
Archäologie und Naturwissenschaften

Rolf C.A. Rottländer

Archäometrie - eine Disziplin im Spannungsfeld zwischen Geistes- und Naturwissenschaften

Zunehmend verschafft sich die Erkenntnis Raum, daß spezialisiertes isoliertes Wissen unfruchtbar ist und daß in Zukunft Anstrengungen unternommen werden müssen, Ergebnisse verschiedener Disziplinen zusammenzuführen, damit weiterführende Ergebnisse erreicht werden können. Gewissermaßen wird neben dem Spezialisten, der ein enges Sachgebiet beliebig tief versteht, ein "Generalist" oder "Universalist" treten müssen, der von einer möglichst großen Zahl von Spezialgebieten nur so viel weiß, daß er die Fachsprache kompetent beherrscht und einen Überblick darüber gewinnen kann, welche Fachgebiete zu einer fruchtbaren Zusammenarbeit geführt werden können.

Bei den allenthalben zu beobachtenden interdisziplinären Bemühungen treten ganz spezifische Probleme auf, die, wie angedeutet, zunächst an den divergierenden Fachsprachen erkennbar werden. Häufig werden scheinbar der Umgangssprache zugehörnde Wörter in verschiedenen Fachbereichen einengend jeweils neu und verschieden (!) definiert und bilden Sprachbarrieren (z.B. Ton; Philosophie; Fehler; Paradigma; Symmetrie, um nur einige Begriffe zu nennen). Diese Sprachschwierigkeiten sind aber nur Indikatoren sehr verschiedener Denkweisen; sie sind oft so verschieden, daß man geradezu von Übersetzungen sprechen kann, wenn ein Problem einer Fachrichtung in einer anderen behandelt werden soll.

Als Paradigma kann hier die Archäometrie betrachtet werden, um den allgemeinen Ausführungen Substanz zu geben.

Bei einer archäometrischen Arbeit lassen sich formal vier Schritte definieren:

- 1) Formulierung einer archäologischen Frage derart, daß Aussicht auf eine naturwissenschaftliche Behandlung besteht.
- 2) Übersetzung der archäologischen Frage in eine naturwissenschaftliche Frage.
- 3) Durchführung von Experimenten zur Erarbeitung einer naturwissenschaftlichen Antwort.
- 4) Die wieder systemübergreifende Übersetzung der naturwissenschaftlichen Antwort in eine archäologisch relevante Auskunft.

Beim vierten Punkt handelt es sich gewissermaßen um den Grenzübergang vom naturwissenschaftlich-zeitüberhobenen Bereich in den Bereich historischer Tiefe. Beim archäometrischen Arbeiten muß dieser Übergang in beiden Richtungen stattfinden, gegebenenfalls mehrfach.

Meines Erachtens stellen diese Grenzübergänge die Verknüpfungspunkte zwischen der menschlichen Geschichte und dem Experiment dar, sie sind die Angelpunkte, um die sich alle Archäometrie dreht. Ohne sie wird entweder die Naturwissenschaft zum schmückenden Beiwerk einer archäologischen Untersuchung, oder die Naturwissenschaft beginnt ein Eigenleben, losgelöst von archäologischer Relevanz.

Beim Vorhaben, die Archäometrie im Spannungsfeld von Geistes- und Naturwissenschaften zu betrachten, kann man mindestens derzeit nicht zu einer Problemlösung vordringen, - falls es sie je geben sollte - muß vielmehr dann zufrieden sein, wenn es weitgehend gelingt, die Position der Archäometrie und ihr Umfeld zu umreißen.

Die Aufgabenstellung nämlich schon enthält einige Begriffe, die dem einen oder anderen höchst fragwürdig sind. Von geisteswissenschaftlicher Seite beispielsweise wurde - und wird - bisweilen bestritten, daß es eine selbständige Forschungsrichtung "Archäometrie" gebe oder überhaupt geben könne. Andere räumen zwar die Existenz der Archäometrie ein, sprechen ihr aber rundweg den Charakter einer Disziplin ab, wie dies vor Jahren Pauli in der Frankfurter Allgemeinen Zeitung getan hat, als er das Buch von Hrouda "Methoden der Archäologie, eine Einführung in ihre naturwissenschaftlichen Techniken" zu besprechen hatte.

In seinem seinerzeit (1959) Aufsehen erregenden Vortrag sieht C. P. Snow die naturwissenschaftliche und geisteswissenschaftliche Tradition in zwei parallel laufende Kulturen auseinanderklaffen. Auf der einen Seite stehen die Vertreter von Physik, Chemie, Biologie usw., die - so referiert Snow - im Rufe eines seichten Optimismus stehen, auf der anderen Seite jene, die sich laut Snow selbst als "die Intellektuellen" bezeichnen und in der Welt der Literatur beheimatet sind.

Solch pointierte Äußerungen haben natürlich den Widerspruch provoziert, und man hat Snow gefragt, was er denn eigentlich unter Kultur verstehe.

In der Folge gab es eine Reihe teils zustimmender, teils modifizierender Diskussionsbeiträge zum Thema der zwei Kulturen. Bemerkenswerterweise bestreitet desungeachtet Hilde Domin um 1969 in ihrem Aufsatz "Eine Kultur oder keine Kultur - Der Zwei-Kulturenstreit als Scheinkonflikt" glatt den Befund, und sie steht keineswegs alleine da.

Leider kann nun im vorgegebenen Rahmen nicht der Nachweis erbracht werden, daß diejenigen, die die Existenz zweier "Kulturen" bestreiten, jeweils einer der beiden Denkrichtungen so verhaftet sind, daß sie die Konturen der anderen Denkrichtung fast nicht mehr wahrzunehmen in der Lage sind. Und dies gilt, das sei ausdrücklich betont, sowohl für Vertreter von geisteswissenschaftlicher wie für Vertreter von naturwissenschaftlicher Seite.

Um verständlich zu machen, wie es zu diesen beiden von Snow konstatierten geistigen Haltungen kommen konnte, Haltungen, deren genaue Definitionen nur schwer zu geben sind, weil sie vielfache Fazetten aufweisen, die aber dennoch das Umfeld der Archäometrie darstellen, soll der Blick rückwärts in die Geschichte gelenkt werden, denn so wird Gewachsenes in seinen Strukturen besser erkannt.

Zunächst wird der Versuch gemacht herauszufinden, ob sich in der Antike bereits ein Gegensatz aufspüren läßt, aus dem sich unsere heutigen zwei "Kulturen" entwickeln konnten. Auch hier gestattet es leider der vorgegebene Rahmen nicht, die gesamte antike Geisteswelt daraufhin zu durchforschen; vielmehr sind nur die Gebiete zu berücksichtigen, die uns in der Archäometrie tangieren.

Die Pole der heutigen Spannung lassen sich vielleicht zunächst als Geschichte hier und Naturerkenntnis dort erstmals fassen. Die Antike kannte durchaus beides, aber wiederum beides nicht in unserem heutigen Sinne. Scheinbar ist uns auch aus der Antike kein Gegensatz dieser beiden "Wissenszweige" (für die Antike muß dieser moderne Begriff in Anführungszeichen gesetzt werden) berichtet.

Fragen wir also zunächst einmal bei Herodot, dem "Vater der Geschichtsschreibung" nach. War Herodot das wirklich? - Nach unserer heutigen Kenntnis müssen wir allerdings einräumen, daß er nur der "erste Mensch" war, der Geschichte aufschrieb, - "Mensch", d.h. ἄνθρωπος aus der elitären Sicht der Griechen heraus! Inzwischen wissen wir, teilweise aber ahnen wir nur, daß es eine ältere "Geschichts"-schreibung gegeben haben muß, etwa ägyptische Quellen, aus denen Herodot schöpfen konnte. Auch in Persien und Mesopotamien wurden Annalen geführt, von chinesischen Aufzeichnungen einmal abgesehen, da sie Herodot unzugänglich waren.

Was ist aber das Anliegen Herodots bei seinem Werk? Er selbst schreibt dazu (hier zwei verschiedene Übersetzungen):

"Herodot von Halikarnaß hat diese Geschichte geschrieben, damit das Andenken merkwürdiger Begebenheiten bei den Menschen nicht verlöschen und die großen und bewunderungswürdigen Taten der Griechen und Fremden gebührend gepriesen werden möchten, insbesondere auch um die Ursachen zu entdecken, warum sie Kriege miteinander geführt haben."

Oder nach einer anderen Übersetzung:

"Herodot aus Halikarnass berichtet hier, was er in der Welt gesehen und erfahren hat. Es sollen die Schicksale der Menschen und ihre Taten nicht mit der Zeit in Vergessenheit geraten und ihre Werke, groß und bewundernswert, die Hellenen wie Barbaren vollbrachten, nicht ruhmlos untergehen, vor allem aber auch nicht, warum es zwischen ihnen zum Krieg kam."

Das klingt fast naiv, zumindest unbefangen. Der Ruhm der Griechen, und - in nahezu weltoffener Weise - auch der βάρβαροι, Barbaren, soll nicht verlöschen! Und so wie bei unseren germanischen Vorfahren Ruhm und Krieg zusammen gehören, so werden auch hier der Krieg und - immerhin - seine Ursachen, wohl mehr seine äußeren Gründe, behandelt. Hier ist nichts von einem Sinn der Geschichte zu spüren, es wird auch nicht nach regelhaften Abläufen gefragt oder gar eine geschichtliche Entwicklung oder Entwicklungsgeschichte ins Auge gefaßt. An eine Kulturgeschichte ist nicht zu denken. Θαυμάσια, staunenswerte Dinge sollen festgehalten werden.

Überspringen wir Thukydides, so kommen wir zu Livius: Auch Livius verfolgt keins der Anliegen, die wir Heutigen von der

Geschichte als Wissenschaft behandelt wissen wollen. Er ist vornehmlich Schriftsteller und will die Heldentaten der Vorfahren zur moralischen Erbauung seinen Zeitgenossen vor Augen stellen.

Vordergründig findet sich hier fast die gleiche Haltung wie bei den Chronisten der Bibel, nur daß bei diesen noch der überhöhte Gedanke dazukommt, aufzeigen zu wollen, wie Gott sein Volk geführt hat.

Wie sieht es auf der Seite der Philosophie aus? Seit alters werden die älteren griechischen Philosophen als Naturphilosophen zu einer besonderen Gruppe zusammengefaßt. Ihr Anliegen ist die Erklärung dieser Welt.

Erst in jüngster Zeit jedoch hat sich der Blick dafür geschärft, welche dramatische Wende im Grunde genommen durch Sokrates die gesamte griechische Philosophie genommen hat. Die "Atomistiker" waren auf dem Wege, in eine Naturwissenschaft im heutigen Sinne hineinzuführen, Experimente waren ihnen durchaus nicht fremd und wurden beschrieben, als Sokrates mit dem Gewicht seiner Persönlichkeit die Blickrichtung der Philosophie verschob, indem er den Menschen in den Mittelpunkt aller Betrachtung rückte. Platon und im Prinzip auch Aristoteles folgen ihm darin. Lukrez ist fast ein letzter Nachfahre jener, die die realen Vorgänge der Natur für so wichtig hielten, daß sie der Mühe der Philosophen Wert sind. - So scheinen denn in der Zeit nach Sokrates die Anliegen von Naturerkenntnis und die Frage nach dem Menschen für die Philosophie von gleichem Gewicht geblieben zu sein, doch geht es, anders als vorher, darum, aus der Natur den Menschen und Gott zu erklären. Die Philosophie trachtet nun nach der Erkenntnis des Wesens: nach der Erkenntnis des Wesens der Zahl und des Wesens der Bewegung. Das Denken dient über das Erkennen der Natur der Erkenntnis der Götter, denn diese gehören mit zur umgebenden Natur.

So gilt also die Kenntnis realer Vorgänge, wie sie z.B. Plinius d.Ä. in so mühseliger und man darf sagen entsagungsreicher Arbeit zusammengetragen hat, dem wahren Philosophen wenig. Nicht das Gewirr der Einzelvorgänge ist die Basis des Erkennens, sondern die Wesensschau. Es gilt, die Ideen zu erkennen, um so Kenntnis vom wahren Sinn zu erlangen (so bei Platon). Diese Ideen sind außerhalb der Götter, unabhängig von den Göttern und ohne diese existent an einem τόπος ὑποοὐράνιος, einem Ort über den sieben Sphären des Himmels. (Diese Sphären umgrenzen übrigens als Kugeln den gesamten Raum, jenseits ist nichts mehr! Hier ist der Raum fast noch stofflich und hat nichts mit der Denkkategorie unendlicher Ausdehnung der späteren Zeit zu tun!)

Wenn auch beim zeitlich nach Platon auftretenden Aristoteles das Einzelding und eine Kenntnis darüber sammelnswert wird, so geschieht das nur insoweit, als sich ein System aller Dinge erstellen läßt. Die Kenntnis dieses Systems ist das eigentliche Anliegen, denn die Kenntnis des Systems vermittelt ja die Kenntnis der Ideen. Die Schau der Ideen aber ist seit Platon gottgleiches Tun, die eigentliche Bestimmung des reifen Menschen.

Daß sich zwischen einer so gearteten Naturerkenntnis und einer wie oben kurz umrissenen Geschichtsauffassung kaum Konfliktebenen auf tun können, ist leicht verständlich. Wohl aber besteht nach Sokrates ein Konflikt zwischen den Atomistiken und der Philosophie der Akademie, scheint doch die materielle Welt den Atomisti-

kern zu genügen. Das ist auch der Grund, warum das Christentum mit deren Aussagen nicht viel anzufangen wußte, wodurch Erkenntnisse untergingen, die erst in und nach der Renaissance wiedergewonnen werden konnten.

So scheint jene Spannung, die heute zwischen Geistes- und Naturwissenschaften besteht, bereits in der Antike einen Vorläufer, ja die Wurzel zu haben.

Dies wird durch ein besonderes Phänomen untermauert:

An sich hätte die Antike, besonders die Spätantike, "Chemie" betreiben können und hat es doch nicht getan. Das sei etwas näher ausgeführt: In der Spätantike waren die Metalle Gold, Silber, Quecksilber, Kupfer, Blei, Zinn, Zink, Eisen und Antimon bekannt und auch deren Oxide, sofern sie sich von selbst bilden. Weiter kannte man Wismutoxid als Augenschminke und viele Salze wie Bleiweiß, Bleiglätte, Alaune, Kupfer- und Eisenvitriol, Kochsalz, Salpeter, Soda, Pottasche, Kalk, Kleesalz, Weinstein, Malachit und viele andere. Man kannte die Möglichkeit, durch erhöhte Temperaturen Stoffumsetzungen zu erreichen (terminus technicus bei Plinius: *coquere!*). Auch die Destillation war als Vorgang bekannt. Es steht zu vermuten, daß neben der ausgeführten Destillation von Wasser und Terpentin auch Alkohol destilliert werden konnte. Möglicherweise reicht auch eine Methode zur Erzeugung von elementarem Zink, bei der der entstehende Zinkdampf durch äußere Kühlung kondensiert wurde, so weit zurück. Bereits vorchristliche ägyptische Texte, von Griechen und Römern übernommen, unterscheiden ein Auflegieren von Zinn auf Kupfer oder Bronze von einem Einlegieren, bei dem die *οὐσία* (das Wesen) des Metalls geändert wird. Kupfer scheint sich in Silber zu verwandeln (Plin. nat. hist. 34, 162: *incoquitur* ist das Schlüsselwort). Filtrieren ist eine banale Sache wie Dekantieren; beides wird bei Plinius und den Parallelquellen als bekannt beschrieben. Chromatographie kannten bereits vor den Römern die Ägypter zur Qualitätsprüfung von Farbstoffen. Reagenzgläser sind uns als Balsamarien, gläserne Kochflaschen als Weingefäße überkommen. In der Spätantike kannte man unzählige Rezepturen zu Stoffumwandlungen im metallurgischen, kosmetischen und besonders medizinischen Bereich.

Material, Materialkenntnis und Gerätschaften waren demnach vorhanden. Warum entwickelte sich keine Chemie als Wissenschaft?

Weil der theoretische Hintergrund verbaut war. Die "hohe" Philosophie lieferte die Lehre von den vier Elementen Luft, Feuer, Wasser und Erde. Danach war jeder Stoff eine Mischung aus kalt und warm, naß und trocken, und nur die relativen Anteile bestimmten, um welchen Stoff es sich handelte. Diese Theorie genügte der Forderung der Einfachheit und stellte philosophisch zufrieden.

Wenn es also nun nicht gelingen wollte, nach diesen Prinzipien einen Stoff in einen anderen zu überführen, etwa Blei in Gold zu verwandeln, war dies nicht etwa ein Problem, das der Philosophie würdig war, sondern ein Problem der persönlichen Geschicklichkeit. Ebenso war es ja ein Problem des Ingenieurs, die bereits erkannten mechanischen Gesetze sinnvoll in Maschinen anzuwenden.

Hier trennen sich nun in der Tat bereits in der Antike zwei Ebenen der Erkenntnis, deren jede im Verlauf der Geschichte für lange Zeit beibehalten wird:

Die Überzeugung einerseits, nur das philosophische Erfassen der Prinzipien der Natur führe zu wahrer Erkenntnis (und damit zu ihrer Beherrschung),
und die Überzeugung andererseits, daß nur das Detailwissen, ob systematisiert oder nicht, ein auch materiell greifbares Resultat liefern kann.

Ein nicht zum eigentlichen Thema gehörender Gedanke, der die Divergenz der Traditionen schlaglichtartig erhellt, sei hier eingeflochten: Das junge Christentum hatte sich mit der vornehmlich durch griechische Philosophen geprägten Philosophie auseinanderzusetzen, wenn es bestehen und nicht wie die Mithras-Religion untergehen wollte. Nach tausend Jahren wird erst Thomas v. Aquin der Vollender der Synthese von biblischem Glauben und spekulativer Erkenntnis. Neben der Strömung im hochgeistigen Bereich jedoch existierte seit der Antike desungeachtet der Bewußtseinsbereich der breiten Massen; sie kümmerten sich wenig um Philosophie, wohl aber um die tägliche Praxis des Handwerklichen als Lebensgrundlage. Überdies waren sie religiös gebunden. Zu den Lebensgrundlagen gehörte der metallurgische Bereich. Er lieferte ein gutes Anschauungsmodell der Stoffumwandlung, die Transsubstantiation: Wenn man nur einen Zinnüberzug machen wollte, genügte wenig Zinn und eine Temperatur unterhalb der Glühhitze. Mit etwas mehr Zinn jedoch und bei schwacher Rotglut fand eine (die oben bereits erwähnte) Stoffumwandlung statt und es entstand augenscheinlich Silber, das gegen Anlaufen resistent war. Vor wie nach der Transsubstantiation war der Gegenstand, etwa ein Spiegel, silberglänzend, also im äußeren zunächst gleich. Dennoch hatte sich die *ὄψια*, das Wesen, durch das Erhitzen auf dunkle Glut gewandelt. War das nicht der gleiche Vorgang wie bei der kirchlichen Wandlung von Brot und Wein, bei der die äußere Erscheinung unverändert bleibt? - Für die Änderung des Wesens bei der Herstellung silberner Spiegel konnte die Philosophie keine zutreffende Erklärung liefern. Wie hätte sich auch das Wesen der Sache durch die Manipulation des Erhitzens ändern können, also aus Zinn zu Silber werden können, wenn doch Platon als Seinsgrund jedes Dinges die unwandelbare Idee der Sache herausgestellt hatte?

Durch die Schule der platonischen Philosophie sind alle abendländischen Theologen seit der späten Antike gegangen. Nach dem Fall Konstantinopels wurden erst die Schriften des Aristoteles weiteren gebildeten Kreisen im Original zugänglich. Eine neue Beschäftigung mit der antiken Philosophie setzte ein. So kann es eigentlich nicht verwundern, daß schließlich im Zeitalter der Reformation der antike Begriff der Transsubstantiation (nicht das Wort sondern der Begriff!) nicht mehr verstanden wird, weil er nur noch durch die Brille der platonischen Ideenlehre gesehen werden kann. Die Entstehung des tiefspaltenden Abendmahl-Streits steht mit dieser Phase der abendländischen Geistesgeschichte in einem inneren Zusammenhang. Noch heute ist die Wirkung der Ideenlehre so stark, daß bestimmte Kreise die biologische Evolution als unmöglich ablehnen, da sich das Wesen im Erbgange nicht ändern könne. -

Die Feststellung ist nicht neu, daß mit dem frühen Mittelalter im Abendland eine weitere kulturelle Entwicklung für uns nicht mehr greifbar wird, wahrscheinlich erliegt. Ein Teil des Vorhandenen wird über Byzanz bewahrt, ein Teil von den Arabern übernommen.

Der Westen des Römischen Reiches wird von ganz anderen Fragen bewegt, und auch im Handwerk ist Jahrhunderte lang ein deutlicher Niedergang zu spüren.

Zu der Zeit nun, wo die Umschichtungen in Europa zu neuen und stabilen staatlichen Formen geführt hatten, und die Kultur einen neuen Aufschwung genommen - etwa im 11. Jh. -, bestand auch wieder das Bedürfnis, die gesamte Welt in einer großen und zusammenhängenden Schau zu sehen. Es beginnt die Zeit der bedeutenden mittelalterlichen Philosophen und ihrer Systeme.

Verglichen mit der Antike hat sich ein bedeutender Wandel vollzogen, dessen praktische Konsequenz nicht unterschätzt werden darf: Während bei Plato die Ideen der Dinge außerhalb der Sphäre der Götter von diesen unbeeinflusst ein ewiges Dasein führen, sind die Ideen nun in Gott hineingenommen, gewissermaßen sind sie nun seine Gedanken, nach denen er die Welt erschaffen hat.

War die Realität der Dinge der Umwelt, etwa noch bei Heraklit, gar nicht so fest verankert, weil nur der Wandel das einzig Beständige ist, und war gerade dieser Wandel von Zenon in Frage gestellt, da alle Bewegung nur Schein ist, war demnach in der antiken Philosophie die Realität nur ein schwacher Schatten der ewigen Ideen, die das Wahre Sein darstellen, so war nun Gott als Schöpfer der Garant dafür, daß die Dinge existierten, daß sie eine Realität hatten.

Und noch eine andere Sache konnte zur unumstößlichen Gewißheit werden: Da Gott die Dinge so und nicht anders nach seinem ewigen Willen geschaffen hatte, durfte man zuversichtlich nach den Gesetzen forschen, nach denen sich nach Gottes unveränderlichem Willen die Wandlungen der Natur vollzogen. Die Erkenntnis eines Naturgesetzes war somit Einsicht in den Schöpfungsplan Gottes.

Da aber gleichzeitig Geschichte als Heilsgeschichte verstanden wurde, konnte zwischen diesen beiden Denkweisen, nämlich zwischen Geschichtsbetrachtung und Naturbetrachtung, ein tiefer Konflikt nicht ausbrechen. Aus beiden konnte nur die Einsicht in Gottes Willen erwachsen.

Wie aber dennoch die Entwicklung auf einen Konflikt hinauslaufen mußte, soll im folgenden versucht werden darzulegen.

Wie gesagt, war die Philosophie von religiösen Überzeugungen überprägt. Fast unbemerkt, so möchte man sagen, hatten seit dem Niedergang im frühen Mittelalter die Handwerker wieder einen Schatz von Erfahrungswissen angehäuft, der aber zunächst für religiöse oder philosophische Betrachtungen irrelevant war. Er wurde erst von dem Moment an bedeutungsvoll, in dem Gelehrte sich gewisser Widersprüche zur antiken technischen Tradition bewußt wurden, zu jener Zeit also, als man die antiken Schriftsteller wieder (im Original) las und ihnen den Rang von Autoritäten einräumte.

Beim Untersuchen dieser Widersprüche, und das ist der Kern der neuen Entwicklung, begann man, mehr dem eigenen Versuchen und Experimentieren zu trauen als den Texten. Galilei als Exponent dieser Haltung ist fast bis zum Überdruß zitiert worden und hat für verschiedenste Meinungen herhalten müssen.

Unbestreitbar aber beginnt sich ein Wissen anzusammeln, das auf eigener, selbst gemachter Erfahrung beruht und von den Alten unabhängig ist. Nicht zuletzt ist hier die Hiatrochemie zu nennen und die Probierkunst der Bergleute und Metallurgen. In der Alchemie wird eine Strömung faßbar, die nur noch wenig mit antiker Philosophie zu tun hat, schon eher mit spätantiken magischen Praktiken oder Vorschriften, die über die Araber entweder aus der Antike hergekommen waren, ihre Wurzeln in Mesopotamien und Ägypten gehabt hatten, oder von den Arabern weiterentwickelt worden waren. Selbst chinesisches Gedankengut in der Bewertung einzelner, jetzt chemischer Elemente wie Antimon wird spürbar.

Das neue Wissen drängt zur Systematisierung. Wenn auch die damals neu entwickelten Systeme der Medizin, Arzneikunde, Chemie und Physik uns heute bisweilen abstrus anmuten, so sind an dieser Entwicklung doch zwei Dinge sehr wichtig für die folgenden Jahrhunderte:

- 1) Es bilden sich Denksysteme, die weitgehend von der antiken und mittelalterlichen Philosophie unabhängig sind.
- 2) Die antike Vier-Elemente-Lehre erweist sich als in zunehmendem Maße unzureichend, ja unzutreffend, und es kommt zunächst zur Vorstellung der Quinta Essentia, der heute umgangssprachlichen Quintessenz.

Nachdem die Entwicklung diesen Punkt erreicht hatte, war gewissermaßen ein neuer Sproß aus der Wurzel des Gegensatzes von Philosophie und Naturerkenntnis erwachsen.

Die jetzt selbständig entstehende Naturwissenschaft konnte für ihre Probleme keine Hilfe von der Philosophie oder Religion mehr erwarten, sah sich vielmehr zunehmend in einen Gegensatz gedrängt, da die Interpretation der Befunde weit über das Überkommene hinausging, oft diesem direkt zu widersprechen schien. So sah sich die Naturwissenschaft gezwungen, zunächst in Teilaspekten, dann immer weiter um sich greifend, sich ihr eigenes Weltbild zu schaffen. Der Begriff des Elements wandelte sich hin zu dem, was wir heute darunter verstehen, und so nahm also die Zahl der Elemente ständig zu, und es spielt dabei keine prinzipielle Rolle, daß zeitweilig das Oxid eines Elements für das Element selbst gehalten wurde. Eine Reihe neuer Naturgesetze wurde entdeckt, man faßte das Konzept der Gravitation, die durch den leeren, unbegrenzten Weltraum reichte und die Planeten auf ihre Bahnen zwang.

Darüber wurde völlig vergessen, daß die Begründung für die unveränderliche Gültigkeit all des neu Entdeckten immer noch der Schöpfergott der Bibel war. Mit einem Beweis, daß die aufgefundenen Gesetze notwendig immer so sein müßten, plagte man sich nicht. Newton noch postulierte einen absoluten Raum und eine absolute Zeit. Teilweise auch hielt man die Naturgesetze für denknotwendig - aber was ist an der Gravitation denknotwendig? Und falls doch, warum hatten die Griechen sie nicht gefunden?

Die Philosophie stand indes notwendigerweise in der Tradition der Antike. So weitgehend sie sich auch von der Bindung an die Religion zu lösen vermochte - von der Behandlung der schon in der Antike aufgeworfenen philosophischen Fragen konnte sie nicht freikommen, handelt es sich doch um grundlegende Fragen der Menschheit. Doch war sie schließlich so weder Naturphilosophie noch im

Sinne von Sokrates oder Plato der Weg zu Gott. Sie verstand sich als der Weg zum Wissen. - Ein Wissen worüber? -

Für den hier behandelten Gegenstand ist wichtig, wie dabei nun die antike "Idee" verstanden wurde und wird. Im Verfolg dieser Frage taucht unausweichlich der Begriff des "Begriffs" auf.

Darüber, was ein Begriff ist, sind Bände geschrieben worden. In einem Punkte herrscht relative Einigkeit: Damit ein Begriff unzweideutig verwendet werden kann, muß er definiert werden, d.h. eingegrenzt oder abgegrenzt (finis = Grenze oder Ende). Da dies auch nur wieder mit Begriffen möglich ist und da Begriffe Abstrakta sind, was sie in die unmittelbare Nachbarschaft von Ideen rückt, wird die Schwierigkeit deutlich, in der die Philosophie sich hier befindet, abgesehen von den Schwierigkeiten durch die Verschiedensprachigkeit allein der Europäer, und erst recht einmal abgesehen von dem, was die evolutionäre Erkenntnistheorie über die Abstrakta als innere Bilder sagt, die teilweise vor der Entstehung des Menschen entwickelt wurden.

Jedenfalls muß alles das aus dem Begriff ausgeklammert sein, was nicht zu ihm gehört, und so weit ist das ganz plausibel.

Die enge Verbindung oder Verwandtschaft der Begriffe zu den Ideen, denken wir etwa an Begriffe wie Schönheit, Ehre, Güte, Macht, Majestät oder andere Abstrakta, gab ihnen - und gibt ihnen vielleicht noch heute - eine reale Existenz, eine Existenz, die im Grunde seit dem Mittelalter nur auf einem Schöpfergott basiert. Doch das ist heute genauso verdrängt wie im Falle der sogenannten "klassischen" Naturgesetze.

Die Begriffe haben eine fatale Eigenschaft, sofern sie definiert, abgegrenzt sind. Mag ihr Bedeutungsfeld auch noch so weit abgesteckt sein, sie sind ihrem inneren Wesen nach keiner Erweiterung mehr fähig. Die Philosophie kann, sofern sie den ungeheuren Aufwand wirklich leistet, nichts anderes tun, als alle Bezüge der Begriffe zueinander klären. Dies wäre gewiß ein schönes Ergebnis, aber neue Denkresultate, die im Verlauf der Denkarbeit über die Bezüge der Begriffe zueinander auftauchen, bleiben definitionsgemäß ausgeschlossen. Denn wollte man sich entschließen, die Begriffe bei Bedarf wieder neu zu definieren, so begänne sich das Karussell der zu untersuchenden Bezüge erneut zu drehen ad infinitum. Praktisch haben allerdings viele Philosophen in ihrem Leben immer wieder die Inhalte ihrer Begriffe gewandelt, um ihren neuen Denkresultaten Rechnung zu tragen.

Dieser philosophischen Begriffsbildung gegenüber hat sich nun in den Naturwissenschaften ein anderer Begriff des "Begriffs" herausgebildet. Ich möchte ihn einmal als den "offenen Begriff" bezeichnen. Er liegt begrifflich in der Nähe der Bezeichnung, denn er bezieht sich überwiegend auf konkret faßbare Dinge.

Die naturwissenschaftliche Begriffsbildung kennzeichnet den zu bezeichnenden Gegenstand - er kann durchaus ein Abstraktum sein - hinreichend genau, ohne eine erschöpfende und damit abschließende Beschreibung geben zu wollen.

Dadurch ist sie fähig, neu hinzukommende Erkenntnisse mit in den Begriff hineinzunehmen, ohne in den Strudel neu zu definierender Begriffe gerissen zu werden. Als Beispiele mögen aus der Chemie

die Erweiterungen dienen, die etwa die Begriffe "Oxidation" oder "chemische Bindung" durch die Forschung des letzten halben Jahrhunderts erfahren haben.

Diese Möglichkeit naturwissenschaftlicher Begriffe übrigens, neue Erkenntnisse in sich aufzunehmen, ist zum Streitpunkt gegenüber der Philosophie geworden: Es behaupten nämlich manche ihrer Vertreter in vollem Ernst, die Naturwissenschaft widerlege sich selbst täglich neu, denn was gestern noch wahr gewesen sei, sei morgen unwahr. So unmöglich ist manchen Philosophen die Erweiterung eines Begriffs dem Prinzip nach. Gewiß, auch wenn es sich dabei um Extrempositionen handelt, so folgen sie doch ganz konsequent aus dem Festhalten an der Idee nach Platon. - Ganz neuerdings berufen sich wieder Kreationisten auf dieses Argument, betonen die Unwandelbarkeit der Arten und lehnen jede Evolution ab.

Natürlich blieb die Entwicklung im naturwissenschaftlichen Bereich nicht ohne Rückwirkung auf die Philosophie. Es tritt nämlich ein durchaus praktisches Problem auf: Wenn ein junger Philosoph ernsthafte Studien treibt, ist er gezwungen, sich durch die umfangreichen Texte antiker Philosophie durchzuarbeiten - ein mühseliges Beginnen, wenn alle auftauchenden Probleme wirklich durchdacht und nicht durch vorgegebene Überzeugungen ersetzt werden sollen. Dabei sei von den Problemen einmal ganz abgesehen, die sich aus den nie von Interpretationen freien Übersetzungen ergeben. Zu diesen Texten kommen dann noch die vielen philosophischen Kommentare hohen Ranges der späteren Jahrhunderte. Schließlich wären noch die Schriften der Scholastik und der folgenden Jahrhunderte zu durchforsten.

Nun basiert aber, wie eingangs dargelegt, antike Philosophie auf antiker Naturerkenntnis und ist ohne sie nicht denkbar. Was aber soll der junge Philosoph beginnen, wenn er dessen inne wird, daß die antike Naturerkenntnis seit vielen Jahrhunderten überholt ist? Müßte er jetzt nicht zuerst alle Naturwissenschaften wenigstens in ihren Hauptteilen studieren, um sich danach erneut den in der Antike aufgeworfenen Fragen zuwenden zu können? Steht er nicht vielmehr hier in der Situation von Goethes Faust, der so viel studiert hat, ohne einer wirklichen Lösung näher gekommen zu sein?

Eine praktisch verwirklichte Lösung des Dilemmas sieht seit vielleicht gut einhundert Jahren so aus, daß der Versuch unternommen wird, wie in der Antike ohne - objektiv - zureichende oder zutreffende Naturerkenntnis Philosophie zu treiben. Es wird versucht, das "Sein" zu erfassen oder die "Wahrheit" oder ein neu definiertes Ziel. Während aber die Antike ihr Bestes tat, die Natur zu begreifen, muß seit rund zweihundert Jahren ein besseres - wenn auch durchaus nicht vollkommenes - Wissen über die Natur entweder ignoriert oder eklektisch aufgenommen werden.

Das sozusagen "schlechte Gewissen" über dieses Vorgehen wird dann in Einzelfällen leider durch eine vorgegebene Überlegenheit der Geisteswissenschaften kompensiert, die im Laufe der Zeit zu einer angeeigneten Überzeugung wird. Das ist keineswegs als boshafte Feststellung zu verstehen: Heute gilt es in gebildeten Kreisen als ungebildet, wenn man nicht Erasmus von Rotterdam und seine Bedeutung kennt. Niemand andererseits wird ernsthaft verlangen, man müsse das Arbeitsprinzip eines Superhets verstanden haben

oder gar die Heisenberg'sche Unschärferelation, obwohl man durchaus nicht sicher sein kann, was auf den zukünftigen Weg der Menschheit einen größeren Einfluß ausüben wird.

Teilweise ist also eine Abwendung von der Naturkenntnis und eine Flucht in die Geisteswissenschaft hinein bemerkbar. Das besagt aber nun nicht, daß nicht die neuen Erkenntnisse über den Zusammenhang von Raum und Zeit, über die Erhaltung der Energie oder über den Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik keinen Einfluß auf die jüngere Philosophie gehabt hätten. Nachhaltige Ergebnisse sind indes nicht bekannt geworden, eher hat sich die Divergenz der jüngeren Philosophie deutlicher herausgeschält.

Die Wege von Philosophie und Naturwissenschaften haben sich also weit getrennt. Paradoxerweise garantiert aber immer noch, auch wenn das restlos verdrängt ist, in unserem Kulturkreis ein Schöpfergott die Existenz und Realität von philosophischen Begriffen, obgleich gerade mit ihrer Hilfe die Philosophie diesen Gott in Abrede gestellt hat.

In ebenso paradoxer Weise hat gerade die Naturwissenschaft des vorigen Jahrhunderts einen Gott abgelehnt wegen der Ewigkeit der Materie und deswegen, weil diese gerade so ist, wie sie ist-ebenfalls ohne sich bewußt zu werden, daß die Ewigkeit und Realität der Materie geistesgeschichtlich nur durch einen Schöpfergott sichergestellt waren.

Das mag überraschend klingen, läßt sich aber hoffentlich mit wenigen Sätzen hinreichend erläutern:

Weiter oben war darauf eingegangen worden, wie die Ideen Platons, die außerhalb der Götter eine Eigenexistenz hatten, in der mittelalterlichen Philosophie sozusagen in Gott hineingenommen worden waren. Dadurch hatten sie als Gedanken Gottes eine zeitlose Existenz. Das Mittelalter glaubte, auf Augustinus fußend, die zeitlose Existenz von Gedanken schon daran zu erkennen, daß die Antike ebenso wie die Bibel vermittels der Schrift ihre Gedanken überliefert haben. (Heute wird diskutiert, ob Informationen mit einer Energietönung verbunden sein könnten!)

Eine solche zeitüberhobene Wirklichkeit hatten nun auch die Naturgesetze, die ja in zunehmendem Maße erkannt wurden. Der Mensch wurde dadurch gottähnlich, daß er ebenfalls zeitüberhoben die ewigen Gesetze erkannte und formulierte, Gesetze, die wie die Fallgesetze durchaus die Zeit enthielten; heute würden wir sagen, die Zeit als physikalische Größe enthielten. Dies ist aber eine sehr weitgehende Abstraktion, denn die Zeit ist für den Menschen nicht beliebig disponibel, sondern hat einen gerichteten, einmaligen und unwiederbringlichen Charakter. Es ist bestimmt nicht die Lebenserfahrung, die die Zeit gleichermaßen als Stoff beliebig verfügbar erscheinen läßt. -

Die Antike hatte eine andere Vorstellung von der Zeit, und erst die Uhren ergaben die Vorstellung von einer kontinuierlich und kohärent ablaufenden Zeit. Unser subjektives Zeitempfinden ist völlig anders.

War nun erst der Gedanke dieser, daß die Uhr die erschaffene Zeit messen könne, eine Zeit, deren Ende die Bibel verheißt, so wurde im Verlauf der Entwicklung dieser Gedanke völlig umgekehrt und

die Uhr als der Beweis dafür genommen, daß die Zeit gleichmäßig, stetig und unendlich abläuft. Und auch hier schien sich der Mensch wieder ein Stück Gottähnlichkeit erworben zu haben: Aus der Ewigkeit Gottes nimmt er sich die Unendlichkeit der Zeit (so etwa zuerst bei Pascal!)

Es ist hier nicht Gelegenheit, näher darauf einzugehen, wie gerade bei Pascal aus der göttlichen Ewigkeit eine physikalische Unendlichkeit geworden ist, etwa beim Satz über die Parallelen, die sich in der Unendlichkeit treffen. - Es kann in diesem Rahmen auch nicht auf Einsteins spezielle Relativitätstheorie eingegangen werden, nach der Uhren nun durchaus nicht mehr unter allen Umständen gleich schnell, vielmehr bei sehr hoher Beschleunigung langsamer laufen, wodurch die Position vom Ende des vorigen Jahrhunderts auch hier überholt ist.

Am Ende des 19. Jh. jedenfalls steht da der Mensch, der fast wie ein Gott die Schöpfung überblickt - wie wir heute wissen, nur zu überblicken vermeint - und glaubt, die Dinge betrachten zu können, ohne in sie eingreifen zu müssen.

Das 20. Jh. freilich brachte dann den schon angedeuteten Wandel, und der Mensch geriet, verglichen mit seiner Gottähnlichkeit im vorausgehenden Jahrhundert, in eine vergleichsweise schlechte Position. Dieser Wandel nun, so sehr er die Selbsteinschätzung des Menschen tangiert, so sehr er also in die Domäne der Philosophie eingreift, stammt doch nicht aus der Philosophie, sondern ist das legitime Kind der Naturwissenschaften.

Mit seiner Relativitätstheorie hat Einstein den Begriff der Zeit wesentlich modifiziert. Ihr gleichmäßiger Ablauf ist nur noch den "reinen" oder vielleicht "traditionellen" Philosophen selbstverständlich - da, wo man sie heute noch antrifft.

Auch die Betrachtung aller Dinge und ihres Laufs von einem überhöbened, quasi gottähnlichen Standpunkt aus, ist spätestens seit Heisenbergs Unschärferelation zumindest als philosophisches Prinzip nicht mehr möglich, denn Beobachtung bedeutet Eingriff, Korrelation.

An noch anderen Stellen steht die im klassischen Sinne schlußfolgernde Denktätigkeit vor Aporien, gegen die das Sophisma des Zenon als ein Kinderspiel erscheint.

Mag es noch angehen, daß je nach Versuchsanordnung das Licht einmal als Korpuskel, einmal als Welle nicht nur zu beobachten sondern auch zu verstehen ist, so bleibt es doch klassischem Denken unerfindbar, wieso im Nichtsein gleichzeitig Sein sein kann. Doch genau das mutet die moderne Naturwissenschaft dem Denken zu, wo sie etwa den Hilfsbegriff des Feldes verwendet; denn die alte Unterscheidung in materiehaftes Sein und nicht materiehaftes Sein ist mit der Formel:

$$E = mc^2$$

als theoretisches Argument zusammengebrochen.

Zum Verständnis der philosophischen Ungeheuerlichkeit, die darin liegt, was gleich erklärt werden soll, muß noch darauf hingewiesen werden, daß die Philosophie nicht hinreichend quantifizieren kann, vielmehr lebt sie mehr von polaren Gegensätzen wie: Sein

oder nicht Sein; richtig oder falsch; ist es so oder ist es nicht so, daß ...; usw. Was soll sie aber nun mit der Versicherung der Naturwissenschaften anfangen, daß zwar zwischen dem Elektron im Wasserstoff und dem Proton, seinem Kern, nichts ist als ein vergleichsweise riesiger leerer Raum, daß aber nichtsdestoweniger das Elektron wegen seiner negativen Ladung vom Proton wegen dessen positiver Ladung angezogen werde - durch das Nichts hindurch?

Oder wie ist das philosophisch zu verstehen, daß zwischen der Erde und der Sonne ein leerer Raum sei, also Nichtexistenz im klassisch-philosophischen Sinne, daß aber nichtsdestoweniger eine Gravitationskraft die Erde an die Sonne binde? Es sei noch einmal daran erinnert, daß in der griechischen Philosophie der Raum als umgrenztes Nichts verstanden wurde und daß der Grieche kein unmittelbares Wort für den unbegrenzten Raum in unserem Sinne hatte, wenn er auch in besonderer Weise die Dreidimensionalität in der Geschichte der Menschheit erfaßt hat, wie aus der Entwicklung der freistehenden Plastik hervorgeht. Kant begreift diesen Raum als eine Denkkategorie des Menschen, also ebenfalls als etwas ohne materiellen Inhalt. Wenn aber der Raum Träger des Gravitationsfeldes ist, ist er dann mehr als ein Abstraktum? Wenn er das ist, was ist seine substantia? Wenn er aber substanzlos ist (Versuche haben ja gezeigt, daß der hypothetische Äther der Jahrhundertwende nicht existieren kann), wie ändert sich dann dieses Nichts, wenn es gleichzeitig neben dem Gravitationsfeld noch ein magnetisches Feld (z.B. von der Sonne her) und ein elektrisches Feld enthalten soll? Was heißt das in klassischen Termini, wenn die Naturwissenschaft sagt, eine elektromagnetische Welle sei eine Störung des Raumes? Wenn der Raum nun solchermaßen verschiedene Zustände haben kann, wie sieht seine reale Existenz aus? Darüber hinaus bleiben auch für die heutigen Vorstellungen noch Fragen zu behandeln, auch wenn sie bereits z.T. schon durch die Relativitätstheorie angesprochen sind: Wieso ist die Ausmessung dieses Raumes für uns mit Zeit verknüpft? - Es sei an den Begriff der Lichtjahre erinnert. Wieso ist dann die Erforschung der größten Dimension mit dem Licht von Sternen und dessen Reisezeit verknüpft? Wohlgermerkt mit Licht von Sternen, die "gleichzeitig"- und hier bedingen die Gedanken Einsteins die Anführungszeichen gar nicht mehr so existieren. Warum wird also hier physikalisch gemeinte Zeit so enorm deutlich als Vorgang historischer Tiefe greifbar? Wo ist da die Zeit als zumindest theoretisch verfügbares Quantum geblieben?

An dieser Stelle ist es angebracht, auf Karl R. Popper einzugehen, dessen Buch "Logik der Forschung" immer noch an Popularität gewinnt. Poppers Kritik hat sich daran entzündet, daß man nicht aus der Betrachtung einer Sache entnehmen könne, ob es nicht noch eine andere gebe. Zitat:

"Bekanntlich berechtigen uns noch so viele Beobachtungen weißer Schwäne nicht zu dem Satz, daß alle Schwäne weiß sind." (Popper 1973, 3).

Mit dieser Formulierung stellt Popper das Induktionsprinzip infrage. So scheinbar einfach Poppers Feststellung ist, so unauffällig manipuliert sie eine Voreingenommenheit. Zur Klärung sind einige Dinge festzuhalten:

Zunächst sei daran erinnert, daß weiter oben versucht wurde klarzustellen, was ein geschlossen definierter Begriff sei und was

eine offene Definition. Sodann: Im Beispiel Poppers ist die weiße Farbe recht nebensächlich für die Definition des Schwans. Es gibt so viel wesentliche Dinge am Schwan zu konstatieren, daß aus der Beobachtung hinreichend vieler Schwäne die Aussage über eine weitere Anzahl Schwäne durchaus zutreffend gemacht werden kann. Nur die philosophische, geschlossene Definition des Schwans muß sich die Kritik Poppers gefallen lassen. Die offene Begriffsbildung kann von n auf $n + 1$ schließen: Es gibt noch mehr (weiße) Schwäne und sie sind als solche erkennbar.

Eine weitere Manipulation Poppers liegt darin, daß ein Schwan ein höchst komplexes Gebilde ist mit einer nicht überschaubaren Anzahl von an sich erkennbaren Eigenschaften. Geht man auf einfacher gebaute Dinge zurück, und es ist ja das Anliegen der (Natur) Wissenschaft, die Zahl der Parameter möglichst gering zu halten, so wird das Problem viel klarer. Betrachtet man etwa statt des Schwans ein Elektron, so ist es durch einen vergleichsweise geringen Satz von Eigenschaften charakterisiert. Zu diesen gehört die elektrische Ladung, die bei allen Elektronen negativ ist. (Die Zahl der Elektronen im Kosmos ist unangebar groß.) Setzt man nun rein formal in den Popper'schen Satz statt der Schwäne Elektronen ein und statt der Eigenschaft weiß negativ, so lautet sein Satz:

"Bekanntlich berechtigen uns noch so viele Beobachtungen von negativen Elektronen nicht zu dem Satz, daß alle Elektronen negativ sind."

Dieser Satz stößt unmittelbar auf Widerspruch.

Nun wissen wir, daß es Elementarteilchen gibt, die, abgesehen von ihrer Ladung und damit ihrem magnetischen Moment, alle Eigenschaften mit den Elektronen gemeinsam haben, nämlich die Positronen.

Der auf Elektronen umgeformte Satz Poppers läßt sofort erkennen, daß der Induktionsschluß gar nichts über die Positronen aussagen möchte, wohl aber dabei bleibt, daß alle Elektronen negativ sind. Sollte sich ein Ding finden, daß zwar den Elektronen entsprechend gebaut, aber nicht negativ ist, so handelt es sich um etwas anderes. - Der Satz an kennzeichnenden Daten für das Elektron ist ausreichend - eine offene Definition, die Platz für die Erkenntnis weiterer Eigenschaften des Elektrons läßt.

Poppers Trick bei seiner Behauptung ist der, daß man sich sagt: ob weiß oder schwarz - Schwan bleibt Schwan. Die große Zahl der Merkmale stellt das sicher.

Auf seinen Aussagekern reduziert, verliert der Satz Poppers völlig seine Überzeugungskraft. Immerhin aber ist es Popper mit diesem Denkansatz gelungen, den Induktionsschluß, sei es der vollständige oder der unvollständige, wieder in Mißkredit zu bringen. - Übrigens ist die Diskussion bezüglich der Stringenz des Induktionsschlusses in der Geschichte bereits mehrfach geführt worden; es sei an die Exponenten Bacon und Hume erinnert. - Wenn aber der Induktionsschluß nichts taugt, so folgert Popper weiter, so lassen sich Schlußfolgerungen nie beweisen. Daher sei es nicht die Aufgabe der Wissenschaft, Beweise zu finden, vielmehr habe sie sich laufend zu bemühen, aufgestellte Hypothesen und Theorien zu falsifizieren. Nur Thesen, die dem Versuch, sie zu falsifizieren,

standhalten, können so lange als gültig - und durchaus nicht als richtig oder gar wahr - angesehen werden, wie es nicht gelungen ist, sie zu falsifizieren. Demnach kann es für den Menschen irgendeine endgültige Wahrheit gar nicht geben.

Weiter schlußfolgert Popper aus diesem Ansatz, daß nur diejenige überhaupt eine Wissenschaft sein kann, die Falsifizierungsversuchen zugänglich ist. Wenn eine Disziplin sich solchen Falsifizierungsversuchen als unzugänglich erweist, so handelt es sich, immer nach Popper, nicht um eine Wissenschaft. Dem ist entgegenzuhalten, daß zum Falsifizierungsversuch im Bereich der realen Dinge das Experiment gehört. Im Prinzip muß das Experiment von jedem (hinreichend Ausgebildeten) jederzeit mit demselben Ergebnis wiederholbar sein, damit das Resultat kein Zufallsergebnis ist. Nun spielt aber bei dieser Forderung wieder die Zeit als disponible Quantität eine Rolle, denn Wiederholbarkeit bedeutet, daß der Vorgang nicht als historisches Ereignis zu interpretieren ist. Mit seiner Forderung steht Popper somit aber wieder auf jener zeitüberhobenen, gottähnlichen Warte, von der aus er das Irdische beliebig betrachten kann und nach ewigen Wahrheiten, nach dem Wesen der Dinge greift. Gleichzeitig ignoriert er die Zeit in ihrer einmaligen, unwiederholbaren, historischen Dimension. Bezeichnend ist der Titel seiner Schrift: Vom Elend des Historizismus.

So werden denn nach Poppers Urteil alle Wissenschaften, die der Zeit in ihrer historischen Dimension Rechnung tragen, zu Nicht-Wissenschaften. Das muß für die Geologie ebenso gelten wie für die Paläontologie, die Lehre von der Evolution wie für die Ur-, Vor- und Frühgeschichte sowie alle anderen Geschichtswissenschaften. Ja sogar die Astronomie gerät hier ins Verdikt, denn sie kann die Explosion einer Supernova nicht experimentieren sondern nur beobachten, und jede beobachtete Explosion einer Supernova geschieht unter "historisch" einmaligen, unwiederholbaren Bedingungen. Was gäbe es da zu falsifizieren: alle Resultate entspringen Denkopoperationen.

Wenn also die von einer früheren Phase der Philosophie geprägten Vertreter einer der Geisteswissenschaften, sofern sie Vertreter einer der Geschichtswissenschaften sind, mit Experimenten, d.h. mit der Archäometrie, nichts anzufangen vermögen, weil ihnen beispielsweise zugemutet wird, Fehlerbreiten zu akzeptieren, wo doch eine Sache entweder richtig oder falsch ist, oder wenn ihnen zugemutet wird, die Existenz von elektrischen oder anderen Feldern im leeren Raum, also einer Denkkategorie, anzunehmen, wo doch eine Sache entweder ist oder nicht ist, so wird auf der anderen Seite den Anhängern einer jüngeren Phase der Philosophie, sofern sie Geschichtswissenschaftler sind, nahegebracht, ihr Fach nicht als Wissenschaft zu verstehen, dagegen doch aber die Archäometrie, da sie im Prinzip wiederholbare Experimente ausführt.

Schon hieraus wird deutlich, daß die Archäometrie in ihrer Bewertung durch historische Wissenschaften eine wechselnde Beurteilung erfahren muß.

Man kann beiläufig darauf hinweisen, daß der größte Teil der zeitgenössischen Philosophen sich von den Fragen der Art, wie oben behandelt, abgewandt hat und sich um soziale, soziologische und politische, ja Tagesfragen kümmert, so daß schon 1971 Claus

Grossner sein viel gelesenes Buch vom "Verfall der Philosophie" schreiben konnte.

Doch mit der Neuorientierung der Philosophie ist keineswegs die Spannung aufgehoben, die zwischen ihr und der gleichzeitigen Naturwissenschaft besteht, vielmehr werden die bestehenden Gegensätze zunehmend bewußt. Als Beispiel sei ein Text des Biologen R. Riedel vom Jahre 1983 etwas ausführlicher zitiert:

"Viele werden das berühmte Buch von SNOW kennen, "The two cultures", in dem gezeigt wird, daß wir uns als Ingenieur oder als Naturwissenschaftler den Tag über materialistisch verhalten, abends nach einem GOETHE, vielleicht sogar nach der "Bibel" greifend, uns idealistisch fühlen. Diese Spaltung in Materialismus und Nichtmaterialismus, in diese zwei Kulturen, ist dabei nicht geographisch zu begrenzen. Wir finden sie in einer Stadt, wir finden sie in einer Familie, wir finden sie, Hand aufs Herz, oft in ein und demselben Individuum - mir jedenfalls ergeht es in dieser Weise. Wir haben zweierlei Weltanschauungen. Die eine, die meint, alle Dinge, alle Ereignisse dieser Welt, auf letzte Ursachen zurückzuführen zu können. Eine andere Sicht, die versucht, alle Dinge in dieser Welt aus letzten Zwecken zu begründen. Wir haben in unserer Geistesgeschichte damit die Natur- und Geisteswissenschaften getrennt. Und über den Hiatus gibt es eigentlich keine Verhandlungen. Im Gegenteil, Übertretungen werden mit vielfältigen sozialen Strafen geahndet. Viele haben daher die Finger von solchen Unternehmungen gelassen. Wer immer ein Ordinariat anstrebt, sei auf der Hut; er muß sich mit Haut und Haaren der entsprechenden Partei verschreiben, um mit dem Strom in seine Sättel zu gelangen. In Österreich gibt es die merkwürdige Unternehmung, noch eine dritte Fakultät erfunden zu haben, eine grund- und integrativwissenschaftliche. Man hat erst nachher bemerkt, daß sich dies in keine andere Sprache übersetzen läßt. Der Antrieb dazu stammt von den Philosophen, die nach wie vor über dem kleinen Fußvolk der Wissenschaften thronen wollen, um sich hier ein sicheres Refugium zu erhalten. Das ist wohl unfreundlich gesagt, aber ich erwähne es deshalb, weil wir in dieser Problematik in der letzten Zeit von der Philosophie wenig Hilfe erwarten konnten. Vielleicht mag sich das ändern.

Das ganze beruht auf methodischen Unterschieden. Die Naturwissenschaft verfolgt üblicherweise eine szientistische Methode."

Wie in den vorausgegangenen Erörterungen geschehen, führt auch Riedl die Gegensätze bis tief in die uns bekannte Geschichte zurück, wenn auch unter dem Gesichtswinkel der Evolutionären Erkenntnistheorie.

Indes erhebt sich die Frage, ob die divergierende Entwicklung von Geistes- und Naturwissenschaften nicht ein spezifisches Ergebnis unserer europäisch-westlichen Kultur ist (an der selbstverständlich auch Rußland teilhat). Ein kurzer Rückblick zeigt dies:

In Mesopotamien und Ägypten werden Fragen des Messens und des rechten Maßes nur spärlich in Texten erwähnt unter mehr technischen Gesichtspunkten. In der griechischen Philosophie ist dieser Gegenstand einer Behandlung nicht würdig. (Mir ist kein antiker

griechischer Maßstab bekannt geworden, den ein klassischer Archäologe je zutage gefördert hätte.) Im römischen Imperium befaßt sich wenigstens eine Spezialliteratur mit der Umrechnung verschiedener Maßeinheiten ineinander; mit der rechten Feldmessung. Es sind über 20 Maßstäbe bekannt geworden.

China hat vermutlich irgendwann um die Mitte des 3. Jt. die noch ältere mesopotamische Längeneinheit übernommen, teilweise später umgestaltet. Ein chinesischer Mythos befaßt sich mit der Einhaltung des rechten Maßes aus dem Westen. In China hat man sich, anders als im Westen jedoch, stets um das rechte Maß offiziell bemüht, um in der Harmonie der Welt zu bleiben. Am Kaiserhof war ein eigenes Ministerium schon von vorchristlichen Zeiten an bis zum Untergang der letzten Dynastie für die Einhaltung des rechten Maßes und Ausübung der rechten Musik verantwortlich. Aus Texten vieler chinesischer Gelehrter wissen wir von den Bemühungen höchster Stellen um die Bewahrung der richtigen Einheit der Maße einschließlich des Bezugstones in der Musik, der einerseits über die Länge einer Rohrflöte an die Längenmaße angebunden war, andererseits aber durch eine gestimmte Bronzeglocke möglichst unverändert erhalten wurde. Naturwissenschaftliche und technische Errungenschaften, wie sie etwa die vertiefte Kenntnis des Magnetismus ermöglichte, wurden in den Dienst des Kults gestellt, weil man vom inneren Zusammenhang aller Dinge tief überzeugt war. Die große Leistung, die die analytische Betrachtung aller Dinge durch die alten Griechen darstellt, wurde im Fernen Osten nicht erbracht und brauchte daher auch nicht mit einer Spaltung in eine "hohe" Philosophie und "flache" Naturwissenschaft erkaufte zu werden.

Wie sehr die Nachantike mit ihrer Ausrichtung des Denkens auf Gott und auf den Menschen selbst bezogene Dinge antikes Wissen über Gegenstände der Natur und des Handwerks hat untergehen lassen, spiegeln unsere heutigen Lexika der lateinischen und griechischen Sprache wider: Die angeführten Übersetzungen sind dem Bereich der Philosophie, Staatskunst oder der Poesie entnommen. Die ebenso vorhanden gewesenen Bedeutungen sehr vieler Wörter im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich sind vergessen. Einige Beispiele aus der *Naturalis Historia* des Älteren Plinius - aus ihr werden entsprechende Paragraphen von einer interdisziplinären Arbeitsgruppe emendiert ins Deutsche übertragen - mögen das belegen.

1) Für *acies* (n.h. 34, 145) kennt das Wörterbuch: Scharfe, Schneide, Spitze oder Schlachtreihe. Mit alle diesen Bedeutungen ergibt sich aus dem Satz "*ex mera acie temperantur*" kein Sinn. Das Wort bedeutet aber im technischen Sinne Stahl, und es ergibt einen Sinn zu sagen, eine Sache sei aus reinem Stahl gefertigt. Technologische Untersuchungen haben dies und die weiteren Ausführungen Plinius an dieser Stelle bestätigt. Französisch heißt Stahl *acier*!

2) Das Wort (im Akkusativ) *silicios* (n.h. 16, 68) gehört zu den *hapax legomena* und wird in keinem Lexikon geführt. Übersetzer nehmen daher regelmäßig eine Textverderbnis an, die jedoch nicht belegbar ist. Die Funde von Vindolanda haben gezeigt, um was es sich handelt: Holztäfelchen, meist dünner als 1 mm, auf die geschrieben wurde. In Vindolanda lagen Einheiten der Bataver, und so dürfte Plinius die Kenntnis dieser Täfelchen zusammen mit dem

Wort von seinem Kommandoposten bei den Batavern heimgebracht haben. Sprachlich dürfte es mit dem heutigen engl. slices, deutsch schlitzen, verwandt sein.

3) Ähnlich ist es bei der Beschreibung der Gewinnung von Seifen-Zinnstein gegangen (n.h. 34, 157): Das entscheidende Wort für die Auffangvorrichtung, die "Falle" des spezifisch schweren Zinnsteins, ist verderbt. Heute lesen die Philologen "in calathis". Das Wort hat den Vorteil, als ein griechisches Fremdwort im Lateinischen verständlich zu sein. Es handelt sich um einen kleinen Korb in Form einer offenen Blüte. Eventuell hieß aber der Text zunächst "in catillis" oder "in catinis", was kleine pfannenartige Gefäße bezeichnet. Agricola kannte sie noch, weil bis zu ihm die Gewinnungstradition nicht abgerissen war. Zwar ist der Gegenstand auf einem Holzschnitt seiner Schrift abgebildet, doch unkenntlich klein; auch hielt es Agricola nicht für nötig, eine Beschreibung oder Eindeutschung zu liefern.

4) Ein weiteres Beispiel liefert die Beschreibung der Entstehung der Bleiglätte (n.h. 33, 107), von der es eine Sorte "peumene" geben soll. Ältere Philologen halten dies für eine Verschreibung aus "reumene", für die die Gleichheit des griechischen Rho (P) und des lateinischen P Vorschub geleistet haben soll. Wahrscheinlicher ist eine Verschreibung des Wortes aus "pneumene", da wir seit den Untersuchungen von Konophagos an den antiken Bleigewinnungsstätten in Laurion wissen, daß mit Blasebälgen Luft unter die entstehende Bleiglätte geblasen wurde, wodurch ein schaumiges Produkt, die spuma argenti, entstand.

5) Bleiben wir noch bei der Bleiverarbeitung (n.h. 34, 171): Für ein gelbes Produkt taucht die Bezeichnung "scoria" = Abfall, Asche, Dreck auf. Noch neueste Autoren (z.B. D. Goltz) identifizieren scoria mit Bleiglätte, allein aufgrund der gelben Farbe. In der Antike ist aber Bleiglätte durchaus kein Abfall sondern Ausgangsprodukt für das plumbum argentarium (= das Reinblei aus den Silberhütten!). Im antiken medizinischen Gebrauch sind verschiedene Qualitäten der Bleiglätte (Lithargyrum, spuma argenti usw.) wohlbekannt, während scoria Eigenschaften hat, die nicht auf Bleiglätte zutreffen können: sie soll glasähnlich und sehr hart sein. Eigene Laboruntersuchungen ergaben, daß scoria im gegebenen Zusammenhang einen synthetischen Ganomalit bezeichnet, der auch im dichtenden Verputz der Zisternen von Laurion von Mishara nachgewiesen werden konnte.

Was die Archäometrie anstrebt, ist wohl an diesen Beispielen deutlich geworden: Das Experiment, der Realbefund soll auch noch da eine Brücke zwischen den auseinanderdriftenden Kontinenten "Humanwissenschaften" und "Naturwissenschaften" schlagen, wo die Überlieferung entweder ganz fehlt oder nur noch bruchstückhaft oder entstellt vorhanden ist.

Abschließend soll dies an einem weiteren Beispiel dargestellt werden: Sowohl bei Petronius (Gastmahl des Trimalcho) als auch bei Plinius findet sich eine wenig eindeutige Stelle, daß ein Glasbläser ein "unzerbrechliches" Glas erfunden habe. Der stolze Erfinder führt dem Kaiser sein Produkt vor. Statt der erhofften Belohnung wird der Unglückliche hingerichtet, damit nicht wegen seiner Erfindung der Metallpreis fallen solle. - Die Kaiser zogen erheblichen Nutzen aus der Metallgewinnung.

Weil sich in Ausgrabungen immer wieder dickwandige Gläser finden, die, in situ undeformiert, völlig in kleinste Splitter wie unser Sekuritglas zersprungen sind, sind wir im Labor der Sache nachgegangen. Sekuritglas ist nämlich wesentlich widerstandsfähiger als normales Glas. Diese speziellen römischen Gläser gehören nach unseren Analysen einer besonderen Gruppe, der Hoch-Mangan-Gruppe, an und weisen noch heute innere Spannungen auf wie das Sekuritglas. Die undeutliche Nachricht vom "unzerbrechlichen" Glas hat also auf die Spur eines technologischen Geheimnisses der Römer geführt: Geschichtsinformation durch den Laborbefund. -

Kehren wir von den konkreten Beispielen wieder zur allgemeinen Betrachtung zurück!

Im Verlaufe der Darstellung zeigte sich "die Geisteswissenschaft" als etwas heute sehr Heterogenes, das wohl eher durch die Arbeitsweise von der Naturwissenschaft unterschieden ist. Es fehlt das Experiment und weitgehend die Möglichkeit des Quantifizierens. Deshalb wurde im Voraufgehenden immer die Entwicklung der Philosophie als repräsentativ für die Geisteswissenschaften im Allgemeinen genommen. Andererseits entwickelten sich die Naturwissenschaften aus geringen empirischen Ansätzen heraus zu einem vielfältigen System, das bei allen heute noch offen stehenden Fragen doch einen gemeinsamen Fundus erarbeiteten festen Wissens hat, der inzwischen einen immensen theoretischen Überbau trägt.

Dieser Überbau ist im Begriff, an die Stelle der Philosophie im überkommenen Sinne zu treten. Besondere Bedeutung kommt dabei wohl der Evolutionären Erkenntnistheorie zu, die beginnt, Abstrakta oder "Ideen" als eingeborene und genetisch bedingte Anschauungsformen, die freilich der Aktivierung durch die Erfahrung bedürfen, zu beschreiben. Dabei geht der Weg der Einzelpersonen in der Regel vom Studium einer Naturwissenschaft aus und bezieht philosophische Fragestellungen und Studien im späteren Leben mit ein.

So steht denn im Spannungsfeld zwischen einer heterogen gewordenen Spannungsfeld zwischen den zwei "Kulturen" die Archäometrie, die das Experiment mit den Naturwissenschaften, die Auswertung aber und besonders die Bewertung mit den Geisteswissenschaften im überkommenen Sinne gemeinsam hat. - Zeit im physikalischen Sinne und Zeit in ihrer historischen Einmaligkeit - im Spannungsfeld zwischen diesen Polen bewegt sich die Archäometrie.

Literatur

- Th. v. Aquin, Herausgegeben von J. Piper. München 1956 (Fischer Bd. 130).
L. Barnett, Einstein und das Universum. Frankfurt 1952 (Fischer Bd. 21).
D.J. Bernal, Science in History. Middlesex 1969.
H. v. Ditfurth, Der Geist fiel nicht vom Himmel. München 1983 (dtv).
M. Fierz, Die Bedeutung der Jungschen Psychologie für die exacten Wissenschaften. In: C.G. Jung, Im Leben und Denken unserer Zeit. (Hrsg. H. Zollinger). Olten 1975.
C. Grosser, Verfall der Philosophie. Hamburg 1971.
Herodot, Geschichten. Köln o.J.

-
- Herodot, Historien. München 1958 (Goldmann Bd. 452).
D.M. High, Sprachanalyse und religiöses Sprechen. Düsseldorf 1972.
J. Hirschberger, Geschichte der Philosophie. Basel 1961.
E. Hodges, Technology in the Ancient World. Middlesex 1971.
K. Jaspers, Vom Ursprung und Ziel der Geschichte. München 1955 (Fischer Bd. 91).
E.K. Konopagos, Le Laurion antique. Athen 1980.
F. Krafft, Geschichte der Naturwissenschaft I. Freiburg 1971.
H. Kreuzer (Hrsg.), Literarische und naturwissenschaftliche Intelligenz. Dialog über 'zwei Kulturen'. Stuttgart 1969.
T. Litt, Führen oder wachsen lassen. Stuttgart 1969.
T. Livius, Ab urbe condita libri CXXXII.
J. Mishara, 'X₂', a geochemical synthesis at ancient Laurion. 1986 international symposion on Archaeometry. Abstracts 125.
B. Pascal, Gedanken. Übertragen von W. Rüttenauer. Birsfelden o.J.
Plinius d.Ä., Naturalis historia. 10 Bde., London 1967 (Loeb's Klassiker).
K.R. Popper, Logik der Forschung⁵. Tübingen 1973.
R. Riedl, Kultur - Spätzündung der Evolution. München 1987.
A. Schmidt, Die Kölner Apotheken. Köln 1931.
A. Schwegler, Geschichte der Philosophie im Umriss. Leipzig o.J.
R. Sinz, Lernen und Gedächtnis. Stuttgart 1976.
K. Steinbruch, Philosophie und Kybernetik. München 1970.
A. Stückelberger, Vestigia Democritea. Basel 1984.
F. Szabadváry, Geschichte der analytischen Chemie. Braunschweig 1966.
G. Vollmert, Evolutionäre Erkenntnistheorie. Stuttgart 1975.
P. Walden, Geschichte der Chemie. Bonn 1950.
C.F. v. Weizsäcker, Atomenergie und Atomzeitalter. Frankfurt 1958 (Fischer Bd. 188).
R. Wendorff, Zeit und Kultur. Geschichte des Zeitbewußtseins in Europa. Opladen 1980.

Diese Abhandlung ist Herrn Prof. Dr. H. Müller-Beck, dem früheren Ersten Vorsitzenden der DGUF, zur Vollendung seines 60. Lebensjahres gewidmet.

Dr. Dr. Rolf C.A. Rottländer
Institut für Urgeschichte
Schloß, 7400 Tübingen