiert nach der deutschen Übersetzung, Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart, S. 26ff.

23 K. Jaspers, Vom Ursprung und Ziel der Geschichte, München 1949

24 Op. cit. S. 157ff.

25 Ansätze zu solchen Diskussionen auf solider Basis sind, auch in den Massenmedien, durchaus vorhanden; siehe z. B. die Beilage «Technologie und Gesellschaft» der «Neuen Zürcher Zeitung».

Dies wird durch Karl Jaspers bestätigt, der in seiner Stellungnahme zum Problem der Geschichte[23] ausführlich auf das Problem der technischen Entwicklung und ihrer Folgen eingegangen ist. Auch er kommt ohne das historische Fallbeispiel nicht aus[24]: «Hellsichtige Menschen erfasste schon früh ein Grauen vor der technischen Welt ohne eigentliche Einsicht. Goethes Kampf gegen Newton ist nur aus der Erschütterung zu verstehen, welche die exakte Naturwissenschaft bei ihm bewirkte, aus dem unbewussten Wissen um die Katastrophe der Menschenwelt, die im Anzug war. Jakob Burckhardt konnte Eisenbahnen und Tunnel nicht leiden und benutzte sie doch. Menschen, deren Handwerk durch Maschinen brotlos wurde, haben Maschinen zerstört.

Dem gegenüber stand der Fortschrittsglaube, der von der neuen Naturerkenntnis und Technik nur Glück erwartete. Er war blind. Denn er sah nur Missbrauch innerhalb der Technik, der durchschaubar und korrigierbar schien, nicht die tieferen, in der Technik verborgenen Gefahren. Der Fortschrittsglaube verkannte die Beschränkungen des Fortschritts auf Wissen und Technik und die Unmöglichkeit, dass von hier aus der Fortschritt im Ganzen des Menschseins sich ergeben würde. Heute liegt klar zu Tage, was man die Dämonie der Technik genannt hat . . .»

«Eines ist gewiss: Die Technik ist im Begriff, mit dem gesamten Arbeitsdasein des Menschen den Menschen selbst zu verwandeln. Der von ihm hervorgebrachten Technik kann sich der Mensch nicht mehr entziehen. Und gewiss ist, dass die Technik nicht nur unabsehbare Chancen, sondern unabsehbare Gefahren bringt. Technik ist eine eigene fortreissende Gewalt geworden. Der Mensch ist ihr zunächst verfallen, ohne zu merken, dass es und wie es geschieht. Und wer dürfte heute sagen, dass er es durchschaue? Und doch ist die Dämonie der Technik nur zu überwinden auf dem Wege, sie zu durchschauen . . . Die Aufgabe der Überwindung der Technik durch Technik selber für im Ganzen lösbar zu halten, das wird ein neuer Weg des Unheils. Der Fanatismus der beschränkten Einsicht verlässt das technisch Mögliche in Gestalt vermeintlicher Technik. Aber die Frage bleibt doch, wie der Mensch der Technik, die über ihn Herr geworden ist, seinerzeit wieder gebietet. Das Schicksal des Menschen hängt an der Weise, wie er die Folgen der Technik für sein Leben (von der Ordnung des jeweils zugänglichen Ganzen bis zum persönlichen Verhalten in jeder Stunde) meistern wird . . .».

«Nicht der Gedanke allein wird der Technik Herr. Es wird die weltgeschichtliche Entscheidung jetzt und in den kommenden Jahrhunderten darüber getroffen, in welcher Gestalt unter den radikal neuen Bedingungen seines Lebens der Mensch seine Möglichkeiten hat. Alle bisherigen geschichtlichen Versuche seiner Verwirklichung geraten vor die Frage, was sie jetzt noch bedeuten, wie sie sich wiederholen können, wie sie sich bewähren. Das Philosophieren muss dieser Wirklichkeit ins Auge blicken. Sie bringt zwar nur Gedanken, innere Haltung, Wertschätzungen, Möglichkeiten für den Einzelnen hervor, aber diese Einzelnen können unberechenbar ein wesentlicher Faktor im Gang der Dinge werden.»

Damit zeigt uns der grosse Anthropologe und Philosoph Karl Jaspers das für die hier diskutierte Thematik entscheidende Momentum auf: Dass nämlich jeder einzelne Mensch dazu aufgerufen ist, vor der Vergangenheit als Spiegel sich seine Gedanken über die technische Entwicklung zu machen und durch sein Verhalten, in Konsequenz seiner Überlegung, die weitere Entwicklung zu ändern. Hier trifft er sich mit José Ortega y Gasset, der die Problematik des einzelnen in der Masse so treffend geschildert hat.

Und hier wird deutlich (Bild 16), was eine moderne historische Methodik im Zeichen der Philosophie, vor allem der Ethik, zum Technical Assessment beitragen kann: Sie liefert die Exempel, an denen sich der einzelne für sein künftiges Tun und Lassen, für seine Einstellung zu dieser oder

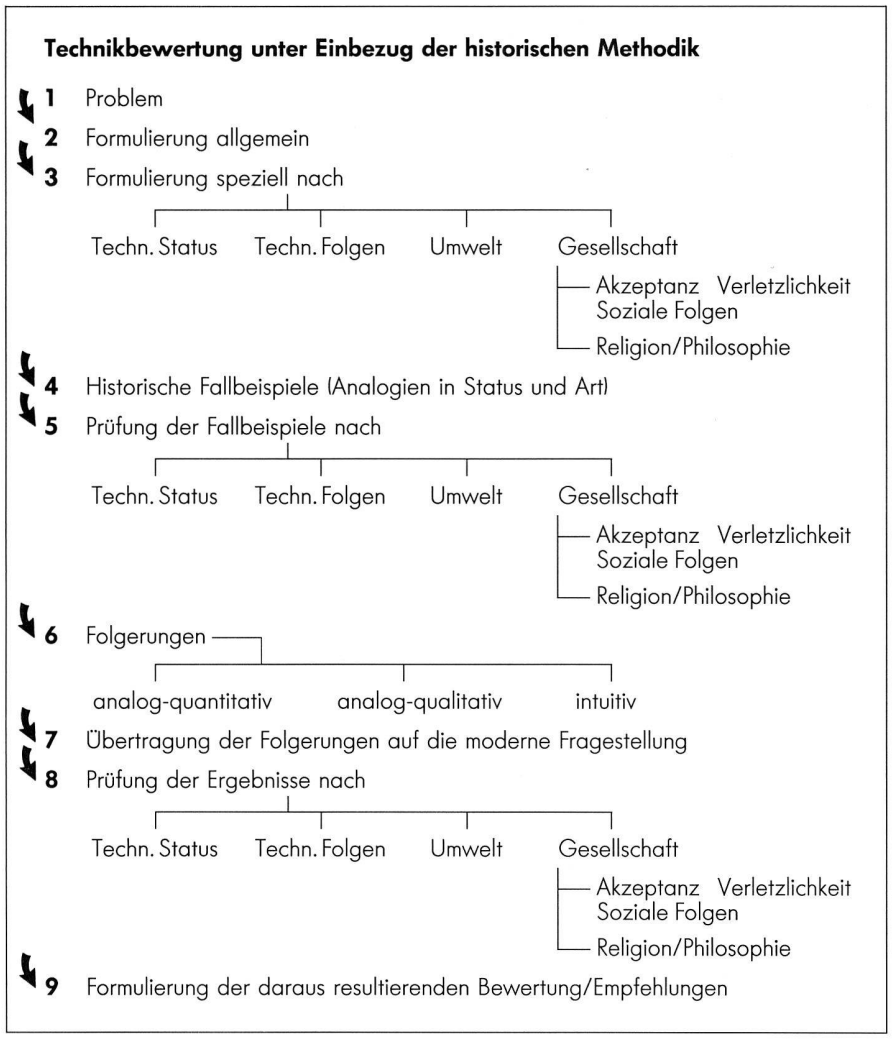

Bild 16: Modell der Technikbewertung

jener Entwicklung, zu diesem oder jenem technischen Verfahren so umfassend, wie es seinem Geiste nur möglich ist, orientieren kann. Und – das ist auch meine feste Überzeugung – aus der Diskussion der Individuen werden die unter den gegebenen Umständen akzeptierten oder zu akzeptierenden Entwicklungen hervorgehen, welche das Antlitz unserer Erde in den nächsten Generationen prägen werden[25].

Die Idee des technischen Fortschritts

Prof. Dr. Günter Ropohl
Johann-Wolfgang-Goethe-Universität, Institut für Polytechnik/Arbeitslehre
D-6000 Frankfurt am Main 11

1. Ideengeschichte des Fortschritts

«Vieles Gewaltige lebt, doch nichts ist gewaltiger als der Mensch. (...) In Erfindungen listiger Kunst weit über Verhoffen gewandt, neigt bald er zu Bösem, zu Gutem bald.» Diese Worte sind fast zweieinhalbtausend Jahre alt; Sophokles lässt sie vom Chor in der Tragödie «Antigone» sprechen. Das Chorlied bewundert die technischen Fähigkeiten, die der Mensch in der Seefahrt, im Ackerbau, in Jagd, Viehzucht, Baukunst und Heilkunde besitzt. Gleichzeitig aber beklagt es die moralische Fehlbarkeit des Menschen. Der antike Dichter hat verstanden, was ich die Inkongruenz von technischer und ethischer Kompetenz nennen möchte.

Doch diese frühe Einsicht ist in der abendländischen Geistesgeschichte keineswegs immer durchgehalten worden. Vor allem war es die Idee