

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 103 (1985)
Heft: 16

Artikel: Innere Zwänge zum technischen Fortschritt
Autor: Schischkoff, Georgi
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-75754>

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: 13.01.2026

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

Innere Zwänge zum technischen Fortschritt

Von Georgi Schischkoff, Salzburg

Die anthropologischen Voraussetzungen des menschlichen Grundtypus entwickeln sich aus dem Spieltrieb durch gesteigertes Interesse und zugehöriger Begabung, wobei auch die gegenüber der Tierwelt schwächeren körperlichen Möglichkeiten des Menschen überwunden werden. Erfahrung und rationales Denken sind Grundlage der Technik, wozu auch die Entwicklung des abstrakten Denkens gehört. Nicht nur zufällige Ideen sind massgebend, sondern die Erkenntnis «metrisch-funktional-konstruktiver Phantasie» im Zusammenhang mit Assoziationen und logischen Schlussfolgerungen sowie der Zusammenhang mit der Mathematik. Der Werdegang einer technischen Entwicklung wird angegeben. Die Gefahren der Technik liegen nicht in ihrem Wesen, sondern in falscher Anwendung und im Unverständnis.

Anthropologische Voraussetzungen

Der technische Menschentypus

Es sind nur bestimmte Menschen, die durch Veranlagung, Interesse und spielerische Erfahrungen in jungen Jahren eine lang anhaltende, sich steigernde Freude am Gestalten zu erleben in der Lage sind. Voraussetzung dürfte sein, dass sie gerne mit fertigen Sachen spielen, diese zerlegen, um sich danach mit den Konstruktionselementen zu beschäftigen. Eine aussichtsreiche Entwicklung in dieser Richtung dürfte an der zunehmenden Steigerung des Interesses an eigenen Plänen zu erkennen sein. Dazu müsste freilich eine angemessene Ermutigung, ohne Überschätzung der vermuteten Begabung, seitens der Eltern und Erzieher kommen. So mit wären die *notwendigen elementaren Bedingungen* auf dem Wege zur Entfaltung einer konstruktiv erforderlichen Phantasie gegeben. Dies allein garantiert freilich keine Festigkeit gegen Versagen in jungen Jahren, sobald andere Freuden, Zwänge und eine unreife Lebenssteuerung die ursprünglichen noch so starken Interessen in den Hintergrund treten lassen. Wir beschränken uns hier nur auf technologisch begabte, konstruktiv denkende, kreative Jugendliche und versuchen zu zeigen, dass – sofern die obenerwähnten *notwendigen Bedingungen* erfüllt sind und die Aneignung weiterer notwendiger Kenntnisse und manueller Fertigkeiten folgt – sich bald auch ein praktisches Verstehensvermögen einstellt. Dieses bewirkt die Ausweitung des Interesses für neue Mechanismen, also auch für neuartige Konstrukte. Der beschriebene Typus junger Menschen betrifft hauptsäch-

lich *praktisch arbeitende Technologen*, denen später originelle Erfindungen gelingen. Wie diese Untersuchung zeigen wird, ereignen sich die Einfälle neuer Konstruktionen samt Willen zur Realisierung nicht zufällig. Jede Entdeckung neuer Formen und Mechanismen dehnt die *Phantasie* in benachbarte Richtungen immer weiter, was zu einem *inneren Drang der technologischen Entwicklung* führt. Sie warten mit neuen Ideen von wesentlich neuartigen Konstrukten auf, die den Fortschritt der Technik bestimmen. In jedem Einzelfall neuer Entwürfe kommen weitere Erfahrungen, Konstruktionsphantasie, exakte Berechnungen u. a. dazu, die zusammen mit den vorhergenannten dazu *hinreichend* sind, eine gestellte Aufgabe zu verstehen und zu Ende zu führen. In der gängigen Einschätzung sind es begabte Menschen mit starkem Willen, womit alle Schwierigkeiten auf dem Wege zur Vollendung einer Aufgabe überwunden werden. Worin aber besteht diese Begabung? Wieso ist es ein Weg, auf dem in der Regel viele Fortgeschrittene dieses technologischen Typus auf der Strecke bleiben, während wenige einzelne oder auch nur ein einziger die Aufgaben erfolgreich bewältigt, selbst bei der Lösung schwierigster Materialfragen?

Fähigkeiten

Wenn im Vordergrund sich die Frage nach dem Wesen der Technik stellt, nach den vielen offenen Möglichkeiten ihrer Entwicklung, die – im Vergleich zu den dürftigen Fortschritten anderer Forschungsbereiche – mit grossem Abstand weitaus realisierbarer sind, so sind damit auch Fragen nach dem *Menschen als Schöpfer und Träger der Technik* sowie ihrer ungeahnten Zukunft ge-

meint. Kulturanthropologisch ist leicht erklärt, warum *nur der Mensch* über Fähigkeiten verfügt, neue Gegenstände und Spezialkonstruktionen zu erfinden. Die moderne philosophische Anthropologie hat die Voraussetzungen [1] zur Beantwortung der technologischen Entwicklung zwar geliefert, aber noch nicht die *speziellen Formen und Wirkmechanismen im Menschen selbst* näher artikuliert, was im folgenden geschehen soll. Zu diesem Zweck erweist es sich als notwendig, die wichtigsten Bestimmungen des Menschen darzulegen.

Am Anfang ist freilich der unübersehbare Unterschied zwischen Tier und Mensch, zwischen den höchstentwickelten menschenähnlichen Affen und dem kulturschaffenden *homo faber* und *homo sapiens* hervorzuheben. Während alle Tiere, mit Instinkten so weit fertig ausgestattet, von der Natur entlassen werden, dass sie mit ihrer gleichbleibenden Lebensweise auskommen – also mit Nahrungssuche, Fortpflanzung, Nestbau usw. –, ist der Mensch *das einzige «unfertige Tier»* [2], das über seine unzureichenden Instinkte hinaus eine Weiterentwicklung aus eigener Kraft auf sich zu nehmen hat. Dazu sind ihm für den Anfang die elementaren Fähigkeiten gegeben, Gegenstände griffest zu tragen, zu verändern und sich dadurch eine eigene Umwelt zu erschaffen.

Wichtig für die Urzeiten dürfte sein, dass wohl von Anfang an die Ansätze zu den verschiedenen Ausprägungen kultureller Entwicklung ziemlich gleichzeitig aufgetreten sein dürfen, wobei zwischen sesshaften Gruppen einerseits und wandernden Jägern sowie Nomadenvölkern anderseits unterschieden werden muss. Obwohl unsere Aufmerksamkeit hauptsächlich der Technik und der zunehmenden *«Ausstattung» des Menschen mit Anlagen* zu ihrer Entfaltung gilt, lässt sich die Beobachtung nicht durchführen ohne Rücksicht auf Zusammenhänge unter den anfänglichen *sozialen und kulturellen Errungenschaften* des ersten Agrarbaus, der Viehzucht, des Tauschhandels u. a.

Ebenso müssen die Lebensweise und die sich aufdrängenden Erfahrungen je nach Landschaft, Klima und Fruchtbarkeit berücksichtigt werden. Das Hineinwachsen in jeden dieser Bereiche galt zwar für alle menschlichen Individuen, jedoch auf verschiedenen Intensitätsstufen, wohl stets in Abhängig-

keit von Fixierung der betreffenden Gegenstände und dem Interesse daran. Der Weg zum heutigen höchsten Stand verlief dabei durchaus nicht kontinuierlich aufsteigend. Es gab für einzelne Völker und Völkergruppen lange Epochen des Stillstandes, der kriegerischen Zerstörungen, dann eines späteren Neubeginns unter dürftigsten Bedingungen.

Rahmen der sozialen Kultur

Fortgeschrittene Formen zumindest der sozialen Kultur, also der Gesellschaftsbildung und der sprachlichen Entfaltung, damit auch der seelischen Erweiterung, muss man als *notwendige Parallelerscheinungen zur Entstehung und Entwicklung der technischen Kultur* über die primitiven Anfänge hinaus voraussetzen. Denn sobald die Verbesserung anfänglicher Werkzeuge und Gebrauchsgegenstände weitere Erfolge zeitigte, konnte an grössere Aufgaben herangegangen werden, wie Bauen von Hütten, zaunartigen Schutzwällen, Errichtung von zunächst freilich unstablen Brücken zur Befestigung und Überquerung breiter Flüsse, Transport u.a.m. Dafür war aber die dazugehörige *soziale Organisation* bereitwilliger

Menschen oder solcher, die mit Gewalt dazu gezwungen worden sind, die wichtigste Voraussetzung. Ebenso wichtig war die *Ausbildung der Sprache* zur elementaren Verständigung über die Einzelgänge der Arbeit. Es waren dabei *meist einzelne*, die auf die Ideen zu derartigen Aufgaben kamen. Denn die eigentliche Denk-Konstruktionsfähigkeit kann anfangs vornehmlich aus *Nachahmungen* von Naturformen und Vorgängen hervorgegangen sein. Mit diesem Hinweis auf elementare *Denkvoraussetzungen* im sozialen Umgang wollen wir nunmehr mit der Beschreibung jenes inneren Instrumentariums beginnen, dessen Teile und deren Funktionen zu den *inneren Voraussetzungen der gesamten späteren Technik* gehören.

Dazu sei noch angemerkt, dass diese Funktionen vorbewusst und unreflektiert zur Wirkung gekommen sind, ohne dass anfangs eine «Theorie» der denkerischen Anteile und deren Verbindungen zu einem zu erzielenden «Entwurf» hätte aufgestellt werden können. Daher dürfen folgende elementaren Ausführungen noch nicht als Darstellung des gegenwärtigen konstruktiv-mathematischen Denkens reifer Theoretiker der Technik verstanden werden. Wir gehen heute von der Tatsache aus, dass der Mensch voll und ganz ausgestattet ist mit logischen Instrumentarien und mit Fähigkeiten zweckmässiger Veränderungen. Wir können uns aber hier nicht danach fragen – nicht einmal in den Bereichen von Philosophie und Erkenntnistheorie –, wie es dazu gekommen ist und woran es liegt, dass schöpferische Impulse in diesem heute wissenschaftlich voll reflektierten Denkinstrumentarium durch latente Anlagen mitgegeben worden sind.

Geist der Technik

Was den Geist betrifft, den wir in einer noch zu fixierenden begrenzten Bedeutung näher charakterisieren wollen, soll seine instrumentale Entfaltung, also die «Geschichte der geistigen Werdung des Menschen», nur parallel zur *erfahrungsgeschichtlichen Entwicklung* der Technik behandelt und als Träger des dazugehörigen instrumentalen Denkens verstanden werden. Als allgemeiner, umfassender Begriff, dessen verschiedene Bedeutungen nur geschichtlich erschlossen werden können – vom griechischen «Pneuma» oder «nous», «Sperma» über das jüdisch-christliche «ruah», vom lateinischen «animus», «mens» über Hegels drei Grundformen des Geistes bis zur modernen Ontologie: Dieser umfassende Begriff käme für unsere Darstellung als gestaltende Kraft, übergreifend für die gesamte Kultur, in Betracht [3]. Freilich gehören

dazu die ästhetische, moralische, politische und manche andere Richtungen. Der *Geist der Technik* dagegen, der jedem naturwissenschaftlichen Denken zugrunde liegt, soll hier mit jener Deutung im griechischen Denken beschrieben werden, die erst bei Platon und Aristoteles vorkommt, als «nous», als innerer Grund vernünftiger Ordnung und konstruktiven Denkens, nicht jedoch als subjektives Denken oder Selbstbewusstsein verstanden wird, der für Aristoteles im Unterschied zur sinnlichen Seele eigene Leistungen vorweist. Ist mit «nous» denkende *Verunft* und *Verstand* gemeint, so sind in diesen Begriffen gerade die Vermögen der Artikulation logischen Denkens und Schliessens, der gesamten mathematischen Denkformen, enthalten; weiterhin die Konstruktionsfähigkeit rationaler Exaktheit und schliesslich die Feststellungsfähigkeit für Übereinstimmung mit der Erfahrung.

Es geht darum, nicht nach der Herkunft des Geistes zu fragen, sondern das bewusste bzw. praktische Auftreten der einzelnen Denkelemente und «Verstehensblitze», durch die sich der Geist in der beschriebenen Form erst langsam, parallel zu einzelnen Erfahrungen an Gegenständen und an ihren Formen, erschliesst, näher zu verfolgen.

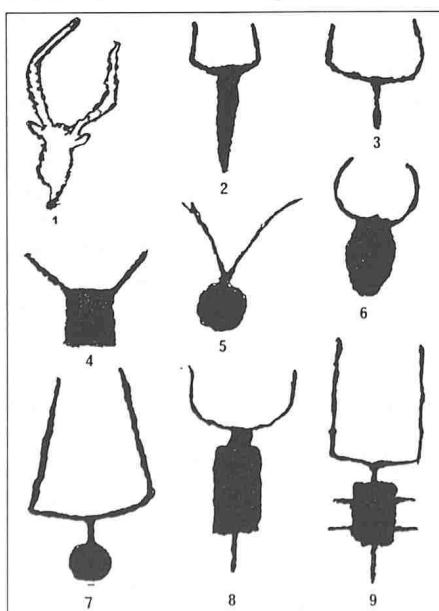
Sobald die Primitiven mit der Herstellung von Geräten (Bild 1) und später mit grösseren Konstruktionen begannen, haben sich aus dem Umgang mit Gegenständen und Einzelteilen aller Art die Empfindungen und Wahrnehmungen für Formen und Qualitäten eingestellt, später für die Entstehung der Abstraktionen; zunächst hauptsächlich für Formen und Ortsbilder, fürs Nacheinander und Nebeneinander der Gegenstände in bekannten Gegenständen. Reine Abstraktionen im Sinne des modernen geometrischen und zahlen-theoretischen Denkens waren es freilich nicht, weil sie noch lange von gegenständlichen Qualitäten behaftet und örtlich gebunden gedacht wurden.

Heutige Massstäbe wie Grad der Abstraktheit oder der partiellen Bildhaftigkeit, sofern Begriffsbilder von darunter fallenden Individuen aus jener Zeit kaum losgelöst gedacht werden konnten, dürfen erst nachträglich die Übergänge in dieser Entwicklung verständlich machen. Die eigentliche *Loslösung bildhafter Abstraktionen* vom Denkbereich dürfte sich mit Beginn der Darstellung ältester Felsenzeichnungen (Bild 2) und späteren Malereien eingestellt haben, die als erste zu erklären vermögen, wie Vorstellungen bzw. ihre abstrakten Konturen nach aussen späherisch objektiviert worden sind. Die sprachliche Objektivierung dürfte zu



Bild 1. Prunkaxt - 15. Jahrh. v. Chr.

Bild 2. Felsbilder des Mont Bego



dieser Zeit kaum so deutlich und inhaltsreich aussagefähig gewesen sein. Wahrscheinlich ist es während der Erhellung einzelner Formen an Gegenständen sowie deren vorläufigen Abstraktionen auch zur gedanklichen Er schliessung der Wahrnehmung für *Anordnung der räumlichen Gegenden* um fixierte Gegenstände herum gekommen wie ausserhalb, innerhalb, oben, unten; vielleicht auch von rechts und links, wobei letztere die Orientierung nach einem Bezugspunkt zur Stellung des Betrachters voraussetzen.

Abstraktion

Es braucht nicht eigens gesagt zu werden, dass diese Betrachtungsweise weder philosophisch noch wahrnehmungspsychologisch als ausgereift betrachtet werden kann. Sie soll nur technologisch Denkenden ein abgeschlossenes Vorverständnis der erkenntnistheoretischen Voraussetzungen vermitteln. Sie gewährleistet die Vorstellung einer zunehmenden Ausweitung «instinkt sicheren» Verhaltens zu bewusstem Umgang mit Einzelgegenständen. Die wachsende Sicherheit dieser Erfahrung basiert sowohl auf Wiederholung wie zugleich auf Ausbildung der Abstraktionen, die jedoch erst durch Hinzeige Bewegungen und durch Sprachzeichen zur Loslösung der abstrakten von gegenständlichen Bildern führte. Eine zunehmende Loslösung setzt aber zunächst schwache Reflexionen voraus, also ein Erleben der Konturen und Richtungen und das zu Beginn der erst sehr schwachen Bewusstwerdung von allen erworbenen Erfahrungen. Was als Wissen und Erfahrung sich langsam eingestellt hat, muss als Grundlage eines mehr technisch zu verstehenden Umgangs mit der Welt aufgefasst werden. Das damit verbundene Wissen lässt sich im weiteren nicht als ein System zusammenfassen, das zu dem Irrtum führen könnte, damit sei zugleich eine Geschichte oder Vorgeschichte des Wissens gar der frühen Wissenschaft aufgezeigt.

Eine weitere wichtige Kategorie von Gedankenelementen, die ebenfalls noch nicht losgelöst von Erfahrungen mit Gegenständen einherging (oder sich zu Abstraktion herauskristallisierte), die ebenfalls der technischen Näherbestimmung von Gegenständen dient, bilden die *Zahlen* und *Zahlbegriffe*. Als erstes muss wohl das Nacheinander des Zählens dagewesen sein, die Nennung (Hinzeigen) von einer und noch einer und noch einer... Einheit derselben Art, wozu die Entstehung von Mengen näher bestimmt wird. Daraus dürfte wohl die Unterscheidung von *mehr* und *weniger* folgen, die erst später – bei der Einprägung

konkreter Zahlen bzw. Bezeichnungen dafür zur Bestimmung einzelner Mengen – möglich geworden ist. Das isolierte Denken einzelner Zahlen, also ohne die dazugehörigen gleichartigen Einzelgegenstände (Mengen), setzt freilich die abstrakten Vorstellungen voraus, bzw. es führt zur Entstehung der Abstraktion der gleichartigen Einheiten in einer Menge; weiterhin zur *Denkbewegung* durch die Gedankenfolge der *natürlichen Zahlenreihe*. Dass die kategorialen Unterscheidungen zwischen gross, grösser, kleiner, höher, tiefer usw. sich viel früher, nur aus der Raumanschauung, herausgebildet haben müssen, dies jedoch erst, sobald sich erste Zeichen der Wörter für Präpositionen eingestellt haben, die jeweils das Allgemeine an den betreffenden Verhältnissen bezeichneten, das dürfte gegenüber der spezifischen Bestimmungsfunktionen der Zahlbegriffe selbstverständlich sein.

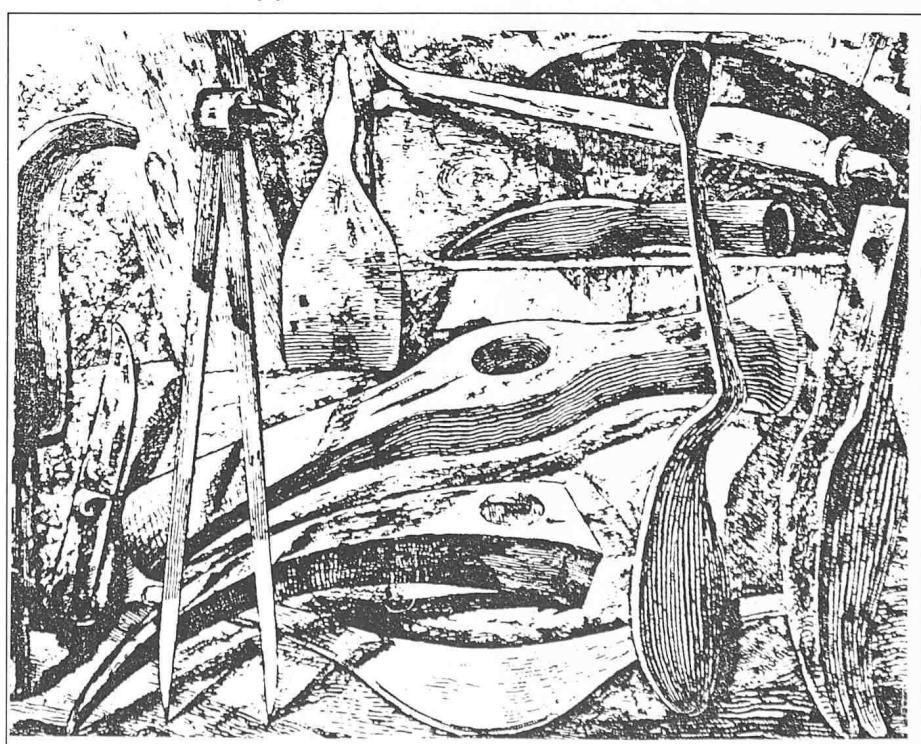
Innere Denkakte

Falls sich bei manchen Lesern der Einwand aufdrängte, unsere elementare Betrachtung vermittele doch nur den Werdegang menschlicher Bewältigung der Welt, rein oder vorsätzlich, auf erfahrungsphilosophischer Basis bzw. auf der Grundlage einer empiristischen Erkenntnistheorie, so darf zunächst eigens unterstrichen werden, dass bei allen unseren Erklärungen beiden Erkenntnisebenen stets Rechnung getragen wird: sowohl den Erfahrungstatsachen und deren Einprägung nach häufiger Wiederholung wie zugleich der Erhellung und Herauskristallisierung von

inneren Formen zum Erfassen und Einordnen der Erfahrungstatsachen. Diese Formen dürfen sich jedoch erst nach unzähligen Wiederholungen zu reinen Abstraktionen verselbständigt haben. Aber auch der eigentlich «sachliche» Einwand, der noch erhoben werden könnte, lässt sich durch die hier angewandte Methode leicht entkräften: Ge meint ist die klassische Idee der anatomischen und hirnpsychologischen Zuordnung von erlebten bzw. gedachten Erfahrungen als Einprägung in den betreffenden Zentren des Grosshirns, dazu deren Aufnahmen und Einordnung in ebenfalls hirnanatomisch vorgegebenen Begriffsformen, An schauungsräumen u. a.; schliesslich die «von innen her» gesehenen Verbindungen von Vorstellungen, Begriffen, Urteilen usw. zu Denkakten.

Wenn materialistische Denker, welche die Identität von materiellen Prozessen und den seelisch-geistigen Erlebnissen und Denkvorgängen vertreten, sich dabei einen direkten Kausalzusammenhang denken, wie das eine das andere «erzeuge», so handelt es sich um eine einseitige Denkweise. Der Werdegang zu höheren Formen der Technik (Bild 3) beginnt wohl erst mit der geschichtlichen Zeit der Menschheit und erreicht erste Höhen, sobald auch *Phänomene der Bewegung* und deren verschiedene Formen, der Findung ihrer Bestimmungselemente wie Geschwindigkeit, Masse der bewegten Körper, Herausarbeitung des Kraftbegriffes, Anziehungskräfte, energetische Analysen der Elementarteilchen, der Strahlungsenergie u.a.m. exakt vorliegen.

Bild 3. Fundstücke aus Pompeji



Diese höheren Formen konnten freilich nicht nur durch praktische Handhabe technisch weiterentwickelt werden, sondern erst nach dem Aufbau jener theoretischen Bereiche wie Geometrie, Algebra, Infinitesimal-Rechnung, weiterhin Kinetik, Statik, Dynamik, Mechanik und deren Anwendungen auf ständig anwachsende Aufgaben der gesamten raumzeitlichen Wirklichkeit.

Technologische Phantasie

Versteht man unter Phantasie den seelischen Vorgang spielerischen Verknüpfens bildhafter Vorstellungen, so lassen sich verschiedene Grundformen der Phantasie beschreiben. Sie betreffen sowohl die Kombinationsfähigkeit im alltäglichen Hervorbringen neuer Gegenstände und Gedankenentwürfe wie auch die Entstehung der Ideen und Schaffensprozesse für originelle Kulturschöpfungen, vor allem für technologische Erfindungen. Für unsere Betrachtung ist hier nur die *technologische Phantasieform* von Interesse, die meist untrennbar ist von der Phantasie im mathematischen und naturwissenschaftlichen Denken. Wenn Phantasie als freies, spielerisches Kombinieren von Vorstellungsgehalten definiert wird, so lässt sich unschwer zeigen, dass dies zumindest für das *technologische Hervorbringen des Neuen* nicht immer gilt. Der «freie, spielerische» Vorgang allein, also das «zufällige» Heranziehen einzelner Bilder und Konstruktionsteile, würde die Entstehung einer zweckdienlichen Form niemals erklären.

Deshalb muss festgehalten werden, dass es zunächst die ursprüngliche, noch lange *nicht artikulierte Idee* ist,

Bild 4. Chr. Weigel - der Zimmermann (1698)



auf die sich das Interesse des Ideenträgers konzentriert, die in Verbindung mit einem Zweck sich als erste festsetzt und den Anfang eines Phantasieprozesses auslöst. Wieweit dabei die Ideen als solche und der angestrebte Zweck frei aus der Phantasie hervorgegangen sind oder vielleicht aus bestimmten Erlebniszusammenhängen, Erkenntnissen oder von praktischen Bedürfnissen her erst herauskristallisiert werden, lässt sich schwer sagen. Beide Fälle zeigen, dass zumindest am Anfang eines technologischen Erfindungsprozesses nicht die freispielereiche Phantasie allein massgebend sein kann. Diese tritt eindeutig in Funktion, wenn sich im Laufe der gedanklichen Klärung und Realisierung der gesuchten Konstruktion einzelne Phantasieelemente tatsächlich unvorhergesehen in das Gesamtdenken einschalten und als zweckmäßig erkannt darin einbezogen werden. Beim Phantasieren jeder Art spielen aber jene psychischen Verknüpfungen eine Rolle, die, eigenen Gesetzen unterworfen, als *Assoziationen* bekannt sind.

Die genaue psychologische Beschreibung der Assoziationsgesetze lautet: Sobald zwei seelische Elemente (Vorstellungen, Empfindungen u.a.), A und B, gleichzeitig oder kurz nacheinander bewusst erscheinen, so ruft später die Wahrnehmung der Vorstellung A unmittelbar die Vorstellung B ins Bewusstsein hervor. Damit ist die assoziative Verbundenheit aufgrund von Gleichzeitigkeit erklärt. Ähnlich lässt sich das Auftreten von Vorstellungen erläutern, die aus Kontrasterlebnissen oder aus «Verbundenheit» durch nachbarliche «Zusammengehörigkeit» erlebt worden sind.

Von diesen Grundformen gesetzmäßig bestimmten Auftretens von Vorstellungen unterscheiden sich die *logischen Verknüpfungen*, die sich als Grund und Folge dann einstellen, wenn aus einem Urteil ein anderes unmittelbar einfällt. Neben den logischen Denkgesetzen sind es die der Mathematik und der Naturwissenschaften, deren elementaren Aussagen *benachbarste Schlussfolgerungen* hervorrufen, wodurch ein Gedankenvorgang weiter fortgesetzt wird. Wer sich zwei Punkte im geometrischen Denken vorstellt, dem erscheint dazu die Gerade, die durch beide Punkte gezogen werden kann.

Metrisch-funktional-konstruktive Phantasie

Die technologische Phantasie, nach der Entstehung einer noch dunklen Idee und des Zweckes, zu dem sie führen soll, dürfte kaum einer freispieleri-

schen assoziativen Tätigkeit allein unterworfen bleiben, auch nicht zufälligen logischen Konsequenzen. Sondern sie scheint die Idee des Gesamtvorhabens als eine meist unbewusst steuernnde Funktion im Prozess des Phantasierens zu erzeugen. Wenn wir diese besondere Form phantasievollen technologischen Schaffens als *metrisch funktional-konstruktive Phantasie* bezeichnen, so hat diese Bestimmung vor allem darin ihren Grund, dass sie für alle verschiedenen Grundformen der Technik, für die Entstehung jedes exakt zu vollendenden Konstruktionsvorgangs im Denken gilt, die als fertig funktionierende Produkte der Technik vorgelegt werden. Die metrisch funktional-konstruktive Phantasie lässt sich als eine besondere, als *gezielt wirkende Assoziationsform* betrachten. Lebt ein Mensch mit der unvollendeten Vorstellung einer noch dunklen Idee und fühlt er sich in seinem Interesse dadurch ständig herausgefordert, unklare Punkte, fehlende Einzelteile der gesuchten Konstruktion durch die Annahme von Elementen zu klären, die sich darin funktional einsetzen lassen, so dient die beschriebene gezielt wirkende Assoziationsform gerade diesem Suchen nach passenden Stücken. Die heranzuhenden Vorstellungen werden durch die Prädikate *funktionalkonstruktiv* und *metrisch «ausgewählt»*. Die Phantasie kann dafür nicht irgendwelche mythische Figuren, Sprachsymbole oder zufällige Gegenstandsvorstellungen einsetzen, sondern es müssen:

- Struktur-Einzelstücke, Elemente sein, die von der gleichen oder nahe verwandten *Beschaffenheit* sind und dem *strukturellen Charakter* der gesuchten Gesamtkonstruktion entsprechen (Bild 4).
- Sie müssen der gesuchten Struktur *funktional* gleichartig sein, d. h. sich in die gesamte Funktion, die mit der neuen Struktur erzielt werden soll, lückenlos einfügen lassen.
- Gleiche *Beschaffenheit*, strukturelle Entsprechenheit und funktionale Gleichartigkeit, die in a) und b) gefordert werden, lassen sich ja nur vom Prädikat *metrisch* gewährleisten: Nur die *genaue metrische Bestimmung* der fehlenden, erst anzupassenden Elemente und die *genaue Anpassung bzw. exakte Einfügung* gewährleisten eine jeweils grosse Wahrscheinlichkeit für Fortschritte im Aufbau der Modellvorstellung.

Was mit «Begabung» bei einem Erfinder, Konstrukteur, selbst in der höheren modernen Technik von heute, bezeichnet wird, um höchste Bewunderung von einem «Genie» zu wecken, dürfte mit unserer Erläuterung des inneren Werdegangs weitgehend geklärt

sein. Die Richtung des erfinderischen Denkens ist durch die vorläufige Idee und durch den damit verbundenen Zweck zunächst zwar noch unpräzise gegeben. Aber bereits die Begriffsbereiche, aus denen sich assoziative und selbst logisch gefolgte Vorstellungen anbieten, die durch die Kriterien a), b), c) erst «ausgesucht», in allen Überlegungen hereingenommen werden, müssen freilich nach weiteren spezifischen Massstäben der Eignung verworfen oder erst zugelassen werden (Bild 5).

Die Kette von Einfällen und *Akten zustimmenden Eingehens auf passende Vorstellungen* von gesuchten Elementen macht den äusserlich sichtbaren *Vorgang schöpferischen Erfinderdenkens* aus. Wenn man allgemein von einer Kombinationstätigkeit der Phantasie spricht und es bewundert, wie man dabei aus «unbewussten» Impulsen oder, weil man von einer «Eingabe» geleitet, zu stets neuen «genialen» Erfindungen gelangt, so weiss ein Erfinder, ein Konstrukteur, am besten, welche harte Arbeit es für ihn bedeutet, immer wieder neue Ideen, sich neu anbahrende Richtungen nach Suche der Gesamtgestalt, der Einzelemente, der strengen Kriterienberücksichtigung zu prüfen, oft auch abzuwehren. Erst die Mühe und Geduld um mehrere gelungene Konstruktionen bringen es mit sich, dass *metrisch funktionalkonstruktives Phantasieren* zu einer Routine wird. Dies besteht darin, dass man einem gezielt ausgerichteten Interesse folgt, hauptsächlich in der Welt gebrauchter und gesuchter Vorstellungen zu leben, sie zweckmässig zu manipulieren und durch jeden neuen Erfolg die sich zur *Euphorie steigernde Freude darüber zu erleben*, ein Gestalter dieser Welt in der Fortsetzung der «göttlichen Schöpfung» zu sein. Diese Euphorie und die Gewissheit über die baldige konkrete Realisation der Erfindung wirken sich als *innere Zwänge* dazu aus, den Weg rasch weiterzugehen und den neuen Gebrauchsgegenstand oder eine völlig neuartige, *technologisch revolutionäre Konstruktion* vorzulegen (Bild 6).

Letzte Wegstrecke zur Realisierung

Beim fachmännischen Weitergehen auf diesem Weg erreicht man bald Zwischenstationen, die zur Steigerung der Gewissheit beitragen. Es ist zunächst der klare gewordene innere Zusammenhang der zielgemäss angeordneten Teile, Elemente und funktionalen Strukturen, der sich in einem überzeugenden – anfangs evtl. korrekturbedürftigen – *Verstehenszusammenhang* darstellt.

Dieser ist aber bekanntlich die reife Voraussetzung zur Anfertigung eines Modells, evtl. in verschiedenen anschaulich-räumlichen oder in graphischen Einzeldarstellungen zerlegt. Das angefertigte Modell und alle dazugehörigen Berechnungen, darin Masse, auch kinetische, dynamische, chemische u. a. Grössen zusammengefasst, werden aber vom nüchtern denkenden Erfinder nur als ein sichtbares, detailliertes Abbild der *vollentwickelten Idee* gedacht, woraus nun folgt, dass *ihre Realisation im Bereich des Möglichen liegt* [4]. Diese an sich philosophische Unterscheidung zwischen *Möglichkeit und Wirklichkeit* wird vom Erfinder freilich nicht aus einer gesamtontologischen Artikulation heraus verstanden, sondern es gehört zum weiteren Gang seiner Arbeit, dass er die praktische Erkenntnis gewinnt, die dem *ontologischen Postulat* entspricht: Ein technologisches Modell, das im Sinne metrisch-funktionalkonstruktiver Beweise als möglich gilt, lässt sich konkret verwirklichen dann und nur dann, wenn die *Bedingungen* dazu bzw. alle Einzelteile und Phasen in der Erfahrung *bereits realisiert* worden sind. Das gilt ganz besonders für die Materialfragen, für die Zuverlässigkeit der Qualitäten und Funktionsfähigkeiten der verwendeten Stoffe. Um nur ein Beispiel zu nennen: Theoretische Modelle für Erdsatelliten und Weltraumraketen lagen bereits Ende der zwanziger Jahre vor. Seitdem wusste man, dass deren Konstruktionen und Entsendung in die Stratosphäre als *möglich* zu betrachten waren. Der Weg vom *Möglich zum Wirklich*, der erst gegen Mitte der fünfziger Jahre zurückgelegt werden konnte, bestand darin, dass alle daran beteiligten Einzelteile und deren Funktionen, vor allem die Findung der Stoffe, die bis dahin unbekannte Stosskräfte und Geschwindigkeiten erzeugen bzw. ertragen konnten, erst für sich realisiert werden mussten. Erst diese *erwiesene Machbarkeit* leitete die Weltraumtechnik ein (Bild 7).

Dass die Euphorie aus jedem besonders schwer zurückgelegten Weg, beginnend mit der Idee zum *Verstehenszusammenhang*, über das *Modell* bis zur endgültigen *Realisation* die *stärksten inneren Zwänge zum Fortschritt in der modernen Technik* auslöste, braucht nicht eigens betont zu werden.

Mathematik und Technik

Hierbei sei auf die *Bedeutung der Mathematik für die Technik* hingewiesen. Die umfassenden mathematischen Anwendungen erfolgten durch die Begründung der theoretischen Disziplinen zu allen physikalischen Bereichen. Es führte zur Einkleidung der Gesetze und zu quantitativen Zusammenhängen in mathematischen Formeln, Gleichungen und analytischen Funktionen, insbesondere durch die Differential- und

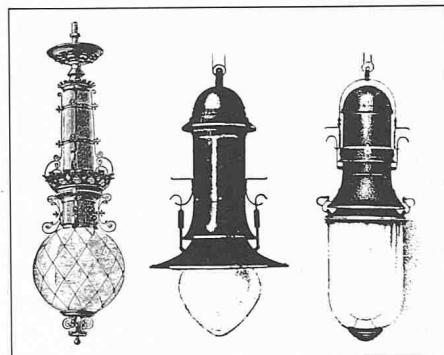


Bild 5. Bogenlampen aus der Kaiserzeit

Bild 6. Einer der ersten Motorwagen

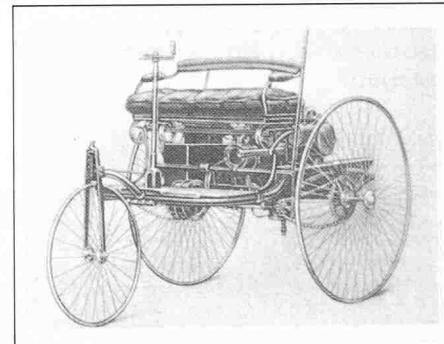
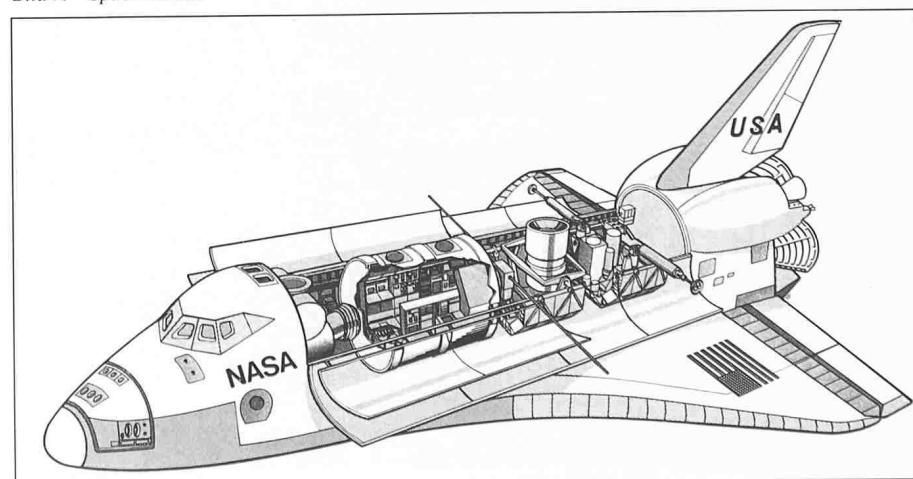
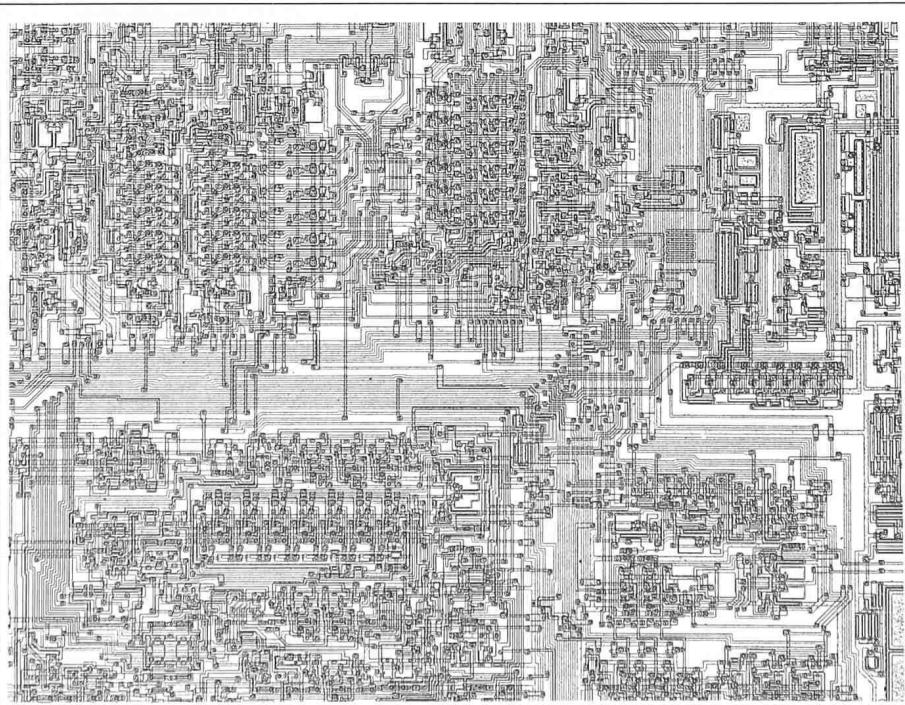


Bild 7. Space Shuttle



Integralrechnung. Daraus gingen die ersten technischen Wissenschaften wie Statik u. a. hervor, durch welche inzwischen viele elementare Betrachtungen in der technologischen Erfahrung auf eine ganz neue Basis gestellt wurden. Die Findung eines Modells als vorstellbare Darstellung der Leitidee zu einer Erfindung konnte als Ganzes, meist jedoch in seinen einzelnen Teilen zerlegt, zunächst geometrisch und daraufhin kinetisch oder dynamisch interpretiert werden. Die nähere Bestimmung der Einzelformen wurde durch die Darstellung in analytischen Gleichungen vorgenommen. Teilelemente aller Art aus der jeweiligen *deduktiven Grundform mathematischer Sprache* wurden näher bestimmt. Man müsste jedoch Mathematiker oder theoretischer Physiker sein, um aus dieser kurzen Beschreibung zu verstehen, wie das im einzelnen vor sich geht und wie diese deduktiven Formen mathematischer Sprache später den Grund gelegt haben für Rechencomputer, die sich nicht auf quantitative Operationen allein beschränken, sondern komplizierte Gebilde interpretieren können. Diese Mathematisierung der Modelle als vorläufig letzter Höhepunkt der Arbeit am Modell gibt den Erfindern freilich ganz neue Impulse. Ihre Präzisionsarbeit, zumal durch Rechenanlagen aller Art beschleunigt, wurde weiter erhöht. Der Übergang zu den elektronischen Rechenautomaten und deren Eignung, selbst für die Modellierung noch unbekannter künftiger Ideen, hat die Zuversicht zu den inneren Zwängen im technologischen Fortschritt ins Unermessliche gesteigert.

Bild 8. 256-K-Chip-Ausschnitt



Vernunft und Unvernunft

Der Nachweis, wonach die Reihe innerer Zwänge zum Hervorbringen des Neuen und die am Ende konkret demonstrierte Machbarkeit einer noch so komplizierten Erfindung, dass diese beiden Faktoren den Fortschritt vorantreiben würden, diese Behauptung muss leider unter Gesichtspunkten, die ausserhalb der wissenschaftlich technischen Kompetenz liegen, nur als bedingt angesehen werden [5]. Denn Machbarkeit ist sowohl zum sinnvollen Gebrauchen wie zugleich zum sinnlosen, gar zum verbrecherischen Missbrauchen da, und alles hängt letzten Endes von Menschen und Machtgruppen bzw. von der Finanzierung und Amortisation ab bei überdimensionalen Objekten, insbesondere bei Aufträgen für Waffenindustrie von staatspolitischen Entscheidungen und parlamentarischen Auseinandersetzungen. In totalitären Staaten spielen auch Propagandaeffekte mit, ohne unbedingte Priorität der Amortisationsfragen, zumal es uneingeschränkte finanzielle und machtpolitische Entscheidungen sind. – In dieser Bemerkung zu der latent grossartig angelegten Fortschrittlichkeit des «wissenschaftlich technologischen Genies» der menschlichen Gattung und dessen Behinderung durch extrem negative Entscheidungen seitens wirtschaftlicher und machtpolitischer Kräfte liegt wohl die ganze *Tragik der technologischen Widersprüche unserer heutigen Kultur!* Erst vor wenigen Dezennien begann die Aufklärung des öffentlichen Bewusstseins auf Erden über zuneh-

mend schädliche Folgen der Technik, damit über die Gefahr einer katastrophalen Vernichtung der elementaren Lebensbedingungen. Es ist eine Binsenwahrheit, dass die noch so alarmierenden Erkenntnisse und Proteste allein die industrielle Entwicklung noch lange nicht zu «vermenschlichen» vermögen würden.

Das Versagen aller bisherigen Appelle an die Vernunft seit über 2000 Jahren kann nur bedeuten, dass die vorherrschende Unvernunft der Erdenbürger mit ihren unentwirrbaren Gegensätzen und Egoismen die Welt doch weitaus stärker zu beherrschen scheint, als der *Glaube an eine sittliche Weltordnung* es vorausucht! – Eins ist aber sicher: Der Missbrauch der Technik, alle Zerstörungen, die von ihr ausgehen, sind nur Menschenwerk. Dagegen ist *vollendete Technik frei von Unvernunft!* Es ist auf den Grundlagen der ausgereiften modernen Technologie durchaus möglich, Geräte, Maschinen und chemische Erzeugnisse aller Art, auch Fahrzeuge, Flugkörper, Industrieanlagen u.a.m. so vollendet zu realisieren, dass sie mit mathematischer Gewissheit von allen Vernichtungstendenzen für organisches Leben und Natur vor allen aus ihrem Gebrauch resultierenden Schadstoffen freigehalten werden! (Bild 8) – Dass die rationale Vernunft der mathematisch technologischen Weltbeherrschung sich als vollausgereift präsentiert, während die von uns hoffnungsvoll in die moralische Natur des Menschen hineinprojizierte (hineingewünschte?) Vernunft sich als ausgesprochen schwach erweist und mit dem unaufhaltsamen Fortschritt der Technik nicht Schritt halten kann – diese letzte Folgerung aus den Schlussbetrachtungen des vorliegenden Aufsatzes müsste heute jedem Realpolitiker, jedem Kulturphilosophen zu denken geben!

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. Georgi Schischkoff, Mozartstrasse 15, D-809 Wasserburg/Inn.

Literatur und Anmerkungen

- [1] Es muss hier davon abgesehen werden, auf Unterschiede zwischen Auffassungen moderner Anthropologen hinzuweisen, wie von A. Gehlen, H. Plessner, E. Rothacker, A. Portmann u.a.
- [2] Der Mensch wird als ein instinktarmes, von der Natur unfertig gelassenes Wesen u.a. von Nietzsche bezeichnet, Mängelwesen von Herder
- [3] siehe Artikel «Geist» im historischen Wörterbuch der Philosophie von J. Ritter und R. Gründer, Bd. 2, Basel/Stuttgart 1972
- [4] N. Hartmann, Möglichkeit und Wirklichkeit, Berlin 1938
- [5] Hiermit haben sich bereits Mathematiker und Philosophen seit dem 17. Jahrhundert befasst, vgl. Arno Baruzzi, Automat und Mensch, Kap. III und IV, München 1974, sowie H. Titze, Kybernetik und Fortschritt, 1983 Oberwil/Zug, S. 99