

## **Naturwissenschaft und Phantasie — wissenschaftsgeschichtlich gesehen.**

Von Univ.-Prof. Dr. Josef Gicklhorn, Wien.

Vortrag, gehalten am 2. Mai 1956.

Unter Naturfreunden und kunstverständigen Laien, aber auch unter Fachleuten aller Gebiete der Naturwissenschaft begegnet man überraschend oft der Meinung, daß Kunst und Wissenschaft zwar „die edelsten Blüten“ im Kulturschaffen eines Volkes oder Landes sind, daß aber zwischen Kunst und Wissenschaft unüberbrückbare Gegensätze vor allem in den Arbeits- und Denkweisen bestehen. Beim ersten Blick scheint diese Meinung zutreffend zu sein. Man denke nur an den Unterschied der Eindrücke nach dem Besuch einer berühmten Bildersammlung oder eines klassischen Theaterstücks einerseits und nach dem Gang durch ein Forschungslaboratorium der Physik oder Chemie in Hochschulen oder Industrierwerken andererseits. Man könnte auch ein Konzert oder die Sprache eines Gedichtes mit einem fachwissenschaftlichen Vortrag eines Chemikers oder Mathematikers vergleichen. Hinsichtlich der Kunst nimmt daher jeder als selbst-

verständlich an, daß für eine jedermann eindrucksvolle Schönheit des fertigen Werkes eine neuartige Technik, ein neuer Stil, neue Motive oder Variationen über alte usw., doch letzten Endes die Phantasie eines Künstlers entscheidend sind.

Wenn man überdies irgend ein Lehrbuch z. B. der Biologie, Medizin, Mathematik, Physik, Chemie, Astronomie usw. mit einem Werk über Kunstgeschichte vergleicht, dann scheint es offensichtlich, daß Phantasie und auch Humor in irgendwelchen Gebieten der Naturwissenschaften fehlen. Man meint, daß es diesmal in allem und jedem auf die Beobachtungsschärfe, Verstandeskräfte, die Beherrschung von vielerlei komplizierten Arbeitsmethoden, die Kenntnis einer mühsam erlernbaren Fachsprache mit Formeln oder tausenderlei griechischen und lateinischen Worten ankommt. Reine Wissenschaft soll auch die Empfänglichkeit und Begeisterung für Künste derart abstumpfen, daß der Gewinn an verstandesmäßigem Wissen, dessen Wert man in der Technik, der Medizin und zahllosen Zweiggebieten der angewandten Naturwissenschaft nicht anzweifelt, mit einem bedenklichen Verlust an anderen menschlichen Fähigkeiten viel zu teuer erkaufte sei.

Wie so oft im Leben, gilt aber auch für diese Meinungen das bekannte Sprichwort: „Der Schein trägt.“ Es handelt sich nachweisbar um ein bewußtes oder unbewußtes Fehurteil nach vielerlei Vorurteilen, die jederzeit und leicht durch hunderte

Beispiele aus der Geschichte der Wissenschaft zu widerlegen sind. Wer in den reinen und angewandten Wissenschaften nur streng sachliche, objektive nüchterne Arbeitsgebiete sieht, in denen die Persönlichkeit eines Forschers belanglos ist, ist in einem Irrtum verstrickt. Nur äußerlich beruht der erzielte Fortschritt auf der handwerksmäßigen Anwendung üblicher Arbeitsmethoden, nur scheinbar ist so oft ein Schritt in wissenschaftliches Neuland die streng logische Folge eines vorhergehenden. Es ist auch nicht so, daß durch einen wohl durchdachten Arbeitsplan mit aller Sicherheit jeder neue Tatsachen entdecken oder Erfindungen machen kann, die dann hinterher in den Rahmen eines schon bestehenden Wissens eingeordnet werden. Man will es nicht glauben, daß Phantasie, gewissermaßen als „Experimentieren mit und in Gedanken“ und die überragende Rolle eines Forscherinstinktes mit intuitivem Erraten von Zusammenhängen weit aus wichtiger sind. Sie führen vor allem viel einfacher und schneller zu neuen Erkenntnissen und auswertbaren Ergebnissen.

Es waren namentlich der englische Philosoph David Hume, der österreichische Physiker Ernst Mach und der französische Physiologe Claude Bernard, die immer wieder die Aufmerksamkeit auf die Sachlage lenkten. „Man wendet allgemein den Namen „Entdeckung“ für das Auffinden und die Erkenntnis einer neuen

Tatsache an, aber ich glaube, daß es eine Idee ist, die mit einer sogenannten Entdeckung verbunden ist und gerade das ist in Wirklichkeit die Entdeckung selber“ (schrieb Bernard). Mach hat in vielen gedankenreichen Vorträgen ausgeführt, daß in wahrhaft bahnbrechenden Entdeckungen oder Erfindungen die Reihenfolge lautet: Gedanke ... Gedankenexperiment ... Experiment! Sind Ideen unrichtig oder unbrauchbar, verfallen sie schnell der Vergessenheit; sind sie aber richtig und aus beweglicher schöpferischer Phantasie stammend, dann ersparen sie einem Forscher viel Zeit und Mühe, weil er unter beliebig vielen Möglichkeiten instinktiv nur eine oder wenige als die für ihn wahrscheinlichsten und einzig brauchbaren prüft. „Die Begabung mit Phantasie ist demnach in der Naturwissenschaft wesentlich und sie ist wohl das Charakteristikum, das den wirklich großen Forscher vom Durchschnitt unterscheidet.“ (Endeavour XIV. Bd., 1955, Nr. 56.)

\*

Über die Bedeutung der Phantasie in den Künsten und Geisteswissenschaften braucht nicht viel geredet werden; es genüge hier das Zeugnis von drei Männern mit Weltruf: einem Dichter und Naturforscher (Goethe), einem Philosophen (Nietzsche) und einem Maler (Dürer):

„Welcher Unsterblichen soll der höchste Preis sein? Mit niemand streit' ich, aber ich geb' ihn der ewig beweglichen, immer neuen seltsamen Tochter Jovis, seinem Schoßkind, der Phantasie“.

„... Man hört, man sucht nicht, man nimmt, man fragt nicht, wer da gibt. Wie ein Blitz leuchtet ein Gedanke auf, mit Notwendigkeit in der Form ohne Zögern; ... ich habe nie eine Wahl gehabt ... Alles geschieht im höchsten Grade unfreiwillig, aber wie in einem Sturm von Freiheitsgefühl.“

„Ein guter Maler ist inwendig voller Figur; und wenn es möglich wär, daß er ewiglich lebte, so hätte er vermöge der inneren Ideen, von denen Plato schreibt, alle Wege etwas Neues durch seine Werke auszugießen.“

\*

Für eine zutreffende Wertung nicht nur der hier vorgelegten, sondern auch aller anderen Beispiele, welche die Geschichte der Wissenschaft aufzeigen kann, scheint mir aber doch eine klare Begriffsbestimmung wesentlicher Züge der Phantasie erforderlich.

Wer irgendeines der Lexika (z. B. Meyer, Brockhaus, Herder oder ähnliche Werke nicht-deutscher Sprache) zu Rate zieht, dürfte überrascht sein, daß Wort und Begriff Phantasie im Alltagsleben vieldeutig sind. Noch klarer wird die Sachlage bei Durchsicht philosophischer Wörterbücher (z. B.

Eissler Rud. u. Roretz Karl, Hofmeister Joh. u. a.).

Als Phantasie wird seit Aristoteles jene Fähigkeit bezeichnet, die zwischen sinnfälliger Wahrnehmung und Denken mit Urteilen liegt, nach Kant zwischen Sinnlichkeit und Verstand. Phantasie als Grundlage schöpferisch künstlerischer oder wissenschaftlicher Leistungen kann (ganz allgemein) bedeuten:

1. Die Fähigkeit, lebhaft frühere sinnliche Anschauungen einzeln zu reproduzieren, also Vergangenes sich zu vergegenwärtigen, oder mit anderen Vorstellungen zu neuen Gebilden zu verbinden;

2. Irgendwelche Vorstellungen triebhaft nach einem bestimmten Plan oder einer bestimmten Absicht umzugestalten.

3. Bildhaft anschaulich neue Vorstellungen zu produzieren, d. h. aus Erinnerungen, Erlebnissen, Kombination früherer Gedanken, Erfahrungen usw. erst zu gestalten. Wundt nennt Phantasie: ein „Denken in Bildern“! andere sprechen von „innerer Schau“ im Gegensatz zum Sehen, Hören, Tasten, Riechen mit den Sinnesorganen.

Phantasie, oft auch Einbildungskraft (Imagination) genannt, kann nicht erlernt werden, sie ist angeboren. Bis zu welchem Grade sie in Werken sich offenbart, hängt eben von der Persönlichkeit ab, doch „Keinem ist die Natur überall karg, aber sie

hat Lieblinge, an die sie viel verschwendet und denen sie viel aufopfert. Ans Große hat sie ihren Schutz geknüpft.“ (Goethe: Ode an die Natur.)

Es ist üblich, zwischen passiver und aktiver Phantasie zu unterscheiden, wobei im ersten Fall nur eine bildhaft, wie Wirklichkeit erscheinende Auffrischung früherer Eindrücke und Erlebnisse vorliegt, im zweiten dagegen vor allem schöpferische Neubildung von bis dahin unbekannter Art gemeint wird.

Phantasie steht oft genug in schärfstem Gegensatz zum rein logischen („diskursiven“) Denken, bei dem nach streng vorgeschriebenen Schlußfolgerungen vorzugehen ist.

Vielfach gleichgesetzt, meist aber unterschieden von Phantasie ist die Intuition. Die deutschen Worte „Eingebung“, „Einfall“, „schlagartiges“ Erfassen von Zusammenhängen, kennzeichnen deutlich die Sachlage. Intuition ermöglicht es, „momentan“ wesentliche Merkmale an Zuständen, Vorgängen oder Zusammenhängen zu erkennen, auch ohne genaue Beobachtung, sogar oft ohne Wissen. Phantasie und Intuition haben ihre eigene Logik, die im Alltagsleben schlechthin unbegreiflich, ja geradezu lächerlich wäre. Aussprüche von berühmten Männern können das einleuchtend zeigen: „Ich suchte nach einem Wesen, von dem ich nicht wußte, ob es überhaupt existiert; ich suchte es in einem Tier, wobei ich nicht wußte, in welchem; ich suchte beide

in einem Medium, von dem ich nicht wußte, wie es aussehen könnte ... und trotzdem fand ich alle drei.“ — „Das Ergebnis hätte ich; wenn ich nur wüßte, wie ich selber dazu gekommen bin und wie ich es anderen beweisen soll.“

„Phantasieren“ im wissenschaftlichen Sinn bedeutet also nicht irr oder wirr daherreden, ebenso wenig „improvisieren“ (z. B. im Spiel auf einem Musikinstrument), ebenso wenig zusammenhangloses Reden oder Denken, wie es mit „Fieberphantasien“ bei schweren Krankheiten von jedem erlebt werden kann. Phantasie bedeutet in der Naturwissenschaft aber auch nicht „Halluzination“, in der ein „Phantasma“ oder Trugbild mit der Wirklichkeit (Realität) für jedermann offenkundig verwechselt wird, wobei im Alltagsleben meist nur an krankhafte Grenzzustände des Seelenlebens gedacht wird. Phantasie ist auch nicht „Vision“, d. h. prophetisches Schauen kommender Ereignisse, obwohl das Wort „visionär“ auch in der Naturwissenschaft oft gebraucht wird.

o  
\*

Wenn sonach die schöpferische Phantasie beim Planen und der Durchführung neuer Versuche, bei Entdeckungen und Erfindungen eine entscheidende Rolle spielt, dann weiß aber doch jeder, daß Ideen nicht „von selber“ sich in eine Tat umsetzen. Auch in der Wissenschaft gilt Lessings Satz: „Genie

ist Fleiß“, wozu Edison als einer der größten Erfinder der Neuzeit die Variante prägte: 2 Prozent Inspiration (Phantasie) und 98 Prozent Transpiration“ (Schweiß durch Arbeit). Zu jedem Kunstwerk und jeder bahnbrechenden wissenschaftlichen Arbeit gehört eben auch oft handwerkliches Können, viel Erfahrung und fachlich-technisches Geschick, um einen flüchtigen Einfall dauerhaft zu machen.

Es gibt bis heute keine Regeln oder Leitsätze, nach denen jeder durchschnittlich Begabte wertvolle wissenschaftliche Arbeit leisten könnte. Doch selbst in den unscheinbarsten Studien steckt sicherlich ein kleiner Teil aktiver Phantasie, manchmal mit wertvollen Anregungen, die aber weit von den vielbewunderten Leistungen der genialen Naturforscher, Ärzte, Erfinder, Entdecker usw. entfernt sind. Das Eindrucksvollste an Werken genialer Forscher ist letzten Endes außer der Leichtigkeit, mit der sie neue Ideen oder Schöpfungen aus ihrer Phantasie vorlegen, vor allem die Häufung und Dauer, im Gegensatz zu jenen, die vielleicht nur einmal in ihrem Leben einen guten Einfall hatten!

Das charakteristische Merkmal der Phantasie im Werden wissenschaftlicher Arbeiten besteht in dem „Überspringen“ von Gedankengängen, die schließlich durch Beobachtung, Vergleichen und Beweisen geprüft werden müssen und dieser Prüfung auch standhalten, denn Naturwissenschaft ist objektiv, nicht subjektiv. „Spekulatives Denken muß

dem Experiment sowohl vorangehen, wie folgen; aber es hat keinen Anteil an diesem selber ... Resultate, die nicht in den Rahmen einer bestimmten Theorie passen, dürfen niemals vernachlässigt werden ... Ungehemmte Spekulation hat keinen Platz in den Naturwissenschaften und es ist durchaus berechtigt, neue Theorien, die nicht voll durch Tatsachen gestützt sind, mit Vorbehalt aufzunehmen. Zwar kann man viele Beispiele anführen, wo unberechtigter Skeptizismus die Anerkennung wichtiger Theorien verzögert hat, aber man darf auch nicht vergessen, daß derselbe Skeptizismus auch oft das Aufkommen falscher Vorstellungen wirksam unterdrückt hat ... Nach Erreichen des Zieles ist es manchmal leicht, eine schrittweise Deduktion zu erkennen. Andererseits sind oft Jahre erforderlich, um die Einzelschritte aufzuklären, während das Endergebnis schon lange praktische Verwertung gefunden hat. — Im allgemeinen beruht also die Entwicklung der Naturwissenschaften auf dem Ausbau der bahnbrechenden Ideen einiger weniger.“ Endeavour 1955, Nr. 56.

Diese Sätze kennzeichnen ebenso klar als wissenschaftsgeschichtlich treffsicher die Rolle der Phantasie in naturwissenschaftlichen Arbeiten und der Praxis ihrer Forschungen.

\*

Am stärksten überrascht die Tatsache, daß bei einer vergleichenden Betrachtung wahllos heraus-

gegriffener Beispiele verschiedene Typen der Bedingungen nachweisbar sind, in denen die freischaffende Phantasie in der Wissenschaft zu Leistungen führte, über die heute jedes Lehrbuch berichtet. Den höchsten Prozentsatz stellen jene Fälle, in denen eine geniale Idee als Traum im Dämmer- oder Halbschlaf kam. Es ist ja bekannt, daß das Erinnerungsvermögen an Träume gerade in dieser Art des Schlafes erhalten bleibt, daß bei Träumen die verstandesmäßige Kontrolle wegfällt und daher beliebige nichtlogische Kombinationen im „Unterbewußtsein“ möglich sind (Freud!). Zahllose Forscher waren daher nach dem Erwachen aus dem Halbschlaf sehr überrascht, ja manchmal erschrocken darüber, daß der erlösende Gedanke so mühelos „von selber“ sich einstellte.

Von gleicher Bedeutung sind aber auch Grenzzustände der körperlichen (oder geistigen) Gesundheit. Es gibt genug Beispiele dafür, daß Entdeckungen oder Erfindungen ihren Ursprung in einem Zustand haben, in dem durch Fieber, Erregungszustände nach Genuß von Rauschgiften, ersten Anzeichen eines Irreseins usw. die Kontrolle von Gedankengängen oder Ideenverbindungen seitens des klaren Verstandes und logischen Denkens nicht beeinträchtigt war.

\*

Im Einzelnen merkt man weiter, daß verschiedene Forscher ausdrücklich die begleitenden Empfindun-

gen während ihrer schöpferischen Arbeiten verschieden schildern. Den einen stört jede Monotonie, ein anderer wird durch sie angeregt; der eine hat sich Wochen und Monate lang um die Lösung eines Problems vergeblich bemüht, bis durch einen anscheinend geringfügigen Anlaß der später so fruchtbare Gedanke mühelos einfach da war; in anderen Fällen sehen wir, daß durch Überraschung anläßlich einer nicht erwarteten, an sich völlig belanglosen Beobachtung eine bedeutsame Entdeckung ausgelöst wird.

\*

Es gibt genug Beispiele dafür, daß Männer mit Genie und Fleiß sozusagen die Geburtsstunde ihrer eigenen epochemachenden Arbeiten selber nicht ausdrücklich geschildert haben. Als Musterbeispiel dafür scheint mir die erste gedruckte, vorbildlich klare und sachliche Mitteilung Röntgens über seine Entdeckung (am 8. Nov. 1895) einer neuen Strahlenart; Dessauer, ein Schüler Röntgens, hat später allerlei Begleitumstände im einzelnen geschildert. Demgegenüber aber stehen viele genaue und persönliche Berichte, öfters auch solche von Zeitgenossen und Freunden eines Forschers (nach dessen Erzählungen abgefaßt), die uns heute noch einen lebendigen Einblick in die Arbeit und Denkweise großer Forscher bieten. Man muß allerdings dann Briefe, gründlich gearbeitete und auf Originalberichte gestützte Biographien, zeitgenössische Be-

richte von wissenschaftlichen Fachvereinen u. a. durchsehen, um sich ein bleibendes Urteil bilden zu können. Lehrbücher, Handbücher, Sammelreferate usw. gehen leider heute gerade über die „Psychologie großer Entdeckungen oder Erfindungen“ allzu leichtfertig hinweg, trotzdem längst klar ist, daß Geschichte der Wissenschaft (nach Th. Litt) nicht nur „das Gewissen der Gegenwart“ ist, sondern (nach Huizinga J.) „die geistige Form, in der sich eine Kultur über ihre Vergangenheit Rechenschaft gibt“. Vom Blickpunkt der Wissenschaftsgeschichte erscheint eben jede Entwicklung klar sichtbar, anders als im rein „Stofflichen“ eines der vielen Spezialgebiete, die heute zu einem notwendigen Übel geworden sind, das eine Schau über viele Gebiete hinweg bereits unmöglich macht.

Es wäre wissenschaftsgeschichtlich leicht, zu jedem einzelnen der erwähnten Züge beweiskräftige Beispiele anzuführen; nachfolgend können nur willkürlich ausgewählte Fälle, entweder originalgetreu zitiert oder sinngemäß gekürzt, vorgelegt werden. Sie sind jedoch für viele andere ebenso typisch, mögen sie auch verschiedenen Jahrhunderten angehören oder mit den Namen irgendwelcher Forscher in irgendeinem speziellen Fachgebiete verknüpft sein.

\*

Als Musterbeispiel einer Inspiration und ihrer Begleiterscheinungen sei zuerst das von Archi-

medes entdeckte „hydrostatische Prinzip“ gewählt, über das heute jedes Lehrbuch der Physik niederer Schulen berichtet. Der Höhepunkt ist sogar zu einer viel zitierten Redensart geworden; aber nur wenige dürften den Originalbericht von Vitruvius, einem Zeitgenossen des Archimedes, gelesen haben. Es handelte sich darum, einwandfrei zu entscheiden, ob in der Krone als Kranz des Königs Hiero der Goldschmied eine Fälschung begangen habe oder nicht. Archimedes hat gewissermaßen als Sachverständiger (im heutigen Sinne) die zunächst nur vermutete Fälschung nachgewiesen, indem er zeigte, daß dem reinen Gold betrügerisch Silber beigemischt wurde.

Vitruv schildert den Hergang so:

„Archimedes, eifrig mit mathematischen Fragen beschäftigt, erfuhr zufällig davon, als er ein Bad nahm. Während er in die gefüllte Wanne stieg, bemerkte er, daß das Wasser in gleichem Maße austrat, in welchem er seinen eigenen Körper in der Wanne niederließ. Sobald er auf den Grund dieser Erscheinung gekommen war, verweilte er nicht länger, sondern sprang, von Freude getrieben aus dem Bad und rief, nackt seinem Hause zulaufend, mit lauter Stimme: „Ich hab's!“ „Ich hab's!“ (Heureka! Heureka!) — Nach Vitruvs weiteren Bericht hat Archimedes dann zwei Klumpen Metall von demselben Gewicht, das der Kranz selber besaß, den einen aber aus reinem Gold, den andern aus

reinem Silber hergestellt. Hierauf füllte er ein weites Gefäß bis zum obersten Rande mit Wasser und senkte dann den Silberklumpen hinein, worauf das Wasser in gleichem Maße ausfloß, in dem der Klumpen in das Gefäß getaucht wurde. Nachdem er den Klumpen wieder herausgenommen hatte, füllte er das Wasser um so viel wieder auf, als es weniger geworden war und maß dabei die zugegebene Menge. Daraus ergab sich, welches Gewicht Silber einem bestimmten Rauminhalt Wasser entspricht. Nachdem er dies erforscht hatte, senkte er nun den Goldklumpen in das volle Gefäß und füllte das verdrängte Wasser mittels eines Hohlmaßes nach. Es ergab sich, daß diesmal von dem Wasser um soviel weniger abgeflossen war, wie der Goldklumpen einen minder großen Rauminhalt besaß als ein Silberklumpen von genau gleichem Gewicht. Nachdem er hierauf das Gefäß abermals gefüllt und nun den Kranz des Königs selbst in das Wasser gesenkt hatte, fand er, daß mehr Wasser bei dem Kranze als bei dem gleich schweren reinem Goldklumpen abfloß und so entzifferte er aus dem, was mehr bei dem Kranze abfloß, die Beimischung an Silber und machte so die Unterschlagung offenbar.“ — Das „archimedische Prinzip“ zur Bestimmung der Dichte, bzw. des spezifischen Gewichtes fester schwerer, in Wasser nicht lösbarer Stoffe ist bis heute unverändert geblieben und das archimedische „Heureka“ wieder-

holt auch heute noch mancher Forscher, der (ohne Bad) schlagartig die Lösung seines Problems findet.

\*

Ein anderes Beispiel, das wohl am eindrucksvollsten mit einem Male eine Fülle der Züge aufweist, die die Rolle der Phantasie in der Chemie kennzeichnen, bietet die Schilderung der endgültigen Aufklärung der Formel des Benzols ( $C_6H_6$ ). Dazu kurz folgende Bemerkungen: Durch verschiedene chemische Methoden hatte man längst früher gelernt, welche Atome bzw. Elemente chemische Verbindungen zusammensetzen und die sog. „Summenformeln“ waren den Chemikern wohl vertraut. Es blieb aber noch die Frage offen, wie denn die Atome untereinander verbunden sind, wie sie im Molekül angeordnet sind, also die „Summenformel“ zu einer „Strukturformel“ erweitert werden kann. Die vielen und vielerlei Fragen wurden dringend, als man nicht mehr vorwiegend Minerale oder Gesteine chemisch analysierte, sondern die viel komplizierteren Stoffe aus dem Pflanzen oder Tierkörper oder auch solche des Mineralreiches wie Kohle, Mineralöle u. a. Eine besondere Bedeutung gewannen unter solchen Stoffen das Benzol und alle von ihm ableitbaren Verbindungen. — Es war der österreichische Chemiker Jos. Loschmidt, der erstmalig in seinen zu spät gewürdigten „Chemischen Studien“ eine „ringförmige“ Bindung der Kohlenstoffatome des Benzols annahm, sogar bildhaft dar-

stellte und damit eine Strukturformel z. B. des Phenols, Toluols, Kresols u. a. geben konnte. Es blieb aber Kekulé vorbehalten, vier Jahre (1865) später, die heute allgemein bekannte und anerkannte Strukturformel des Benzols (unabhängig von Loschmidt!) zu geben. Kekulé schilderte in einem Vortrage seine Entdeckung mit folgenden Worten:

„In Gent bewohnte ich elegante Junggesellenzimmer in der Hauptstraße, mein Arbeitszimmer aber lag nach einer engen Seitengasse und hatte während des Tages wenig Licht. Für den Chemiker, der die Tagesstunden im Laboratorium verbringt, war dies kein Nachteil. Da saß ich und schrieb an meinem Lehrbuch, aber mein Geist war bei anderen Dingen. Ich drehte den Stuhl nach dem Kamin und versank in Halbschlaf. Wieder gaukelten die Atome vor meinen Augen. Kleinere Gruppen hielten sich diesmal bescheiden im Hintergrund, mein geistiges Auge, durch wiederholte Gesichte ähnlicher Art geschärft, unterschied jetzt größere Gebilde von mannigfacher Gestaltung. Lange Reihen, vielfach dichter zusammengefügt; alles in Bewegung, schlangentartig sich windend und drehend. Und siehe, was war das? Eine der Schlangen erfaßte den eigenen Schwanz und höhnisch wirbelte das Gebilde vor meinen Augen. Wie durch einen Blitzstrahl erwachte ich; auch diesmal verbrachte ich den Rest der Nacht, um die Konsequenzen der Hypothese auszuarbeiten.

Lernen wir träumen, meine Herren, dann finden wir vielleicht die Wahrheit; aber hüten wir uns, unsere Träume zu veröffentlichen, ohne sie durch den wachen Verstand geprüft zu haben.“

Es sei ausdrücklich dazu hervorgehoben, daß Kekulé, auf der Höhe seines Ruhmes stehend, vor anwesenden Industriellen, Politikern und Forschern bescheiden und wahrheitsgemäß erklärte, daß er nie ein praktisches Ziel vor Augen hatte, sondern es ihm nur um die Erforschung der Wahrheit ging. — Trotzdem konnte Ladenburg, der Herausgeber von Kekulé's Abhandlungen, später schreiben: „Ich kenne kein zweites Beispiel dafür, daß abstrakte wissenschaftliche Erörterungen so unmittelbar für das Leben nutzbar gemacht wurden.“ Heute sind auf das „Träumen“ Kekulé's und Loschmidt's Industriezweige aufgebaut, die viele Tausende Arbeiter beschäftigen!

\*

Unwillkürlich erinnert man sich mit diesem Beispiel auch an die Worte von Helmholtz, den Erfinder des Augenspiegels, der bahnbrechend für den Ausbau der Augenheilkunde geworden ist. Als Helmholtz gefragt wurde, wie er denn zu dieser Erfindung gekommen sei, antwortete er, daß er nie an ärztliche Interessen und Fragen zur Feststellung bestimmter Augenkrankheiten gedacht habe, er wollte nur einmal sehen, wie der Augenhintergrund

wirklich ist, ob man Einzelheiten der Blutgefäße, des Nervenverlaufes, der Pigmentverteilung u. a. sichtbar machen könnte. — Mit solchen Beispielen wird der Unterschied und Zusammenhang zwischen Grundlagenforschung und Zweckforschung, meist oberflächlich als Theorie und Praxis gegenübergestellt (!) offenkundig!

\*

v. Esmarch schildert die im Halbschlaf intuitiv gewonnene Erfindung der künstlichen Blutleere, die vor Ausarbeitung geeigneter Narkosemethoden erfolgreich namentlich bei chirurgischen Eingriffen an Extremitäten angewendet wurde, folgendermaßen:

Er hatte mehrere Kranke nach Operationen durch nicht zu stillenden Blutverlust verloren und dachte immer wieder darüber nach, wie sich solche Unglücksfälle mit tödlichem Ausgang in der Zukunft vermeiden ließen. v. Esmarch fand die Lösung seiner Frage als er „während eines Traumes erwachte, dann wieder in Halbschlaf verfiel und plötzlich der Gedanke kam, einmal das zu operierende Glied mit einem Gummischlauch so fest abzuschnüren, daß die sonst dauernde Blutzufuhr vorübergehend aufhören mußte. „Ich konnte es kaum erwarten, bis der Tag anbrach und ich mit einem Gummischlauch einen meiner Finger derart fest abschnürte, daß sogar durch mangelnde Blutzufuhr (und damit Aufhören der Versorgung mit Sauerstoff) auch die Nerven weit-

gehend unempfindlich wurden.“ Nachdem sich v. Esmarch so von der Wirksamkeit des Verfahrens im Selbstversuch und der Möglichkeit, es auch in der Praxis anzuwenden, überzeugt hatte, begann er seine damals bahnbrechende Idee im Operationssaal auszuwerten.

\*

Nicht minder eindrucksvoll ist der Bericht über die Entdeckung des Pankreas-Diabetes durch Minkowski in gemeinsamer Arbeit mit v. Mehring. In den Versuchen wurde einem Hund das Pankreas entfernt, in der Erwartung, Einzelheiten über die Fett-Resorption (!) zu erfahren. Im Verlaufe von Beobachtungen an diesem Tier fiel zufällig auf, daß „der bis dahin stubenreine Hund im Laboratorium sich bewegte und daran gewöhnt werden sollte, Harn und Exkreme in vorgehaltene Schalen zu entleeren. Aber es kam wiederholt vor, daß das Tier Urin in das Zimmer entleerte und ich machte dem Laboratoriumsdiener Vorwürfe, weil er den Hund nicht rechtzeitig ins Freie geführt hätte“ — „Das habe ich getan“, meinte er, „aber das Tier ist so sonderbar. Kaum hat es seine Blase gründlich entleert und bald läßt es wieder große Mengen Urin.“ ... „Einer momentanen Eingebung folgend, sammelte ich mit einer Pipette einige Kubikzentimeter des auf dem Fußboden entleerten Urins und untersuchte ihn auf Zucker. Er gab eine sehr starke Reduktion und ich konnte feststellen,

daß er mehr als 10% Zucker enthielt.“ — Das war der Moment der Entdeckung des Pankreasdiabetes, einer früher als unheilbar geltenden Krankheit, die durch spätere histologische Untersuchungen des Feinbaues der Bauchspeicheldrüse und ihrer Langerhans'schen Inseln völlig aufgeklärt wurde und seit der Reindarstellung des Insulins erfolgreich bekämpft werden kann.

\*

Ein Beispiel besonderer Art bietet die Rolle der Intuition und Phantasie bei der Entdeckung der tierischen Elektrizität durch Luigi Aloisio Galvani in Bologna (1780). Man muß die Originalbriefe und Berichte Galvanis selber gelesen haben, denn gerade seine Beobachtungen sind hinterher (!) beispielhaft „phantastisch“ entstellt worden. Man hat die Sachlage so hingestellt, als ob nicht ein fein gebildeter Experimentator am Werke gewesen wäre, sondern einzigartige Zwischenfälle aller Art, gute Ratschläge von Freunden, die naive zufällige Beobachtung eines Dieners oder die Idee einer Frau entscheidend gewesen wären. Aber Galvani selber schildert seine Versuche, die er 1780 begann und erst elf Jahre später unter dem Titel: „De viribus electricitatis in moto musculari Commentarius“ („Abhandlung über die Kräfte der Elektrizität bei der Muskelbewegung“) veröffentlichte. Er sagt: „... daß ich meine Entdeckungen kurz und genau in der Reihenfolge und Gestalt vortragen

werde, wie sie mir teils Zufall und Glück darboten, teils Fleiß und Mühe gewinnen halfen; nicht nur, damit nicht mir mehr als meinem Glück oder dem Glück mehr als mir zugeschrieben würde, sondern um denen, welche Versuche selbst anstellen wollten, eine Fackel zu reichen.“ ... „Die Sache fing so an: ich seziierte einen Frosch und präparierte ihn und legte ihn, mich alles anderen versehend, auf einen Tisch, auf dem eine Elektrisiermaschine stand, weit von dessen Konduktor getrennt und durch einen nicht gerade kurzen Zwischenraum geschieden. Wie nun der eine von den Leuten, die mir zur Hand gingen, mit der Spitze des Messers die inneren Schenkelnerven des Frosches zufällig ganz leicht berührte, schienen sich alle Muskeln an den Gelenken wiederholt derart zusammenzuziehen, als wären sie anscheinend von heftigen Krämpfen befallen. Der andere aber, welcher uns bei den Elektrizitätsversuchen behilflich war, glaubte bemerkt zu haben, daß sich das ereignet hätte, während dem Konduktor der Maschine ein Funken entlockt wurde. Verwundert über diese neue Erscheinung, machte er mich, der ich etwas gänzlich anderes vorhatte und in Gedanken versunken war, darauf aufmerksam. Daraufhin wurde ich von einem unglaublichen Eifer und Begehren entflammt, dasselbe zu erproben und das, was darunter verborgen wäre, ans Licht zu ziehen. Ich berührte daher selbst mit der Messerspitze den einen oder den anderen Schenkelnerv und

in dem Momente mußte einer von den Anwesenden einen Funken entlocken. Die Erscheinung blieb stets dieselbe. Unfehlbar traten heftige Kontraktionen in den einzelnen Muskeln der Gelenke in demselben Momente ein, in dem der Funke übersprang, so als ob das präparierte Tier vom Krampf befallen wäre.“

Diese ersten Beobachtungen Galvanis waren wissenschaftsgeschichtlich nachweisbar nur ihm neu, waren jedoch die gleichen, die Bertolini und Mahon längst vor Galvani gemacht hatten. Entscheidend war, daß er in den folgenden Versuchsreihen intuitiv den weiteren Gedanken verfolgte, auch die Wirkung von Blitzen bei Gewitter als gewaltige elektrische Entladung mit den bescheidenen Funken seiner kleinen Elektrisiermaschine im Laboratorium zu vergleichen. Das klassische Experiment bestand darin, daß er präparierte Froschschenkel, abgehäutete Beine von Hühnern und Lämmern mit freigelegten großen Nerven an seinem Balkon im Freien bei herankommendem Gewitter so aufhängte, daß ein Eisendraht die Muskeln mit der Erde verband, daher das Präparat „geerdet“ war. Galvani hatte das Glück, tatsächlich zu sehen, daß in dem Augenblick, in dem in einiger Entfernung ein Blitz einschlug, die Muskeln in krampfartige Zuckungen verfielen. In der Zeit vom 26. April bis 17. August 1786 hatte er diese Experimente mehrmals ausgeführt; er rät aber ausdrücklich zu „vorsichtiger und verständiger Anordnung, weil

solche Experimente sehr gefährlich sind.“ Der Physiker Richmann in Petersburg wurde bei gleicher Versuchsanordnung vom Blitz erschlagen. In streng logischer Folgerung wollte Galvani vor Veröffentlichung seiner bahnbrechenden Versuche aber noch wissen, ob schon „die Macht der täglichen ruhigen Elektrizität in der Atmosphäre“ vielleicht den gleichen Effekt hervorrufen kann. Ein einzigartiger Zufall kam ihm dabei zu Hilfe, um wieder ein neues grundlegendes Experiment anzustellen, das später zum Ausgangspunkt der nicht minder folgenreichen Beobachtungen des Physikers Alessandro Volta in Pavia geworden ist, überdies auch die erste Ursache zu einem Streit zwischen den beiden glücklichen Entdeckern, der zu einer der Grundlagen unserer heutigen Elektrizitätslehre geworden ist. Die Begriffe „Galvanismus“ für strömende Elektrizität im Gegensatz zur ruhenden, statischen, die Boltzmann „Guerickismus“ nennen wollte und Volt als Maßeinheit der elektrischen Spannung sind heute in jedem Lehrbuch auch niederer Schulen zu finden. Andere Einzelheiten dieser bahnbrechenden Entdeckungen, in denen Intuition, scharfe Beobachtung, logisches Schließen, Glück und mühsame Arbeit sich vereinigen, sind hier belanglos.

\*

Phantasie, Inspiration und geschicktes Experimentieren haben der Molekular- und Atomphysik

zum Durchbruch verholfen, wobei eine Jahrtausend alte Idee des Demokrit zunächst nur philosophische Spekulation blieb, schließlich aber als „physikalischer“ Atomismus bis in unsere Tage des anbrechenden Atomzeitalters sich auswirkt. Es war der englische Physiker Dalton, der nach Gesetzmäßigkeiten bei chemischen Umsetzungen zwischen chemisch verschiedenen Stoffen suchte. „Die chemische Synthese und Analyse geht nicht weiter als bis zur Trennung der Atome und ihrer Wiedervereinigung. Keine Neuerschaffung oder Zerstörung des Stoffes liegt im Bereiche chemischer Wirkungen. Wir könnten ebensowohl versuchen, einen neuen Planeten dem Sonnensystem einzuverleiben, oder einen vorhandenen zu vernichten, als ein Atom Wasserstoff zu erschaffen oder zu zerstören. Alle Änderungen, die wir hervorbringen können, bestehen nur in der Trennung von Atomen, die vorher verbunden und in der Vereinigung solcher, die vorher getrennt waren.“ — In seiner Phantasie sieht Dalton schließlich die Aufgabe darin, Atome und Moleküle zu zählen, zu wägen und die Gesetzmäßigkeiten ihrer Verbindungsarten und Verbindungsmöglichkeiten zu erfassen. — Dalton selber kommt zu keiner befriedigenden Hypothese, aber vorahnend schreibt er den Satz: „Versuchten wir die Zahl der Atome in der Atmosphäre zu begreifen, so wäre das eine Aufgabe, wie diejenige, die Zahl der Sterne im Weltall zu zählen; der Gedanke verwirrt uns; aber

wenn wir den Gegenstand begrenzen und ein gegebenes Volumen irgendeines Gases nehmen, so halten wir uns überzeugt, daß die Zahl der Teilchen endlich sein muß, ebenso wie in einem gegebenen Teils des Weltalls die Zahl der Sterne und Planeten nicht unbegrenzt unendlich groß sein kann.“

Dalton sah noch keine Möglichkeit, diese kühne Idee mit Versuchen und Berechnungen auch zu beweisen. Der nächste Schritt blieb Amadeo Avogadro (Turin) vorbehalten. Er lehrte, daß in einem bestimmten Raumteil eines beliebigen Gases, z. B. in einem Kubikzentimeter oder genau in einem Kubikdezimeter (Liter) Luft die Zahl der Moleküle unbekannt riesenhaft groß sei, aber sicher immer gleich bleibt, wenn Druck und Temperatur sich nicht ändern. Sollte es daher gelingen, genau oder in erster Näherung anzugeben, wieviele Moleküle in Wirklichkeit vorhanden sind, dann könnte man dies als wahrscheinlich für alle Stoffe annehmen, die sich in Gasform durch physikalische oder chemische Eingriffe bringen lassen. Avogadro selbst hat es noch nicht für möglich gehalten, daß man je diese Zahl berechnen könnte. „Das Unwahrscheinliche gelang dem österreichischen Physiker Josef Loschmidt, der mit einem genialen Gedankenexperiment, die Größe der einzelnen Moleküle eines Gases mit ungefähr ein Millionstel Millimeter berechnete und die Zahl der Moleküle auf ein Liter Gas mit 27,2 Trillionen feststellte.“ Heute ist in jedem Lehr-

buch der Physik die „Loschmidt'sche Zahl“ — in Formeln mit dem Symbol  $N$  bezeichnet — als Grundlage im Ausbau der Molekularphysik angeführt.

\*

Sehr aufschlußreich und mannigfaltig sind Goethes Bekenntnisse über die Rolle der Phantasie in seinen naturwissenschaftlichen Forschungen.

Es ist sicher bemerkenswert, daß der mit einer überschäumenden Phantasie begabte Goethe sich erst im reifen Mannesalter mit der Pflanzenwelt und Tierwelt wissenschaftlich beschäftigte, dann dauernd derart von naturwissenschaftlichen Studien gefesselt wurde, daß er im 83. Lebensjahre, sieben Tage vor seinem Tod, (Goethes letzter Brief vom 15. März 1832 an seinen Freund, den Grafen Caspar v. Sternberg in Prag) über eine seiner größten Ahnungen naturwissenschaftlicher Gesetze geschrieben hatte. Es ist die Studie über die „Spiraltendenz“, die der Idee nach die modernsten Forschungsergebnisse unserer Zeit vorausschauend vorwegnimmt.

Es ist hier weder möglich noch beabsichtigt, Einzelheiten über die Problematik der „Spiraltendenz in der belebten und unbelebten Natur“ auseinanderzusetzen. Das wesentlichste Ergebnis sei bloß angedeutet: Die gleichen Probleme im Bau und der Bewegung der mit freiem Auge sichtbaren Pflanzen und Tiere reichen über eine erstaunlich

große Zahl von mikroskopisch kleinen Organismen bis zum Feinbau der Riesenmoleküle, die erst durch die leistungsfähigen Elektronenmikroskope sinnfällig sichtbar gemacht werden konnten. Goethes kühne Idee bestand darin, daß er eine Spiraltendenz — richtig gesagt Schraubentendenz — als „das eigentlich produzierende Lebensprinzip“ ansah.

„... bald wird es mir gar hell und licht über alles Lebendige ... Ich bin von tausend Vorstellungen getrieben, beglückt und gepeinigt; das Pflanzenreich rast wieder in meinem Gemüte, ich kann es nicht einen Augenblick loswerden, mache aber auch schöne Fortschritte. Es zwingt sich mir alles auf, ich sinne nicht darüber, es kommt mir alles entgegen und das ungeheure Reich simplifiziert sich mir in der Seele, so daß ich die schwerste Aufgabe gleich weglesen kann ... Und es ist kein Traum, keine Phantasie, es ist ein Gewahrwerden der Form, mit der die Natur gleichsam nur immer spielt und spielend das mannigfaltige Leben hervorbringt. Hätte ich Zeit in dem kurzen Leben, so getraute ich mich, es auf alle Reiche der Natur, auf ihr ganzes Reich auszudehnen.“ (Goethes Brief an Charlotte v. Stein, 1786.)

Einen Höhepunkt von bleibender wissenschaftsgeschichtlicher Bedeutung bringt in Goethes Leben der Besuch des botanischen Gartens in Padua, als er im Anblick einer Palme — es war eine *Chamaerops humilis* — den Gedanken erfaßt

hatte, „daß man sich alle Pflanzengestalten vielleicht aus einer entwickeln kann. Hierdurch wird es möglich werden, Geschlechter und Arten wahrhaft zu bestimmen. ... Auf diesem Punkt bin ich in meiner botanischen Philosophie stecken geblieben und sehe noch nicht, wie ich mich entwirren will. Die Tiefe und Breite dieses Geschäfts scheinen mir völlig gleich.“

Und doch schreibt Goethe nach seiner Rückkehr von Italien: „Nicht durch eine außerordentliche Gabe des Geistes, nicht durch momentane Inspiration, noch unvermutet auf einmal, sondern durch vollgerechtes Bemühen bin ich endlich zu so erfreulichen Resultaten gelangt; ... denn im Verfolg wissenschaftlichen Bestrebens ist es ebenso schädlich, ausschließlich der Erfahrung als unbedingt der Idee zu gehorchen.“

\*

S e m m e l w e i s, der Entdecker des Kindbettfiebers, berichtet, wie schwer er darunter litt, daß auf seiner Station in der Wiener Gebärklinik die Wöchnerinnen in erschreckend großer Zahl starben. In der Erwartung, doch helfen zu können, versuchte er geradezu unwahrscheinlich anmutende Auswege: so schaffte er z. B. die Rückenlage ab und verordnete Seitenlage, nur deshalb, weil in einer anderen Abteilung die Statistiken (!) zeigten, daß dort die Sterblichkeit etwas geringer war.

„Ich unternahm in dieser Zeit eine Reise nach Venedig, um an den Kunstschatzen Venedigs meinen Geist und mein Gemüt zu erheitern, welche durch die Erlebnisse im Gebärdhaus so übel affiziert wurden. Nach meiner Rückkehr erfuhr ich von dem Tode des Professors für gerichtliche Medizin, Kolletschka, der an einer Sektionswunde gestorben war ... Die Erscheinungen waren Lymphangoitis, Phlebitis, beiderseitige Pleuritis, Pericarditis, Meningitis und es bildete sich noch einige Tage vor dem Tode eine Metastase am Auge. Noch begeistert durch die Kunstschatze Venedigs, durch die Nachricht des Todes Kolletschkas noch mehr erregt, drängte sich in diesem aufgeregten Zustand meinem Geiste mit unwiderstehlicher Klarheit die Identität der Krankheit auf, an welcher Kolletschka gestorben, mit derjenigen, an welcher ich so viele hunderte Wöchnerinnen sterben sah. Tag und Nacht verfolgte mich das Bild von Kolletschkas Krankheit und mit immer größerer Entschiedenheit, mußte ich die Identität der Krankheit, an welcher Kolletschka gestorben, mit derjenigen, an welcher ich so viele Wöchnerinnen sterben sah, anerkennen.“

Zu diesem Bericht bemerkt Kisskalt: „Hätte Semmelweis die sämtlichen Entstehungsmöglichkeiten des Puerperal(= Kindbett)fiebers nach der damaligen Klassifikation notiert, so wäre natürlich auch die Wundinfektion dabeigewesen. Es wäre möglich gewesen, daß er die Ähnlichkeit im klini-

schen Verlauf und der Anatomie des Kindbettfiebers damit verglichen hätte und daß er dann systematisch die Wirkung jeder Prophylaxe untersucht hätte. Diese Arbeit wäre aber sehr weitschweifig gewesen. — Er übersprang aber ganze Gedankengänge und kam sofort auf die Ähnlichkeit mit dem Tod an einer Leicheninfektion. Die Klärung der Hypothese gelang dann dadurch, daß er die Brücke nach rückwärts baute: durch Beobachtungen, geordnete Statistik, durch den Eingriff mit Chlorwaschungen und sogar den Tierversuch.

Bemerkenswert an dieser selten guten Darstellung einer Intuition ist übrigens auch die zweimalige Hervorhebung des Aufenthaltes in Venedig. Semmelweis betont nicht nur die Ausspannung, sondern auch den Eindruck, den die dortigen Kunstschätze auf ihn gemacht hätten.“

Das berühmte Werk von Semmelweis: „Aetiologie, Begriff und Prophylaxis des Kindbettfiebers“ (1861) ist eine glänzende Darstellung seiner Ideen, doch nur in den ersten Kapiteln; in den sicherlich später geschriebenen letzten Kapiteln wird die geistige Zerstörung durch eine beginnende Paralyse offenkundig.

\*

Einen eigenartigen, doch auch wissenschaftsgeschichtlich beachtenswerten Einblick in die Entstehungsgeschichte eines oft genannten und viel umstrittenen Werkes bietet Gustav Theodor F e c h-

ners Buch „Nanna oder über das Seelenleben der Pflanzen“, das 1848 gedruckt wurde und erst fünfzig Jahre später eine Neuauflage erlebte. Fechner war seit 1834 Professor für Physik an der Universität Leipzig, gilt heute unbestritten als einer der Begründer der experimentellen Psychologie und Psychophysik, dazu als namhafter Philosoph, war aber auch dichterisch begabt und voll sonnigem Humor, der schon aus den Themen und Titeln mancher Schriften leuchtet. („Professor Schleiden und der Mond“!) Das Buch wurde von Fachleuten höhnend abgelehnt und als „Phantasie im übelsten Sinne“ kritisiert, ehe man den wahren Inhalt erkannte, der durch eine dichterisch beschwingte Darstellung verdeckt ist. Heute urteilt man sachlicher, weil in Fechners „Nanna“ fast spielerisch leichthin viele Fragen behandelt werden, die nun für die Naturphilosophie, die Reizphysiologie der Pflanzen, Fortschritte der Gewebelehre, Entwicklungsphysiologie usw. aktuell sind. Die Rolle der Phantasie in Fechners Lebenswerk sollen hier Einleitung und Schlußwort zu seinem Buch „Nanna“, in einer für einen Fachmann freilich ungewohnten Schreibweise verfaßt, charakterisieren:

„Was wird zuletzt der Erfolg dieser Schrift sein?

Entschlage ich mich aller poetischen Illusionen, so denke ich folgendes:

Ein junges Mädchen von meiner Bekanntschaft hat nicht über Alles die triftigsten Ansichten. Man giebt sich nun wohl Mühe, durch bestmögliche Darlegung von Gründen sie eines Triftigeren zu belehren. Sie hört die Gründe an oder auch nicht an und sagt zuletzt einfach: „wenn auch“ und bleibt bei ihrer Meinung.

Meine Gründe mögen gut oder schlecht sein; man wird wohl auch sagen: „wenn auch!“

Aber, wenn auch! — Hegte ich nicht einige Hoffnung, es könnte doch wenigstens das Gefühl des jungen Mädchens bestochen werden, das, wie nun junge Mädchen sind, stets bei ihr dem Verstande vorausläuft, so würde ich freilich alle Mühe sparen. Sollte aber dies gelingen, so würden nachher auch alle Gründe vortrefflich klingen! Unter dem jungen Mädchen aber meine ich die junge Zeit.“

\*

„Nachdem ich die Arbeit abgeschlossen, will ich mich vor die Thüre setzen und noch ein wenig plaudern von Einem ins Andere. Gar wohl erinnere ich mich noch, welchen Eindruck es auf mich machte, als ich nach mehrjähriger Augenkrankheit zum erstenmale wieder aus dem dunklen Zimmer ohne Binde vor den Augen in den blühenden Garten trat. Das schien mir ein Anblick über das Menschliche hinaus, jede Blume leuchtete mir entgegen in eigenthümlicher Klarheit, als wenn sie ins äussre Licht

etwas von eigenem Lichte wärfe. Der ganze Garten schien mir selber wie verklärt, als wenn nicht ich, sondern die Natur neu erstanden wäre; und ich dachte, so gilt es also nur, die Augen frisch zu öffnen, um die altgewordene Natur wieder jung werden zu lassen. Ja, man glaubt es nicht, wie neu und lebendig die Natur dem entgegentritt, der ihr selbst mit neuem Aug' entgegentritt.

Das Bild des Gartens begleitete mich ins dämmrige Zimmer zurück; aber es ward im Dämmerlicht nur heller und schöner, und ich glaubte auf einmal ein inneres Licht als Quell der äusseren Klarheit an den Blumen zu sehen, und Farben darin sich geistig auswirken zu sehen, die nur durchschienen in das Äussere. Damals zweifelte ich nicht, daß ich das eigene Seelenleuchten der Blumen sähe, und dachte in wunderlich verzückter Stimmung: so sieht es in dem Garten aus, der hinter den Brettern dieser Welt liegt, und alle Erde und aller Leib der Erde ist nur der abschliessende Zaun um diesen Garten für die noch Draussenstehenden.

Stelle Dir einmal vor, Du hättest eine halbjahr lange Nacht am Nordpol zugebracht, und in der langen Zeit fast vergessen, wie ein Baum, eine Blume aussieht, nur immer öde Schnee- und Eisfelder gesehen, und würdest plötzlich in einen von mildem Licht beschienenen blühenden Garten versetzt und ständest etwa, wie ich zuerst vor einer Zeile hoher Georginen; würdest Du sie nicht auch wunderbar

leuchten finden und ahnen, hinter diesem Schmuck, diesem Glanz, dieser Freude sei etwas mehr als gemeiner Bast und Wasser?

Jenes helle Bild verblasste, wie so Manches, was in jener ersten Zeit mein äusseres und inneres Auge mit einer Art Schauern rührte, die in den vom täglichen Genuß des Lichtes abgestumpften Sinne nicht mehr fallen; die Pflanzen wurden, wie sich mein Auge gewöhnte, wieder zu den gewöhnlichen, irdischen, nichtssagenden, vergänglichen Wesen, die sie für alle sind, bis in dem träumenden Blick auf die Wasserlilie sich die Blumenseele von neuem lebendig vor mich stellte und mich des Geschäftes bestimmter mahnte, das ich nun erfüllt. Gewiss aber war ein Nachhall aus jener ersten Zeit dabei; und so, glaube ich, wäre dieß Buch schwerlich geschrieben worden, wenn nicht mein Auge dereinst in Nacht gelegt und dann so plötzlich wieder dem Lichte zurückgegeben worden. — Nun habe ich manche Stunde damit zugebracht, was mir so in ein paar hellen Scheinen ins Gemüth gefallen, auch dem Verstande klar und Anderer Gemüth zugänglich zu machen, und manch' Sinnen nicht ohne Mühen hat es mich gekostet, ob ich's erreichen möchte. Wie viel gabs da auseinander- und wieder zusammenzulegen! Und hatte ich erst die Geister der Blumen gefasst, fingen sie jetzt an mich zu fassen, und liessen mich nicht wieder los, und zwangen mich, den oft anders hin Wollenden, in ihrem Dienst zu bleiben; und wenn ich heute das

Werg abgesponnen, das sie mir an den Rocken hingen, fand ich morgen wieder neues daran. So ist der Faden nun so lang geworden.

Nun aber freue ich mich, das Ende um die Spindel geschlungen zu haben, und hefte nur noch zu guter Letzt ein paar Bänder an, ins Freie zu flattern, mit dunklen und lichten Farben, wie es der Tag eben geboten, des Ernstes und der Heiterkeit der ganzen Arbeit Zeichen.“ —

\*

Fechners heftigster Kritiker war zunächst Matthias Schleiden, den Wiesner dahingehend charakterisiert:

„Er war ein in hohem Grad kritisch veranlagter aber phantasieloser Mann, dessen grosse Tat darin bestand, die Denk- und Beobachtungsfehler der zeitgenössischen Botanik nachgewiesen, ihre Schreibweise gegeißelt und insbesondere aus der unfruchtbaren Schelling'schen wieder in die wahrer Naturforschung angemessene Kant'sche Denkrichtung zurückgelenkt zu haben. Das ist Schleidens unbestreitbares Verdienst. Aber als botanischer Forscher fehlte ihm die Phantasie, und wo in seinen Schriften ein neuer Gedanke auftauchte, wie z. B. in seiner Sexualtheorie, ist derselbe zumeist auf die Erfindung eines anderen zurückzuführen. Dieser Mangel an Phantasie erklärt uns, daß von seinen positiven Leistungen so wenig

auf die Nachwelt gekommen ist.“ (Wiesner: „Natur - Geist - Technik.“)

\*

Für die Psychologie von Entdeckungen ist eine Episode lehrreich, die Ross im Verlauf seiner Studien über Malaria erlebte und die wichtige Glieder im Generationswechsel (auch: Wirtswechsel) dieser „Geißel der Menschheit“ aufdeckte.

„Fast instinktiv fühlte ich, daß hier etwas Neues vorlag. ... Ich zählte im Ganzen zwölf solcher Zellen in dem Insekt, aber ich war so sehr von der Arbeit ermüdet und war früher so oft enttäuscht worden, daß ich im Augenblick die Bedeutung der Entdeckung nicht erkannte. Ich beendete die Präparation, ging heim und schlief eine Stunde lang. Im Aufwachen war mein erster Gedanke, daß das Problem gelöst sei, und so war es auch. ... Wenn sich der Geist lange mit einem einzigen Problem beschäftigt hat, so gewinnt er oft eine Art prophetischen Ahnungsvermögen, das, offenbar stärker als die Vernunft, die Wahrheit kündigt, mögen auch die wirklichen Beweise dürftig genug sich auf dem Papiere ausnehmen. Solch eine Ahnung ist hauptsächlich auf ein Zusammenwirken geringfügiger Wahrscheinlichkeiten, von denen jede in sich selbst wenig Gewicht haben mag, zurückzuführen.“

\*

Keplers 5. Buch der „Weltenharmoniek über die vollkommene Harmonie in den Bewegungen der

Himmelskörper ...“ bildet wissenschaftsgeschichtlich wohl einen Höhepunkt an Bekenntnissen und Einblicken in die Arbeitsweise eines bahnbrechenden Naturforschers. Es beginnt mit einer Vorrede, in der sich Kepler wegen des endlichen Gelingens seiner jahrzehntelang vergeblich verfolgten Absichten, Planetenbahnen neu zu berechnen, glücklich preist.

„Was ich vor zweiundzwanzig Jahren begann ... wovon ich immer felsenfest überzeugt war, ... was mich meine besten Jahre mit astronomischen Beobachtungen hinbringen und zu Tycho Brahe nach Prag gehen liess, das habe ich endlich mit Hilfe Gottes, des Allgütigen und Allmächtigen ans Licht gebracht; er hat meinen Geist erleuchtet, das unermeßliche Begehren in mir erweckt, mir Leben und Geisteskräfte verliehen und mir alle andern Mittel durch die Hochherzigkeit zweier Kaiser und die Stände dieser Landschaft Österreich ob der Enns zukommen lassen. Und mehr der Wahrheit, als ich jemals hoffen durfte, habe ich ergriffen, die ganze Harmonie der Himmelsbewegungen, so groß sie ist, und in allen ihren Teilen ...“ „Nachdem mir schon vor achtzehn Monaten der volle Tag, vor ganz wenigen Tagen aber die helle Sonne wundervollster Erkenntnis aufgeleuchtet hatte, kann ich nicht anders, man mag es meiner heiligen Begeisterung zugute halten, ich muß es vor allen Sterblichen laut und öffentlich bekennen: Ja, ich habe die goldenen Ge-

fässe der Ägypter geraubt, um meinem Gott davon eine Stiftshütte zu errichten, fern den Grenzen Ägyptens! Verzeiht Ihr mir's, soll's mich freuen, zürnt Ihr mir, will ich's tragen. Da werfe ich den Würfel hin und schreibe mein Buch für die lebenden oder die künftigen Geschlechter. Was liegt viel daran? Es wird seines Lesers warten hundert Jahre lang, denn Gott selbst harrte sechstausend Jahre dessen, der sein Werk erkannte.“

„Nun muß ich wiederum eine Frage aus meinem ‚Weltgeheimnis‘, die damals vor zweiundzwanzig Jahren noch offen bleiben mußte, hier erledigen und einschalten. Nachdem ich nämlich aus den Beobachtungen Tycho Brahes in unablässigem Bemühen während eines langen Zeitraumes die wahren Abstände der Planetenbahnen errechnet hatte, zeigte sich spät zwar, doch zeigte sie sich ... die Beziehung zwischen Umlaufszeiten und Bahnlängen. Nachdem ich sie ... schon am 8. März dieses Jahres 1618 erkannt, aber infolge einer verunglückten Rechnung wieder als falsch verworfen hatte, stellte sie sich mir schließlich am 15. Mai erneut dar, verjagte ... die Schatten, die über meinem Geiste lagerten und erwies sich (mit den Berechnungen) so wohl übereinstimmend, daß ich zu träumen glaubte und zuerst vermutete, ich hätte die Antwort (unzulässigerweise) in die Voraussetzungen mit aufgenommen, Aber es ist eine ausgemachte und jetzt zuverlässige Sache, daß das Verhältnis der Umlaufszeiten irgend

zweier Planeten zueinander genau das Anderhalb-fache des Verhältnisses ihrer mittleren Abstände, d. h. ihrer Bahnlängen selbst, beträgt.“

Der berechtigte Stolz eines Forschers und die Demut eines gläubigen Menschen sind damit in eindeutiger Klarheit ausgedrückt!

\*

Mit dem Thema: Naturwissenschaften und Phantasie haben sich viele berühmte Männer beschäftigt, die ihre persönlichen Erfahrungen und Meinungen oft gelegentlich in ort- und zeitgebundenen Aphorismen äußerten. Aus der Fülle solcher Beispiele sei nur eine willkürliche Auswahl einprägsamer Worte vorgelegt; sie sagen aber mehr und Vieles klarer als mancherlei langatmige Berichte.

„Wer jemals an dem Aufbau irgendeiner Wissenschaft wirklich mitgearbeitet hat, der weiß aus eigener, innerer Erfahrung, daß an der Eingangspforte der Wissenschaft ein äusserlich unscheinbarer, aber durchaus unentbehrlicher Wegweiser steht: der vorwärtsschauende Glaube. Es gibt kaum einen Satz, der durch seine Mißverständlichkeit grösseres Unheil angerichtet hätte, als der von der Voraussetzungslosigkeit der Wissenschaft. So gewiß das feste Fundament einer jeden Wissenschaft durch sein Material gebildet wird, das aus der Erfahrung stammt, ebenso sicher ist, daß nicht dieses Material

allein, auch nicht seine logische Verarbeitung, die Wissenschaft ausmacht. Denn das Material ist stets lückenhaft; es besteht immer aus einzelnen, wenn auch manchmal sehr zahlreichen Teilstücken. Das gilt von den Messungstabellen der Naturwissenschaft ebenso wie von den Urkunden der Geisteswissenschaften. Daher muß es ergänzend vervollständigt werden, durch Ausfüllung der Lücken. Und das geschieht stets nur durch Ideenverbindungen, die nicht aus der Erfahrung, sondern aus der Phantasie des Forschers entspringen; mag man sie nun als Glaube, oder mit einem vorsichtigerem Ausdruck als Arbeitshypothese bezeichnen. Wesentlich ist, daß ihr Inhalt über das in der Erfahrung Gegebene irgendwie hinausgreift.“ (Max Planck.)

„In der exakten Forschung handelt es sich vielfach nur um die Frage der Problemstellung und um die Wichtigkeit, die einer Lösung zugewiesen wird, doch nicht immer um die Richtigkeit, die eine dauernde Anerkennung beanspruchen will.) (Kisskalt, K.)

„Wo unser Wissen aufhört, da beginnt die Unsicherheit, das „Meinen“, die Selbsttäuschung, die Mode, aber auch der Versuch, der unser Wissen mehrt — das ist alles nichts Besonderes. Doch ist es richtig, daß der praktischen Tätigkeit ein und sogar sehr starkes künstlerisches Moment innewohnt. Der Forscher muß sich häufig von Intuitionen leiten lassen; hiemit ist aber nicht gesagt, daß er

hiebei seine wissenschaftliche Grundlage aufgabe. Es ist immer sein Wissen, seine Erfahrung, die ihn leitet, aber da, wo er seiner Intuition folgt, nimmt er, ohne sich der einzelnen Glieder des Denkprozesses bewußt zu werden, das Resultat gleichsam ahnend voraus. Solche Intuitionen spielen in jeder Betätigung des Menschen ihre Rolle ...“ (B. N a u n y n.)

„Ideen und glückliche Einfälle schleichen oft still genug in den Gedankenkreis ein, ohne daß man gleich von Anfang an ihre Bedeutung kennt; ... in anderen Fällen treten sie plötzlich ein, wie eine Inspiration. So weit meine Erfahrung geht, kamen sie nie dem ermüdenden Gehirne und nicht am Schreibtisch. Ich mußte immer erst mein Problem nach allen Seiten so viel hin- und hergewendet haben, daß ich alle seine Wendungen und Verwicklungen im Kopfe überschaute und sie frei, ohne zu schreiben, durchlaufen konnte. Es dahin zu bringen, ist ohne längere vorausgehende Arbeit meistens nicht möglich. Dann mußte, nachdem die davon herrührende Ermüdung vorübergegangen war, eine Stunde vollkommener körperlicher Frische und ruhigem Wohlgefühls eintreten, ehe die guten Einfälle kamen. Oft waren sie des Morgens beim Aufwachen da, wie auch G a u ß angemerkt hat. Besonders gern aber kamen sie mir bei gemächlichem Steigen über waldige Berge in sonnigem Wetter ...“ (H e l m h o l t z.)

„Wissenschaft kann man erlernen; sogar ein Minderbegabter kann das. Aber die Kunst ist ein Geschenk des Himmels. ... Der Gelehrte sammelt rezeptiv unablässig Material; der Künstler schafft produktiv immer neue Gedankenverbindungen. Während jener bei einem gewissen Maß von Kenntnissen darin erstickt, schöpft dieser daraus immer neue Inspirationen. Also lernen Sie, so viel Sie können! Aber Ihr Wissen soll nicht Selbstzweck sein, sondern nur Material für Ihre Kunst. Un peu moins de science, un peu plus d'art (Daher etwas weniger Wissenschaft, dafür etwas mehr Kunst!) ...“  
(A. Trousseau.)

„Die Wissenschaft soll sein: selbstlos in ihren Zielen, voll Leidenschaft in ihrem Antrieb, kühn im Gedankenflug, ruhig und vorsichtig in den Schlüssen, nüchtern und fest und klar im Ausdruck.“  
(Klussmann W.)

„Seien wir uns doch darüber klar, daß das verstandesmäßige Denken in der Wirklichkeit des Lebens höchst selten einen irgendwie bestimmenden Einfluß hat.“ (Haeberling.)

„Die Wirklichkeit läßt sich ... nicht allein durch logisches Denken erforschen und ebenso wenig wird sie dadurch verändert. (Almquist.)

„Das charakteristische Merkmal aller Geister ersten Ranges ist die Unmittelbarkeit aller ihrer Urteile.“ (Schopenhauer.)

„In jeder Wissenschaft führt der erleuchtete Zweifel zur Aufklärung und zum Fortschritt; der bornierte Zweifel in die Finsternis und zum Stillstand. Stolz auf ihre Skepsis sind immer nur die bornierten Zweifler und der Neuling staunt sie an als die ‚ganz Exakten‘.“ (Bayersdorfer.)

„... der Künstler muß immer produzieren und reproduzieren ... doch Wissen nützt ihm nichts, wenn ihm die Kraft der Vorstellung und der Kombination fehlt. Diese zu üben, zu bilden, sie vor Irrungen zu bewahren, lernt der Schüler nur, wenn er sieht, wie es der Meister macht.“ (Theodor Billroth.)

„Das menschliche Seelenleben — und auch menschliches Forschen — gleicht dem Eisberg, der mit dem größten Teil seiner Masse unter Wasser ist und unsichtbar bleibt. Nur mit dem kleinen Teil, den wir Verstand nennen, ragt es über die Grenze des Unbewußten und Unterbewußtseins heraus und so viele vermeinen dann, dieses wäre schon das Ganze.“ (Otfried Müller.)

\*

Beim ersten Blick mag es scheinen, als ob das Thema nur wissenschaftsgeschichtliches Interesse hätte; aber die Ideen, die ein Aufsatz der „*Endeavour*“ (Nr. 56, Okt. 1955) vorgelegt, zeigen die weitreichenden Folgerungen auch jenseits

reiner Naturwissenschaft für Wirtschaft, Politik, Verwaltung, Erziehung usw.

„Vielleicht ist es diese geistige Haltung dauernden Fragens, verbunden mit dem Drang nach strenger Objektivität, die zu der landläufigen Auffassung des Naturwissenschaftlers als eines phantasielosen, nur an der Materie interessierten Wesens geführt hat. Solche Vorurteile, die dem Naturwissenschaftler eine Sonderstellung in der Gemeinschaft zuweisen, sind aber gefährlich in einer Welt, die immer mehr von den Ergebnissen seiner Forschung und ihrer Anwendungen abhängig wird. Statt als Wohltäter wird er als Bringer von Leid und Zerstörung angesehen und mißtrauisch verwehrt man ihm, auf anderen Lebensgebieten Einfluß zu gewinnen. Selbstverständlich darf er als Fachmann nur da eingreifen, wo seine Spezialkenntnisse von Nutzen sind und diese allein berechtigen noch keine Einflußnahme auf Gebiete, wo menschliche Gefühle und Triebe eine Rolle spielen. Jedoch gehört schnelles, intuitives Einfühlungsvermögen zu den wichtigsten Fähigkeiten, die wir zur Lösung der schwerwiegenden Probleme benötigen, die die moderne Menschheit plagt und sicher könnte die Erkenntnis, daß gerade Naturwissenschaftler diese Eigenschaft oft in hohem Maße besitzen, dazu führen, ihnen weitere Einflußsphären nutzbringend zu eröffnen. Entgegenkommen ist hier von beiden Seiten erforderlich: Der Naturwissenschaftler muß sich bewußt

sein, daß er da, wo es sich nicht um sein Spezialgebiet handelt, nur auf Grund seiner sonstigen menschlichen Fähigkeiten Anspruch auf Einfluß erheben kann, während andererseits die verantwortlichen Leiter des öffentlichen Lebens erkennen müßten, daß die spezielle Begabung des Naturwissenschaftlers nicht notwendigerweise nur aus seinem Fachgebiet nützliche Anwendung finden muß.

Leider kann vorläufig diese Kluft nur von Seite des Naturwissenschaftlers überwunden werden. Aus den Reihen gelernter Naturwissenschaftler haben bereits viele ihre Fähigkeit bewiesen, das öffentliche Leben richtunggebend zu beeinflussen oder auch an der Verwaltung auf höchster Ebene teilzunehmen. Jedoch ist ein Übergang in umgekehrter Richtung praktisch unbekannt ...

Aus den verschiedensten Gründen findet jede Spezialausbildung wesentlich in der Jugend statt. Es wäre beim besten Willen von einem älteren Mann in verantwortlicher Stellung, der wichtige Entscheidungen auf naturwissenschaftlichem Gebiete zu treffen hat, nicht mehr zu erwarten, daß er mit Erfolg ein detailliertes Fachstudium aufnimmt. Hingegen öffnet sich dem jungen Naturwissenschaftler ein weites Forschungsgebiet, wenn er ebenso wie seine Vorgesetzten Willens ist, seine naturwissenschaftliche Schulung nicht nur als Fachwissen zu verwerten sondern gleichzeitig auch als

Mittel, die Kluft zwischen den Naturwissenschaften und allen anderen Gebieten, die von ihr beeinflußt werden, zu überbrücken.“

\*

Diese so klar formulierten Sätze heißen doch, anders ausgedrückt, daß naturwissenschaftliches Denken und die geschulte Arbeitsweise eines Naturwissenschaftlers nicht bloß Fachwissen, sondern eine Geisteshaltung bedeuten, für die heute noch immer viel zu wenig Verständnis ist, obwohl jeder zugibt, daß wir im Zeitalter der Naturwissenschaften leben und arbeiten. Auch im Alltagsleben hat allzuoft nur Phantasie als Gabe, sich irgendwelche Sachlage lebhaft vorzustellen, bildhaft in allen Folgen zu sehen, aber dann vorurteilsfrei klar alle möglichen Folgen und gegebenen Voraussetzungen zu bedenken und zu beurteilen, zu bleibenden Erfolgen geführt. — Phantastern, falsche Propheten, egoistisches Streben im Dienst einer Mode wirkten nur störend oder gar zerstörend. Das Träumen, Denken, Urteilen und Handeln aller mit Phantasie Begabten dagegen schuf Werke und Werte, die unzerstörbar sind „herrlich wie am ersten Tag“ (Goethes Faust I. Teil).

\*