

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 81 (1963)
Heft: 22: Schulratspräsident Hans Pallmann zum 60. Geburtstag am 21. Mai 1963, Zweites Heft

Artikel: Probleme des Akademikers in der Angewandten Forschung
Autor: Schmid, Paul
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-66810>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 10.07.2025

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

Von Dr. Paul Schmid, Eidg. Institut für Reaktorforschung, Würenlingen

1. Einleitung

Unsere Generation erlebt einen ungeheuren Aufschwung der wissenschaftlichen, technischen und technologischen Entwicklung. Wir haben tiefen Einblick in die Gesetze gewonnen, die den Aufbau und die Umwandlungen der Materie bestimmen [1]. Biochemie und Biophysik haben in ihren neueren Forschungsergebnissen wesentliche Elemente zum Verständnis der Entstehung von Leben zusammengetragen [2]. Die vereinten Anstrengungen der Neurologen, Psychiater und Cybernetiker geben erstaunliche Einblicke und Eingriffsmöglichkeiten in die Verhaltensweise von Mensch und Tier, [3], [4], [5]. Die Ueberwindung der Schwerkraft der Erde hat den wenig transparenten Schleier unserer Atmosphäre zerrissen und nicht nur ungetrübte Blicke in die Tiefen der Galaxis [6], sondern eigentliche Vorstösse raffiniertester Sonden in unser Planetensystem erlaubt.

Untrennbar verbunden mit solchen Erkenntnissen findet eine praktische Auswertung statt, welche unser tägliches Leben zusehends umgestaltet. Nur oberflächliche Beobachter und Nutzniesser dieser Entwicklung können daran eitel Freude empfinden. Die Einsichtigeren verspüren bewusste und unbewusste Angst, nicht nur vor dem drohenden Zusammenbruch dieser hochgezüchteten Zivilisation, sondern schon vor ihren scheinbaren Segnungen. Einerseits sind diese nämlich mit psycho-somatischen Einflüssen verbunden, welche der menschlichen Natur zuwiderlaufen und daher die Volksgesundheit gefährden [7]. Andererseits — und dieser Aspekt begründet die hier aufgeworfenen Probleme — führen sie in zunehmendem Masse zu einer Dissoziation unseres Geisteslebens und unseres Intellektes: es gelingt uns kaum mehr, die vielen Eindrücke zu verarbeiten, mit denen uns die rasch fortschreitende Wissenschaft und Technik überhäufen. Ob wir es wollen oder nicht, wir kommen tagtäglich mit ihnen in Berührung. Es ist uns nur die Wahl gelassen, durch bewusste Gestaltung unseres Lebens die Voraussetzungen für eine aktive Auseinandersetzung mit ihnen zu schaffen, oder aber in den tollen Wirbel von Geschäftigkeit und Zerstreuung hineingerissen zu werden, wo sie uns ihre Gesetze aufzwingen.

Wir Akademiker, die wir uns der Angewandten Forschung verschrieben haben, stehen mitten in diesem Problemkreis. Einerseits kostet es uns unermüdliche Anstrengungen, die für unsere Berufstätigkeit notwendigsten Kenntnisse zu erwerben, welche Naturwissenschaft und Technische Wissenschaften vermitteln. Andererseits können wir oft nur mit Mühe erkennen, wohin die von uns gefundenen Anwendungen führen, und welches der tiefere Sinn dessen ist, was sie ermöglichen. Nach der Lektüre des aufsehen erregenden Aufsatzes von G. Holton über «Modern Science and the Intellectual Tradition» [8] liess mich ein biblisches Bild nicht mehr los: was Holton da bemerkt, bedeutet nicht weniger, als dass wir Menschen, vorab wir Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker, im Begriffe sind, einen neuen Turm von Babel zu bauen. Und zwar haben wir es dabei schon erstaunlich weit gebracht. Die weitverbreitete himmelstürmende Tendenz könnte nicht deutlicher veranschaulicht werden als durch die ersten Kommentare Moskaus zu den Pionierleistungen des Sputnik-1 und der Erdumkreisung Gagarins: hier wurde expressis verbis Gott der Rang als Herr des Weltalls streitig gemacht. Der deutlichste Hinweis auf den Turm von Babel ist wohl darin zu sehen, dass wir Wissenschaftler uns infolge der rasch fortschreitenden Spezialisierung immer weniger verstehen, ganz zu schweigen vom Verständnis des Laien für unsere Vorstellungswelt. Nachdem Holton [8] drei von ihm als wahr erkannte Seiten der Wissenschaft gezeigt hat — zwei davon gehen schon auf Plato zurück — malt er sieben weitverbreitete, oft nur zu verständliche Zerrbilder der Wissenschaft und kommt dann zu der erschreckenden Feststellung:

«We must consider the full implications of the discovery that not only the man in the street but almost all of our intellectual leaders today know at most very little about science. And here

we come to the central point underlying the analysis made above: the chilling realization that our intellectuals, for the first time in history, are losing their hold of understanding upon the world.»

Wir dürfen uns natürlich nicht mit solch betrüblichen Feststellungen begnügen — auch Holton ist weit davon entfernt —, sondern sollen diese Probleme in ihrer Tragweite erfassen und dadurch die Aufgaben erkennen, die jedem von uns in seinem eigenen Wirkungskreis erwachsen. Diese Aufgaben sind gekennzeichnet durch die Notwendigkeit unermüdlichen Strebens nach einer organischen Zusammenfassung aller verfügbaren Kräfte, nach der Verwirklichung eines teleologischen, d. h. zielgerichteten Aktionsprinzips, wie es den lebenden Organismen von Natur aus innewohnt. Ihre Erfüllung wird umso schwieriger, je weiter sich die menschliche Entwicklungstätigkeit dem Kreise der lebenden Natur entfremdet, je weniger die Objekte unseres Schaffens der unverbildeten Vorstellung und den physischen Sinnesempfindungen des Menschen zugänglich sind. Wege zur Ueberwindung derartiger Schwierigkeiten zu finden, soll eines der hochgesteckten, aber lohnenden Ziele des in der Angewandten Forschung tätigen Akademikers sein¹⁾.

Die Kernenergie-Technik im allgemeinen und das Eidgenössische Institut für Reaktorforschung (EIR) im besonderen erscheinen mir wie Spiegel, in denen die von Holton gesehene Welt im Kleinen wiederzuerkennen ist. Wenn ich die Reaktorforschung auch durchaus nicht an der Spitze von Wissenschaft und Technik sehe, so glaube ich doch, dass einige Umstände²⁾ wesentlich mitbestimmen, dass wir uns sehr ähnlichen Problemen, also auch ähnlichen Aufgaben gegenübergestellt sehen wie führende Träger der Angewandten Forschung und Entwicklung.

2. Aufgaben, Struktur und Schwierigkeiten einer Organisation für Angewandte Forschung

Der Begriff der Angewandten Forschung wirkt etwas farblos und kann nur klar umrissen werden, wenn er im Kontrast zur Grundlagenforschung einerseits und zur Industriellen Zweckforschung andererseits betrachtet wird.

Bei der *Grundlagenforschung*, welche im allgemeinen an spezialisierten Universitätsinstituten betrieben wird, handelt es sich um die von praktischen Anwendungs- und Auswertungsmöglichkeiten im Idealfall ganz unabhängigen Anstrengungen zur Mehrung oder Vertiefung wissenschaftlicher Erkenntnisse. Solche Forschung wird, meist unter Anleitung von Professoren des Fachgebietes, von Studierenden und Assistenten betrieben, jungen Leuten also, welche darin oft eine Vorbedingung oder den Anfang einer akademischen Laufbahn sehen. Sie sind vom Gegenstand ihrer Forschung fasziniert, diskutieren ihre Probleme und verfolgen ihre Experimente in jugendlichem Eifer, ohne nach Arbeitszeit und besonders guter Entlohnung zu fragen. Es handelt sich fast ausschliesslich um Arbeiten Einzelner oder kleiner Gruppen. Die gegenseitige Information ist höchstens ein technisches, jedoch kein grundsätzliches Problem. Bestimmte Kontakte mit anderen Disziplinen sind nicht unbedingt nötig und brauchen daher nicht organisiert zu werden. Sie ent-

1) Wenn in diesem Zusammenhang von Akademikern die Rede ist, möchte ich allerdings mehr den Repräsentanten einer bestimmten Lebenshaltung anvisieren als den Besitzer des Abschlusszeugnisses irgend einer Hochschule. Solche Zeugnisse können nur beweisen, dass deren Inhaber intelligenzmässig zu solcher Lebenshaltung fähig ist und — je nach Fach — auch die Fertigkeiten zur Bewahrung derselben im praktischen Berufsleben besitzt. Die vom Akademiker erwartete Lebenshaltung umfasst Bildung, Aufgeschlossenheit, Wahrhaftigkeit, Kritik und Toleranz.

2) Solche Umstände sind beispielsweise zu sehen a) in der erstaunlich grossen Zahl aller möglichen Zweige von Wissenschaft und Technik, ohne die eine sinnvolle, zielstrebige Reaktorentwicklung undenkbar wäre, b) im breiten Spektrum praktischer Berufsausübung, welche das tägliche Leben in Reaktorforschungszentren ausmacht, c) im sehr raschen Aufbau des EIR mit einem Kader von vorwiegend jungen Leuten, der begreiflicherweise zu einer wenig traditionsgebundenen Entwicklung unseres Institutes führte.

sprechen vielmehr einem innern Bedürfnis der aufgeschlossenen Akademiker und werden spontan gesucht und — vielleicht in Kolloquien, in Verbindungen oder bei einer Tasse Kaffee — gepflegt. Die Forschungsgruppen dieser Art weisen auch selten eine festgelegte Struktur auf. Die übliche Form der Zusammenarbeit ist das, was man so oft mit «Team work» bezeichnet. Wenn überhaupt ein Einzelner leitende Funktionen ausübt, so hat sich das zwanglos ergeben, und der Betreffende spielt seine Rolle mehr als primus inter pares denn als ernannter Vorgesetzter.

Die *Industrielle Zweckforschung* verfolgt, wie schon der Name sagt, ganz andere Ziele. Hier geht es darum, in praktisch und theoretisch arbeitenden Gruppen die Fragen zu beantworten, welche — meist auf wohldefinierten Teilgebieten industriellen Schaffens — als die Schlüsselprobleme oder wesentlichen Hindernisse bei der Herstellung bestimmter Produkte erkannt werden. Die allgemeine Zielsetzung erfolgt hier vorwiegend durch die Geschäftsleitungen; die speziellen Probleme und Fragen ergeben sich aus dem engen, täglichen Kontakt zwischen Labor einerseits, Konstruktions- und Fabrikationsabteilungen andererseits. Die betreffenden Forschungsgruppen setzen sich nicht mehrheitlich aus «frischgebackenen» Akademikern zusammen, wenn auch die regelmässige Einstellung von solchen für eine nützliche und notwendige Blutauffrischung sorgt. In den Reihen dieser Forschungsgruppen findet man Leute mittleren Alters, Familienväter, für die bei allem Interesse für ihre Arbeit Fragen der beruflichen Stellung, der Entlohnung und der Freizeit eine wesentliche Bedeutung erlangen. Hier hofft man nicht, durch Brillanz im besten Fall den Nobelpreis zu verdienen. Man trachtet vielmehr darnach, sich durch Bewährung bei der Lösung wirtschaftlich bedeutender Probleme verdient zu machen und durch erfolgreiche Leitung entsprechender Forschungsarbeiten in der Stufenleiter der vorwiegend hierarchisch aufgebauten Organisation aufzusteigen. Die Verbindungen zu andern Stellen des Industriebetriebes müssen in der Industriellen Zweckforschung gewährleistet sein, so dass hier die spontanen Kontakte weitgehend durch administrativ vorgezeichnete, vertikale und horizontale Verbindungswege ersetzt werden. Dabei sind notwendigerweise Verantwortlichkeiten und Kompetenzen wohl definiert, und das «Team work» wird nur ausnahmsweise und in kleineren Gruppen zustande kommen können³⁾.

Zwischen diesen so grundsätzlich verschiedenen Arten von Forschung steht die *Angewandte Forschung*. Sie wird gelegentlich von staatlichen Instituten, oft auch von Erwerbs-Organisationen, durchgeführt. Dabei geht es meist darum, für Firmen, welche in der Forschung nicht autark sind, eng abgegrenzte Probleme zu bearbeiten. Um «auf Bestellung» derartige Aufgaben lösen zu können, müssen aber solche Institute über einen Stab von Forschern verfügen, welche mit den neueren Erkenntnissen der Wissenschaft vertraut sind. Zeitweise betreiben sie Untersuchungen, die darauf abzielen, von der Grundlagenforschung neu erschlossene Gebiete kennen zu lernen, um Möglichkeiten für die praktische Verwertung der betreffenden Erkenntnisse zu suchen und abzuklären. Solche Tätigkeit entspricht dem Begriff der Angewandten Forschung. Sie ist zwar eindeutig verschieden von der Grundlagenforschung, erfordert jedoch weitgehend die geistige Regsamkeit, die Methoden und viele Hilfsmittel, welche diese kennzeichnen. Ausserdem werden regelmässig Arbeiten ausgeführt, die der Zielsetzung der Industriellen Zweckforschung entsprechen. Solche Aufträge gehören mit zum Wesen der Angewandten Forschung. Sie sind nicht nur zweckmässig in Anbetracht der Ausnutzung vorhandener Anlagen, sondern bilden auch notwendige Kondensationskerne für praktisch verwertbare Forschungsergebnisse.

Wie die *Aufgaben* der Angewandten Forschung nur im Kontrast zu den typischeren Aufgaben der Grundlagenfor-

³⁾ Das hier entworfene Bild der Struktur von Organisationen für Industrielle Zweckforschung entspricht wohl den hierzulande und heute üblichen Verhältnissen. Ob diese wirklich zweckmässig sind und optimale Leistungen ermöglichen, erscheint im Lichte neuerer Arbeiten über Management in Forschung und Entwicklung fraglich [9] [10] [11] [12].

schung und der Industriellen Zweckforschung richtig gesehen werden, müssen auch die beschriebenen Strukturen der beiden letztgenannten Forschungs-Arten im Auge behalten werden, um die Problematik der *Strukturierung* einer Organisation für die Angewandte Forschung zu erkennen. Als Beispiel der Grobstruktur einer Organisation für Angewandte Forschung mag diejenige des Eidgenössischen Institutes für Reaktorforschung dienen [13], wo der Direktion folgende Arten von Abteilungen und Arbeitsgruppen unterstehen:

a) *Forschungsabteilungen*, denen primär die Pflege der verschiedenen wissenschaftlich-technischen Disziplinen obliegt, die zur Erreichung der gesteckten Entwicklungsziele zu beherrschen sind.

b) *Betriebsabteilungen*, deren Pflicht es ist, grössere Forschungseinrichtungen, insbesondere Reaktoren und Spezial-Laboratorien, zuverlässig und sinnvoll zu betreiben.

c) *Studien- und Projektierungsgruppen*, welche eigene Anlagen und Einrichtungen planen, Versuchsanordnungen zur Durchführung von Forschungsaufträgen für Dritte konstruieren, sowie richtungweisende Entwicklungs-Studien ausarbeiten.

d) *Technische und administrative Dienste* zur Bewältigung all der Arbeiten, welche für den Betrieb eines selbständigen Institutes mit umfangreichen industriellen Anlagen erforderlich sind.

Es scheint, dass einerseits die Aufgabe und Zielsetzung des Ganzen eine Organisation wesentlich industriellen Charakters, d. h. eine hierarchische Struktur mit wohldefinierten Verantwortlichkeiten und Kompetenzen erfordert. Andererseits sind die Aufgaben der Forschungsabteilungen, der Studien- und der Projektierungsgruppen so vielseitig und anspruchsvoll, dass die Koordination auf hierarchisch vorgezeichneten Wegen allein nicht genügt⁴⁾. Was *Skifter* [9] über die Führungsprobleme im industriellen Entwicklungsbetrieb zu sagen hat, ist hier erst recht zu beherzigen:

«... Faced with projects of greatly increased complexity, the engineering manager might be tempted to increase top-level direction and control. But we have learned that much more effective leadership is provided by managing the environment rather than by managing the engineer. We must create an environment favorable to creative engineering with all that this implies — good organization and communication, stimulating goals, economic rewards and, most important of all, freedom of initiative for the individual with maximum emphasis on self-control and self direction. Such an environment will also stimulate and accelerate intellectual development, which has become essential because of the danger of obsolescence of our knowledge in the midst of rapidly advancing technology.»

Schon *innerhalb der einzelnen Forschungsabteilungen* müssen also die Assoziationen und Impulse wirksam werden, welche das «Team Work» in der Grundlagenforschung kennzeichnen. Sollen auch im grösseren Rahmen der *Zusammenarbeit von verschiedenen Forschungsabteilungen* Ergebnisse erzielt werden, die sich von den Studien- und Projektierungsgruppen auswerten und sinnvoll anwenden lassen, so setzt das von allen beteiligten Akademikern ein reges Interesse an den Nachbardisziplinen und viel Verständnis für die allgemeinen Zielsetzungen voraus. Dies verlangt oft den vollen *Einsatz des ganzen Menschen* und ist verbunden mit Opfern an Zeit und Geld, die nur wenige Idealisten zu bringen bereit sind. Freilich lassen sich gewisse Massnahmen organisieren, welche das Interesse und Verständnis der Mitarbeiter für die gemeinsamen Ziele und für die Forschungsarbeiten ihrer Kollegen aus andern Disziplinen fördern, so z. B. orientierende Vorträge, Kolloquien, Filmvorführungen, eine grosszügige Verteilung interner Berichte und vielleicht eine Hauszeitschrift. Im wesentlichen bleibt es aber der unablässigen Bemühung des einzelnen Akademikers anheimgestellt, seine Tätigkeit im Rahmen des Ganzen zu sehen. Hier entscheidet sich, ob auch in solchen Forschungsorganisationen am modernen Turm zu Babel gearbeitet wird, wo keiner mehr des andern Sprache versteht.

⁴⁾ «I think it is safe to say that highly organized research is guaranteed to do one thing — produce nothing new.» Sir Harrie Massey [14].

Im vorliegenden Kapitel wurden die Probleme und Schwierigkeiten des in der Angewandten Forschung tätigen Akademikers in den grösseren Zusammenhang hineingestellt, der durch die Lage seines Wirkungskreises zwischen Hochschule und Industrie gegeben ist. In den nächsten Kapiteln möchte ich auf einige Probleme eingehen, die in besonders eindrücklicher Weise an den Herantretenden, der mit Umsicht und Verantwortungsbewusstsein einen leitenden Posten bekleidet.

3. Laufende Geschäfte und persönliche Belastungsgrenzen

Ein zentrales persönliches Problem des leitenden Akademikers besteht darin, die oft drückende Last der laufenden Geschäfte zu bewältigen, ohne dass dabei seine Kraft schon voll ausgeschöpft wird. Beim leitenden Akademiker wird eine grössere Zahl von Verbindungen zusammenlaufen, deren Art und Bedeutung richtig zu beurteilen sind, und die es entsprechend zu benutzen, auszubauen oder einzuschränken gilt. Nur zu oft kommt sich der Leiter einer Forschungsstelle wie ein Telephonist vor, der von morgens früh bis abends spät durch die vielen Anfragen und deren Beantwortung in Atem gehalten wird. Es ist eine nicht zu unterschätzende und für den Erfolg oft entscheidende Anforderung an einen Leiter, dass er über eine gute Arbeitstechnik verfügt, welche ihm die rasche und genaue Abwicklung dieses Verkehrs gestattet.

Es wäre aber zu optimistisch anzunehmen, ein Leiter halte sich genügend Zeit für Wesentliches frei, wenn er es nur verstehe, die laufenden Geschäfte schnell und kompetent zu erledigen. Es wird ihm leicht passieren, dass man ihm in Anerkennung dieser Fähigkeit immer mehr davon aufbürdet, oft getarnt durch die Uebertragung ehrenvoller Aemter. Es besteht dann die Gefahr, dass der Betreffende, falls er keine Rückzugsmöglichkeiten sieht, psychisch und physisch überlastet wird und über kurz oder lang erkrankt [7]. Es wird dann zu einem für ihn wie für die Organisation erstrangigen Problem, wie er diese Gefahr abwenden kann, ohne durch oberflächliche Erledigung die Qualität seiner Arbeit und damit sein Selbstvertrauen, später sein Ansehen und vielleicht seine Führerstellung zu gefährden.

4. Technische Administration und geistige Führung

Es ist angesichts der mannigfaltigen Verbindungen, welche der Leiter einer Forschungsorganisation sicherzustellen hat, unumgänglich, dass er ein gerüttelt Mass an technischer Administration bewältigt. Er darf aber nicht in den Fehler verfallen, diese mit Führung gleichzusetzen und damit den lebendigen Kontakt mit seinen in der Forschung noch tätigen Mitarbeitern zu gefährden. Er soll vielmehr versuchen, so viel administrative Arbeit samt Kompetenzen zu delegieren, wie er verantworten kann. Dies wird ihm erst ermöglichen, seine vornehmste Aufgabe, die geistige Führung der Forschungsequipen, zu erfüllen. Welches sind nun die Kennzeichen «geistiger Führung» in der Angewandten Forschung? Ich erkenne in Anregung, Besinnung und Entschluss drei wesentliche Elemente solcher Tätigkeit und möchte diese wie folgt erläutern:

Anregung [9] [15] [12]. Der Leiter verdankt seine Stellung nicht nur fachlichen Qualitäten und Spezialkenntnissen, sondern in besonderem Masse auch der Fähigkeit, Wesentliches von Unwesentlichem zu unterscheiden, die grossen Linien zu sehen, und diese Sicht auch seiner Umgebung mitzuteilen. Er ermöglicht, dass manches von Mitarbeitern und Untergebenen aufgegriffen, diskutiert, kritisiert und modifiziert wird. Dabei bleibt er sich bewusst, dass Wesentliches auf ihn zurückgestrahlt wird. Wenn dagegen ein Leiter in zu einsame Höhen aufstiebt oder emporgetragen wird, so läuft er Gefahr, das Schicksal einer Pflanze zu erleiden, die aus dem natürlichen Boden, in dem sie sich entwickeln konnte, in einen engen Topf versetzt wird und dort verkümmert.

Besinnung [16]. Es ist bekannt, dass wesentliche Entwicklungen oft ihren Ursprung in Zeiten der Besinnung eines Einzelnen nehmen. So wichtig es ist, Neuland in gemeinsamer Anstrengung zu erschliessen und zu beackern, so wichtig ist es auch, hernach dem Sämann Zeit und Ruhe zu lassen. Wer sich durch die Geschäftigkeit der Umwelt

dazu drängen lässt, zur ungunstigen Zeit irgend etwas zu säen, hat wenig Veranlassung, eine gute Ernte zu erwarten.

Entschluss. Entschlusskraft ist ein jedenfalls sehr auffälliges Merkmal des guten Leiters. Unglücklicherweise ist diese Eigenschaft von Natur aus eher selten mit der Neigung zu Besinnlichkeit gepaart, was für eine Forschungs- und Entwicklungsorganisation ein nicht zu übersehendes Problem darstellen kann. Gerade die zunehmende Spezialisierung, welche unser technisches Zeitalter kennzeichnet, muss es dem umsichtigen Leiter immer schwerer werden lassen, allein Entschlüsse zu fassen, deren Tragweite und Konsequenzen er nicht ganz überblickt. Es dürfte deshalb selbst in dieser Phase geistiger Führung, die vom Standpunkt der vorgesetzten Stelle meist noch dem Einzelnen zugedacht ist, notwendig werden, dass sich der leitende Akademiker durch einige seiner engeren Mitarbeiter beraten lässt. Dadurch entzieht er sich nicht der vollen Verantwortung gegen aussen, aber er kann diese leichter tragen. Hinzu kommt der nicht zu unterschätzende Vorteil, dass sich seine Berater bewusst oder unbewusst mitverantwortlich fühlen und in einem Masse zur erfolgreichen Ausführung der gefassten Beschlüsse beitragen, wie dies sonst kaum denkbar wäre [12].

Es ist erst das *harmonische Zusammenspiel* kompetenter technischer Administration und geistiger Führung, welches eine Organisation für Angewandte Forschung äusserlich zusammenhält und zugleich auf allen Stufen jene Atmosphäre schafft, in der jeder weiss, dass sein Beitrag zählt und hilft, den bekannten gemeinsamen Zielen näherzukommen. Es können dann verborgene Kräfte zu wirken beginnen, die am ehesten den Einflüssen des Unbewussten auf die geistige Tätigkeit des psychisch gesunden, intelligenten Menschen zu vergleichen sind [9] [10] [11] [12] [17].

5. Weitung des Horizonts

Wenn auch der leitende Akademiker durch ausgeglichenes Zusammenwirken von technischer Administration und geistiger Führungstätigkeit den inneren Zusammenhalt einer Organisation für Angewandte Forschung gewährleistet, so hat er damit allein den Erfolg auf lange Sicht noch nicht sichergestellt. Es erhebt sich nämlich die Frage, ob die von ihm und seinen engeren Mitarbeitern gesteckten Ziele echten Bedürfnissen industrieller Entwicklung in nationalem und internationalem Rahmen entsprechen. Dies zu beurteilen, setzt unablässige Bemühungen des Forschungsleiters zur Weitung seines Horizontes und zum Erwerb von Vergleichsmassstäben voraus.

Ich möchte hier nicht besonders auf die Bedeutung der Teilnahme an Tagungen und Informationsreisen hinweisen, denn sie ist offensichtlich und wird eher überbewertet [18]. Was mir viel mehr zu denken gibt, ist das Problem der sinnvollen Auswertung der Fachliteratur. Wie Holton [8] berichtet, publizierten 1958 über 50 000 wissenschaftliche und technische Zeitschriften jährlich 1,2 Millionen Arbeiten von einiger Bedeutung für Forschung und Entwicklung auf physikalischem und biologischem Gebiet. Ferner erschienen jährlich rund 60 000 wissenschaftliche Bücher und 100 000 Forschungsberichte [19]. War es anfangs des 19. Jahrhunderts Alexander von Humboldt als einem der Letzten noch möglich, die damaligen naturwissenschaftlichen Erkenntnisse zu überblicken, so fällt es heute jedem schwer, nur noch die wesentlicheren Arbeiten seines engsten Spezialgebietes zu sammeln und zu «verdauen». Die scheinbare Hoffnungslosigkeit dieser Lage entbindet uns aber nicht der Verpflichtung, unser Möglichstes zu tun, durch ordnende Technik⁵⁾ wenigstens den prinzipiellen Zugang zum Schaffen und zur Erfahrung anderer offenzuhalten [21] [22]. Die diesbezüglichen Anstrengungen, insbesondere auf den Gebieten der Chemie und der Atomenergie, sind denn auch imposant [23]. Fachbibliographien und raffinierte Hilfsmittel zum Aufsuchen von Informationen helfen indessen dem leitenden Akademiker wenig, wenn er sich einen Ueberblick verschaffen, bzw. sich auf dem Laufenden halten möchte.

⁵⁾ «Die Erfindung einer Technik, die es ermöglicht, mit der heutigen Anhäufung des Wissens Schritt zu halten, ist zu einem der dringendsten Anliegen der Menschheit geworden.» Ortega y Gasset [20].

Uebersichtsaufsätze sind wohl in grosser Zahl erhältlich, jedoch spiegeln sie bestenfalls den persönlichen Ueberblick eines andern, der wohl anzuregen, nicht aber die Aufgabe eigener Urteilsbildung abzunehmen vermag. Nur zu oft bedeutet aber die Lektüre von Uebersichtsaufsätzen reinen Zeitverlust; dann nämlich, wenn diese aus unverdauten Fragmenten der Beiträge Dritter in oberflächlicher Weise zusammengestellt worden sind.

Wie denn kann sich der Akademiker einen Ueberblick über die Probleme und Erfahrungen anderer aus dieser Flut von Fachliteratur verschaffen? Nebst der Zugangsmöglichkeit zu einer reichhaltigen Bibliothek kommt es wesentlich auf das «Fingerspitzengefühl» des Suchenden an. Ich weiss keine unfehlbaren Rezepte, möchte aber einige Richtlinien geben, die mir selbst geholfen haben: a) Man soll sich leichten Zugang zu den einschlägigen bibliographischen Zeitschriften (z. B. Nuclear Science Abstracts) verschaffen, was einen weitgehend davon entbindet, bei eigenen Literaturkarteien auf Vollständigkeit zu achten. b) Man soll alle einschlägige, leicht zugängliche Literatur oberflächlich durchsehen und nur diejenigen Arbeiten klassieren, welche einen aus irgendwelchen Gründen ganz besonders ansprechen oder interessieren müssen. Dabei sollen insbesondere Arbeiten methodischen Inhalts, welche nicht nur Erkenntnis, sondern neues wissenschaftlich-technisches Rüstzeug vermitteln, berücksichtigt werden. c) Noch wählerischer ist man beim Bestimmen der Arbeiten, die man sofort liest. Hier können die Namen der als besonders weitblickend oder scharf denkend bekannten Autoren, wie auch der Ruf einer Forschungsstelle oder der verantwortlichen Redaktion einer Zeitschrift wegweisend sein.

6. Wahl und Einsatz der Mitarbeiter

Soll der leitende Akademiker die laufenden Geschäfte kompetent und doch ohne übertriebenen Aufwand erledigen, so ist er auf die verständnisvolle Hilfe seiner nächsten Mitarbeiter angewiesen. Orientierungen und Diskussionen können nur im Kreise eines Stabes von intelligenten Mitarbeitern die benötigten Impulse vermitteln. Bei der Auswertung von Literatur, bei der Bildung von Vergleichsmaßstäben und bei der entsprechenden Ausrichtung der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit auf die jeweiligen Erfordernisse der Zeit können kompetente Mitarbeiter massgebende Beiträge leisten. Die Personalpolitik verdient deshalb die volle Aufmerksamkeit des leitenden Akademikers, wenn seine Forschungs-Organisation sich gesund entwickeln soll.

Bei der Wahl und beim Einsatz von Mitarbeitern ist es von grosser Bedeutung, herauszufinden, welche Haltung diese angesichts der wissenschaftlich-technischen Aufgaben einnehmen, denen sie gegenübergestellt werden. Nach meiner Erfahrung können zwei komplementäre Veranlagungen unterschieden werden, die in ausgeprägter Weise durch verschiedene Grundtypen verkörpert werden. Der eine — der «*dynamische Typ*» — hat den Willen, verspürt einen eigentlichen Drang, neuen technischen Werken körperliche Gestalt zu geben. Beim anderen — dem «*kontemplativen Typ*» — bildet die intellektuelle Neugier die emotionelle Triebfeder seiner Tätigkeit: sein Werk ist die Idee, welche seinetwegen nicht unbedingt sichtbare Gestalt annehmen muss. Diese Einteilung ist keine Aussage über die wirkliche berufliche Tätigkeit, wenn auch deren Uebereinstimmung oder Anpassung an die vorherrschende Veranlagung für die Befriedigung im Berufsleben ausschlaggebend ist [7]. Ein gutes Mass an solcher Uebereinstimmung ist aber nicht nur für den einzelnen Mitarbeiter notwendig. Auch der Erfolg einer Forschungs- und Entwicklungsorganisation kann ganz wesentlich davon abhängen, dass die beiden komplementären Grundtypen in ausgewogenem Verhältnis rekrutiert und sinngemäss eingesetzt werden. Es ist daher eine notwendige Aufgabe des leitenden Akademikers, seine Mitarbeiter mit klarem Blick für diese Polarität zu wählen und zu führen.

Zwei weitere Gesichtspunkte für die Wahl und den Einsatz der Mitarbeiter, insbesondere der engeren Mitarbeiter des leitenden Akademikers, haben mich beschäftigt und mir viel zu denken gegeben. Es geht um die Fragen der *Leistungsfähigkeit* und der *Sorgfalt*. Es möchte einem vorerst

scheinen, die Empfehlung sei selbstverständlich, dass man nach Möglichkeit leistungsfähige und sorgfältige Leute als Mitarbeiter auswähle. Dieser Empfehlung wird aber, wie Parkinson [34] in humoristisch überspitzter Formulierung bemerkt⁶⁾, in der Praxis wenig entsprochen. Dafür, dass man als Mitarbeiter weniger *leistungsfähige* Leute wählt, gibt es gute und begriffliche Gründe. So gibt es viele Arbeiten, welche nur bescheidenere Ansprüche stellen, und welche auf die Dauer einen höher qualifizierten Mitarbeiter unbefriedigt liessen. Weiter findet man, gerade bei der heutigen Konjunkturlage für das Salär, das man zu bieten hat, oft keinen Bewerber mit der optimalen Leistungsfähigkeit. Leider gibt es aber eingestandene⁷⁾ und unbewusste Beweggründe, welche darauf hinauslaufen, dass man nicht daran denkt, im Kreise äquivalenter Mitarbeiter gleichsam «an einander zu wachsen», sondern es vorzieht, dem andern auf die Schultern stehend an Höhe zu gewinnen. Meine Erfahrung und Ueberzeugung ist, dass gerade in der Forschung die kollegiale Zusammenarbeit mit ebenbürtigen Mitarbeitern nicht nur der Organisation zugute kommt, sondern auf lange Sicht auch den wahren menschlichen Bedürfnissen des Akademikers besser entspricht: sie kann, wie jede echte Gemeinschaft, beglücken.

Mit dem Kriterium der *Sorgfalt* hat es eine andere Bewandnis. Es dürfte kaum vertretbare Gründe dafür geben, unsorgfältige Mitarbeiter vorzuziehen. Es geht also lediglich darum, bei der Anstellung auf die *Sorgfalt* genügend zu achten und während des ganzen Anstellungsverhältnisses ein offenes Auge dafür zu haben. Bei Lob und Tadel, bei Lohnaufbesserungen und Gratifikationen sollte der *Sorgfalt* viel mehr Gewicht beigemessen werden, als dies oft der Fall ist. Wie eine einfache Rechnung zeigt, hängt der Wirkungsgrad eines Verwaltungsapparates ganz entscheidend von der *Sorgfalt* seiner Träger ab. Es gelingt zwar, durch Einführung einer leistungsabhängigen Entlohnung — und dafür gibt es objektive Masse — den Wirkungsgrad weitgehend unabhängig zu machen von der mittleren Leistungsfähigkeit des Einzelnen. Demgegenüber gibt es einen gewissen Schwellwert der *Sorgfalt*, dessen Unterschreitung zur Folge hat, dass bei Vergrößerung des Mitarbeiterkreises zwar die Lohnsumme zunimmt, die geleistete Arbeit hingegen abnimmt. Führt man in einer solchen Situation noch das Zeitverhalten ein, so erkennt man in der Tat das Parkinsonsche Gesetz [24], wonach ein Verwaltungsapparat sich nach einem Wachstumsgesetz entwickelt, das in keinem direkten Zusammenhang mehr steht mit der Vergrößerung des ihm gestellten Aufgabenkreises. Obwohl natürlich jede einigermaßen kompetente Leitung eine solche Gefahr im grossen erkennt und abzuwenden in der Lage ist, so kann man dies doch im kleinen gelegentlich selbst erleben: man lässt sich durch eine uneingeführte Hilfskraft eine Arbeit abnehmen, muss aber am Schluss resigniert feststellen, dass man wegen Instruktion und Kontrolle keine Zeit eingespart hat. Ist die Instruktion einmalig und die Arbeit häufig, so besteht kein Anlass zur Aufregung; andernfalls befolgte man selbst Parkinsons Gesetz! Wenn schon der *Sorgfalt* in jedem Beamtenapparat eine finanziell so schwerwiegende Bedeutung zukommt, so muss dies erst recht der Fall sein in einem Forschungs- und Entwicklungsbetrieb. Kann man im Büro Fehler meist leicht erkennen und mit Hilfe von Radiergummi und Papierkorb korrigieren, so fällt es in der Forschung oft sehr schwer, falsche Auswertungen rechtzeitig als solche zu erkennen. Es können deswegen zeitraubende und kostspielige Kontrollen notwendig werden. Ueber die möglichen finanziellen Konsequenzen und sicherheitstechnischen Aspekte von Unsorgfalt und Pflichtvergessenheit in der reaktortechnischen Entwicklung möchte man lieber nicht sprechen; aber sie bedrücken den verantwortungsbewussten

⁶⁾ Axiom 1: «Jeder Beamte oder Angestellte wünscht die Zahl seiner Untergebenen, nicht aber die Zahl seiner Rivalen, zu vergrössern.»

Axiom 2: «Beamte oder Angestellte schaffen sich gegenseitig Arbeit.»

⁷⁾ Z. B. die alte politische Maxime «Divide et impera», teile und herrsche.

Leiter dauernd und können ihn gelegentlich schlaflose Nächte kosten.

Zusammenfassend möchte ich feststellen, dass in einer Organisation für Angewandte Forschung, wie z. B. dem EIR, der *Erfolg* von vielen, ja von den meisten Mitarbeitern abhängt. Entscheidende *Misserfolge* aber können von wenigen, ja von einzelnen verursacht werden. Dies beweist eindrücklich die hohen Anforderungen, welche an den leitenden Akademiker auf jeder Stufe gestellt werden, wenn er seine Mitarbeiter verantwortungsbewusst wählen und einsetzen soll. Nicht minder bedeutende Aufgaben erwachsen ihm aus deren laufender Betreuung, d. h. der Aufrechterhaltung der menschlichen Kontakte, die ihn erkennen lassen, wenn die Umstände im Interesse des Ganzen oder des Einzelnen personelle Um dispositionen erfordern.

7. Einsatz der Mittel

In dem Masse, wie die Mannigfaltigkeit der Aufgaben einer Forschungs- und Entwicklungsorganisation zunimmt, muss mehr Personal eingestellt werden. Mit wachsender Zahl der Mitarbeiter, die der leitende Akademiker nicht mehr persönlich kennt, wird es ihm immer schwerer fallen, noch soweit in die Besonderheiten der einzelnen Probleme und die Art ihrer Behandlung hineinzusehen, dass er mit gutem Gewissen annehmen darf, die Mittel würden zielbewusst und ökonomisch eingesetzt. Die Gefahr, welche von dieser Seite droht, hat zwei wichtige Aspekte, einen mehr technischen und einen eher methodischen.

Den ersten Aspekt sehe ich in der Möglichkeit, dass wenig kompetente Mitarbeiter *technische Dispositionen* treffen, die unzulässig weit von der optimalen Lösung entfernt sind. Je grösser eine Organisation ist, und je mehr unerfahrene oder gar interesselose Leute beschäftigt werden, desto schwerer fällt es den leitenden Akademikern, solchen Fehlentwicklungen rechtzeitig Einhalt zu gebieten. Trotz zunehmender Erfahrung des Kaders in der Disposition über technische und finanzielle Mittel droht hier eine gegenläufige Tendenz, den Wirkungsgrad von Forschung und Entwicklung bei zunehmendem Umfang der Organisation zu vermindern. Es ist zweifellos leichter, das Problem zu sehen, als ihm in der Praxis wirksam zu begegnen. Ich denke, dass eine überlegene Personalauswahl und -führung das Uebel an der Wurzel packt. Es muss aber gelingen, die straffe Führung im Sinne einer Erziehung zu kritischer Prüfung, einfallsreicher Variation und intelligenter Beurteilung *auf allen Stufen* durchzusetzen. Man kann nie genug Fragen stellen, und dort, wo Fragen und Kritik als Beleidigung aufgefasst werden, erliegt man nur allzuleicht der Gefahr, durch schlechte Disposition Mittel zu verschwenden.

Der zweite Aspekt betrifft die Wahl von *Methoden* in der Forschung und von *Angriffs-Schwerpunkten* in der Entwicklung [25]. Eine gewisse Gefahr besteht darin, dass man zu wenig gründlich überlegt, zu schnell Beschlüsse fasst und diese in die Tat umsetzt. Es entspricht dem Zeitgeist, dass je länger desto mehr die aus tieferem Verständnis entspringenden, eleganten Methoden durch Gewaltmethoden (Holtons «breakthrough pursuit» [8]) verdrängt werden. Beispielsweise droht echtem theoretischem Verständnis Gefahr von Seiten der modernen numerischen Rechentechnik. Hierzu schreiben *Weinberg* und *Wigner* in ihrem bekannten Buch [26]: «... this represents an attempt on our part to resist what is surely a deplorable trend in reactor design — the tendency to substitute a «code» for a theory, to substitute an oscilloscope display of many curves for a detailed *physical* understanding of the system...» An anderer Stelle bedauern sie das Fehlen einer «Scholarly tradition» in der Kernreaktor-Technik und führen es auf die rasche Entwicklung dieser Disziplin zurück. Sie könnten den Mangel an adäquaten Methoden und allgemein verständlichen Theorien in dem von ihnen behandelten Spezialgebiet nicht deutlicher hervorheben als mit den Worten: «... Unfortunately, in the special field of reactor physics all too often what is commonly known does not represent the highest approximation to the truth; and what is the most penetrating and nearest approximation to the truth is often not commonly known.» Die Gefahr, welche einem zielbewussten und ökonomischen Einsatz

der Mittel von der methodischen Seite droht, ist oft schwer zu erkennen, und ihr zu begegnen, ist noch schwieriger. Bei aller Würdigung der in unserer konservativen Haltung begründeten Bedächtigkeit habe ich doch den Eindruck, dass gerade auf dem Gebiet der industriellen Entwicklungstätigkeit unseres Landes die theoretischen Anstrengungen im Vergleich zu den empirischen Verfahren bescheiden sind. Die Gründe dafür sind mannigfaltig und scheinen mir wert, in einem grösseren Zusammenhang betrachtet zu werden. Die Wurzeln des Problems, das sich auch dem Akademiker in der Angewandten Forschung täglich stellt, reichen hinab in die Sphäre, aus der die bekannte Wendung stammt: «Probieren geht über Studieren!»

8. Theorie und Praxis in der Angewandten Forschung

Nur zu oft begegnet man in weiten Kreisen einer Auffassung, welche Theorie und Praxis als zu einander gegensätzliche Prinzipien betrachtet. Da sich das Praktische meist in dinglich greifbaren Erscheinungsformen äussert, wogegen sich die Theorie als dahinter steckende Idee nur dem jeweils Eingeweihten in mehr geistiger Sicht offenbart, ist diese Auffassung durchaus verständlich. Die Wertung, welche natürlich zum Vorteil des Praktischen ausfällt, sobald die Gegensätzlichkeit betont wird, beruht zum Teil darauf, dass sich schlechte Ideen oder Theorien als störende Versager der hervorgebrachten Dinge äussern, wogegen gute Theorien leicht als Selbstverständlichkeit betrachtet werden, sofern man sie überhaupt hinter der perfekten Fassade der Dinge erkennt. Diese Auffassung weiter Kreise sollte zwar nicht unterschätzt werden, aber sie zu bekämpfen käme dem Kampf gegen Windmühlen gleich. Derjenige, der sich im Rahmen der Angewandten Forschung und Entwicklung der Theorie verschrieben hat, wird sich damit abfinden, unbekannt zu bleiben und oft nicht ernst genommen zu werden. Er wird sich auch daran gewöhnen müssen, dass man ihn mancherorts mitleidig lächelnd «Philosoph», wenn nicht gar zynisch «Phantast» nennt.

Vom Akademiker darf und muss in seinem eigenen Interesse erwartet werden, dass er sich von solch oberflächlicher Betrachtungsweise distanziert und die Bedeutung der Theorie zu erkennen und richtig zu bewerten trachtet. Umgekehrt muss der in Angewandter Forschung und Entwicklung beschäftigte Theoretiker stets wieder ermahnt werden, die Zusammenhänge seiner Arbeit mit der Praxis im Auge zu behalten und vor allem die befruchtende Wechselwirkung zu bedenken, welche zwischen seiner Theorie und deren Anwendungen bestehen sollte [27] [28]. Vergisst der Theoretiker diese Gesichtspunkte ganz, und arbeitet er sozusagen in einem Vakuum, so dürfte er mit der Zeit eine Krise erleben wie etwa ein Künstler, der aus Gewohnheit oder äusserer Notwendigkeit «Kunstwerke» hervorbringt, welche aber nicht mehr aus wirklichem innerem oder äusserem Erleben entspringen.

Selbstverständlich ist jeder Akademiker schon in der Schule und dann auf der Hochschule soviel mit Theorie in Berührung gekommen, dass er mindestens verstandsmässig nicht zu jenen gehört, welche in Theorie und Praxis Gegensätze sehen. Er anerkennt sicher eine weitgehende gegenseitige Ergänzung beider Bereiche. Und doch wird in Forschung und Entwicklung die Theorie oft recht stiefmütterlich behandelt. Auf Grund mancher Erfahrungen glaube ich, folgende Hauptschwierigkeiten zu erkennen, welche sich dem optimalen Einsatz der Theorie in Forschung und Entwicklung entgegenstellen:

a) Oft herrscht ein Mangel an Akademikern mit ausgesprochener Vorliebe für theoretische Tätigkeit.

b) Manche Theoretiker neigen dazu, sich von der Praxis abzusetzen, wenn nicht gar auf die Tätigkeit jener Theoretiker («Hoftheoretiker») herabzublicken, welche dafür angestellt werden und sich dazu «hergeben», dem Praktiker mit zweckgerichteten Theorien beizustehen [28].

c) Die Praktiker ihrerseits neigen oft dazu, den Theoretiker nicht laufend über ihre Projekte zu unterrichten und ihn damit zu deren interessierten Verfolgung zu gewinnen. Statt dessen rufen sie ihn nur dann, wenn sie selbst in

Schwierigkeiten kommen, oder wenn es gilt, praktisch erzielte Ergebnisse vor ihrer Veröffentlichung noch mit einer Theorie auszuschnücken.

d) Viele Praktiker beschäftigen nur so viele Theoretiker, wie sie zur Verfolgung ihrer Ziele unbedingt brauchen. Damit zwingen sie diese, ausschliesslich die dringendsten Probleme zu bearbeiten. Sie enthalten ihnen so die Möglichkeit vor, ein gewisses Gebiet gründlich kennenzulernen, um gegebenenfalls Einzelfragen im grossen Zusammenhang und von einer hohen Warte aus beurteilen zu können.

e) Gewisse Fragen scheinen theoretischer Behandlung zum vornherein unzugänglich, weil gültige Modellvorstellungen fehlen, weil die als wahr erkannten Modelle für eine einfache mathematische Erfassung zu komplex sind, oder weil Grunddaten fehlen, welche für eine sinnvolle Theorie als unerlässlich betrachtet werden. In gewissen Fällen bestehen zwar anfänglich Bedenken dieser Art, doch entschliesst man sich mutig zu gewissen Vereinfachungen der Modelle und zu halbwegs glaubwürdigen Annahmen über die schlecht bekannten Daten, bis es schliesslich möglich wird, mit annehmbarem Aufwand theoretische Ergebnisse zu erzielen. Stimmen diese mit den beobachteten Tatsachen schlecht überein, so stellt man oft in ungerechtfertigter Verallgemeinerung die sehr bedingte Nützlichkeit der Theorie als Hilfsmittel in Forschung und Entwicklung fest.

Viele Unzulänglichkeiten und Misserfolge, insbesondere die unter e) genannten, beruhen auf einer allzu beschränkten Einschätzung der Möglichkeiten theoretischer Behandlung, nämlich der einseitig mechanistischen oder *kausalen Auffassung* der Theorie. Dieser Auffassung gemäss erschöpft sich die Aufgabe theoretischer Arbeit darin, die beobachteten Effekte auf Grund von Modellvorstellungen aus den bekannten Grundlagen der wissenschaftlichen Erkenntnisse kausal zu erklären oder abzuleiten. Dies ist typisch die Art «der Theorie eines Experimentes», wie sie auf der Hochschule gelehrt und in einem Praktikum von jedem Studierenden als Selbstverständlichkeit verlangt werden kann. Das spezifische Fachwissen, das Modell, die Kausalität stehen bei ihr im Vordergrund, und die Mathematik ist nur technisches Rüstzeug, nur Hilfsmittel.

Eine komplementäre Auffassung der Theorie, welche wir mit Sommerfeld [29] die *teleologische Auffassung* nennen wollen, lässt vorerst die spezifischen Modellvorstellungen in den Hintergrund treten und sucht vorweg, alle Gegebenheiten und Ziele der gestellten Aufgabe auf mehr begrifflich-logischer Grundlage miteinander in Beziehung zu setzen. Mathematisch gesprochen, geht es oft um die Suche nach der angemessenen Darstellung, nach einem geeigneten Raum, nach den Invarianten des Problems. Nicht selten erweist es sich dann, dass Begriffe nicht klar genug definiert sind, und dass wesentliche Unklarheiten in der Deutung unmittelbarer Beobachtungen aus dieser Unbestimmtheit der Begriffe entspringen. Werden diese behoben, so ist es oft möglich, Wege zur Lösung des Problems zu finden, welche die Unbekannten im Modell und in den Grunddaten entweder ermitteln, oder deren Kenntnis mindestens teilweise überflüssig machen.

Die *Komplementarität von kausaler und teleologischer Auffassung* der Theorie mag demjenigen, der sie nicht immer wieder erlebt, reichlich konstruiert, gewissermassen «akademisch» vorkommen. Vielen war und ist sie aber tief erlebte Wirklichkeit [29] [30] [31]. So glaubt Leibnitz, schon in «Phaidon» von Plato ein Bekenntnis zum teleologischen Verständnis der Naturerscheinungen zu finden [30]. «Die Natur regle alles aufs Schönste und Beste, und wenn man von dieser Auffassung ausgehe, so könne man auch Einzelerscheinungen der exakten Wissenschaft gedanklich erfassen.» Sehr klar äussert sich Leonhard Euler in seiner Abhandlung «Von den elastischen Kurven» über diese Komplementarität [30]:

«... kann weiter kein Zweifel bestehen, dass alle Wirkungen in der Welt aus den Endursachen mit Hilfe der Methode der Maxima und Minima gleich gut bestimmt werden können wie aus den bewirkenden Ursachen. ... Da also ein doppelter Weg gegeben ist, die Wirkungen in der Natur zu erforschen, einmal aus den bewirkenden Ursachen, was man die direkte Methode zu nennen pflegt, zweitens

aus den Endursachen, so wird sich der Mathematiker beider mit gleichem Erfolge bedienen. Wenn nämlich die bewirkenden Ursachen zu verborgen liegen, die Endursachen aber klarer liegen, so ist die Aufgabe durch die indirekte Methode zu lösen. Im Gegenteil wird die direkte Methode angewandt werden jedesmal, wenn aus den bewirkenden Ursachen die Wirkung definiert werden kann. Besonders aber soll man darauf sehen, auf beiden Wegen die Lösung zugänglich zu machen. Dann wird nicht nur die eine zur Bestätigung der anderen dienen, sondern die Uebereinstimmung beider erfüllt uns mit höchster Befriedigung...».

Wir Menschen von heute sind wenig mehr geneigt, verschiedene Auffassungen der Theorie im Lichte unserer Weltanschauung gegeneinander abzuwägen, wenn auch solche Gesichtspunkte für die Entwicklung der modernen Naturwissenschaft in den kommunistischen Staaten bis vor kurzem noch von Bedeutung waren [32] [33]. Leider ist aber an die Stelle der anspruchsvollen Ideologien weniger die nüchterne Vernunft und Ueberlegung getreten, sondern eher die Hast. Dies hat dazu geführt, dass wir vielleicht auf der Hochschule noch auf die komplementären Auffassungen bei «klassischen Stücken» der Naturwissenschaft aufmerksam gemacht werden, diese jedoch in unserem späteren Arbeitsfeld kaum mehr suchen. Wer sich aber, von Hast befreit, in seinem eigenen Problemkreis auf diese Suche macht, wird entdecken, dass die Komplementarität der beiden Auffassungen der Theorie sich nicht nur auf die klassischen Stücke beschränkt, nicht nur historische, sondern auch aktuelle Bedeutung besitzt [27].

Es würde zu weit führen, diese Komplementarität hier eingehend zu erläutern. Folgende Hinweise mögen aber doch dem einen oder andern Akademiker helfen, sie auch in der Angewandten Forschung zu erkennen. Die kausale Auffassung bedient sich vorwiegend der differentiellen, die teleologische eher der integralen Formulierung⁸⁾, um Aussagen zu machen. Ein weiteres Merkmal zur Unterscheidung der beiden Auffassungen ist darin zu sehen, dass die kausale oft den zeitlichen Ablauf im eigentlichen Sinne verfolgt, wogegen die teleologische Auffassung die Tendenz hat, die Gesamtheit aller im Laufe der Zeit angenommenen Zustände gleichzeitig zu berücksichtigen. Variationsmethoden sind ausgeprägte Vertreter der zweiten Auffassung: das Fermatsche Prinzip, wonach ein Lichtstrahl in einem Medium mit örtlich veränderlichem Brechungsindex den «optisch kürzesten» Weg wählt, eignet sich im Rahmen der Strahlenoptik vorzüglich, diese zu veranschaulichen. Wie könnte die Lösung so allgemein und elegant formuliert werden, wenn nur die kausale Auffassung, in diesem Fall das Snellius'sche Brechungsgesetz, bekannt wäre?

Selbstverständlich können bei neuen Problemen die Wege der teleologischen Auffassung nicht immer beschritten werden, denn es gibt meines Wissens keine Rezepte, um ihre Existenz zu beweisen oder gar um sie zu finden. Nur wer sich mit einem Problem gründlich vertraut macht und seine Vorstellungen gleichsam damit identifiziert, kann hoffen, sie zu ahnen und — manchmal ganz unvermittelt — auf sie zu stossen. Wo niemand dies versucht, wird zwar niemand diese «Königswege» vermissen, aber auch niemand der Vorzüge teilhaftig werden, welche sie zu bieten vermögen. Und diese Vorzüge lassen sich, gerade in der Angewandten Forschung und Entwicklung, auch in «nichtakademischen» Masstäben wie Mannjahre und Franken messen!

9. Schlusswort

Die Lösung der aufgeworfenen Probleme erfordert Erfahrung und Anpassung an die jeweiligen Verhältnisse. Allgemein gültige Antworten können deshalb nicht auf der Hochschule gelehrt werden. Es wäre aber wünschenswert, die Studierenden auf die Probleme aufmerksam zu machen,

⁸⁾ Es muss freilich festgestellt werden, dass man bei der analytischen Lösung leicht wieder auf differentielle Formulierungen zurückgreift, im Falle der Variationsmethoden z. B. auf die Euler-Lagrangeschen Differentialgleichungen. Dies dürfte aber damit zusammenhängen, dass Differentialgleichungen sich analytisch im allgemeinen besser lösen lassen als die entsprechenden Integralgleichungen. Dies ist bei numerischen Verfahren mit Hilfe von digitalen Rechenautomaten nicht mehr evident; meist trifft sogar das Gegenteil zu.

welche die Tüchtigeren unter ihnen in der Praxis erwarten, Probleme, bei deren Lösung immer wieder die eine Grundhaltung massgebend ist: das Suchen und Erkennen der Zusammenhänge. Es sollte deshalb keine Gelegenheit während des Hochschulunterrichtes verpasst werden, den Studierenden nahezulegen, alle Spezialkenntnisse in einen grösseren Rahmen hineinzustellen. Dies wird ihnen ermöglichen, wenigstens die Anschluss-Stellen an das Fachwissen ihrer Kommilitonen aus andern Abteilungen oder Fakultäten zu erkennen und die Elemente einer gemeinsamen Sprache zu finden. Bemühungen um diesen Rahmen und um die Schliessung der störendsten Lücken bereiten den werdenden Akademiker bestens darauf vor, später in einem Forschungs- oder Entwicklungs-Betrieb die lebendigen Kontakte mit seinen Vorgesetzten, Mitarbeitern und Untergebenen zu finden und dadurch wesentlich organisches Zusammenwirken zu fördern, den Vermassungs-Tendenzen aber entgegenzutreten.

Der Sinn dieser Ausführungen wäre erfüllt, wenn es gelingen sollte, den einen oder andern Hochschul-Dozenten und -Absolventen auf die praktische Bedeutung dieses Problemkreises für Forschung und Entwicklung aufmerksam zu machen und damit der Alma Mater einige bescheidene Zinsen aus dem Pfund abzuliefern, das sie ihren Jüngern mit der Ueberreichung des Diploms zur getreuen Verwaltung übergeben hat.

Ich möchte an dieser Stelle Dr. W. Zünti und Dr. A. F. Fritzsche meinen aufrichtigen Dank dafür aussprechen, dass sie mich ermutigt haben, den vorliegenden Gedanken Ausdruck zu geben. Vielen meiner Kollegen bin ich zu grossem Dank für den freimütigen Meinungsaustausch verpflichtet, welcher zur Erkenntnis der Probleme und zur Klärung mancher Fragen wesentlich beigetragen hat. Ueber die Pflege dieser persönlichen Kontakte hinaus habe ich mich durch das Studium einschlägiger Arbeiten darum bemüht, die Probleme nicht ausschliesslich in meiner eigenen Projektion zu sehen. Es ist so eine Synthese entstanden, deren Komponenten oft nur noch schwer zu trennen sind.

Meiner Frau, sowie Dr. H. Albers, Dr. A. F. Fritzsche, Dr. T. Hürlimann, K. Zumbunn und Dr. W. Zünti möchte ich für die kritische Durchsicht des Manuskriptes oder von einzelnen Teilen bestens danken. Sie gaben mir wertvolle Hinweise und Anregungen.

Literaturverzeichnis

- [1] M. Fierz: Die Elementarteilchen und das Ende des Atomismus. «Neue Zürcher Zeitung» Nr. 503 (17) vom 12. 2. 1961.
- [2] J. Brachet: The living cell. (Serie von insgesamt 10 zusammenfassenden Arbeiten über Aufbau und Funktionen lebender Zellen). «Scientific American» 205, 50—222 (1961).
- [3] K. Akert: Ziele und Ergebnisse der Hirnforschung «Neue Zürcher Zeitung» Nr. 5045 (134) vom 16. 12. 1962.
- [4] J. von Neumann: The computer and the brain. Yale University Press, New Haven, Connecticut, 1958.
- [5] H. D. Block: The perceptron: a model for brain functioning I. «Rev. Mod. Phys.» 34 (1), 123—135 (1962).
- [6] J. E. Kupperian, Jr. and R. R. Zeimer: Satellite astronomy. «International Science and Technology», March 1962, pg. 48—56.
- [7] R. Hegglin: Lebenskampf und Kreislauf. Vortrag, gehalten in Berlin, abgedruckt in der «Weltwoche», Nr. 1520—1522 (1962/63).

- [8] G. Holton: Modern Science and the Intellectual tradition. «Science» 131 (3408), 1187—1193 (1960), auch erschienen in «Proc. IRE» 50 (6), 1452—1458 (1962).
- [9] H. R. Skifter: The art of engineering management. «Proc. IRE» 50 (5), 1102—1109 (1962).
- [10] R. Likert: Supervision. «International Science and Technology», March 1962, pg. 57—62.
- [11] R. Likert: New patterns of management. Mc Graw Hill 1961.
- [12] L. W. Steele: Loyalties. «International Science and Technology», February 1963, pag. 55—61.
- [13] Vgl. z. B. Arbeitsprogramm des Eidg. Institutes für Reaktorforschung für das Jahr 1962. Würenlingen, Dezember 1961.
- [14] Massey, H.: Interview about the future development of pure research projects. «International Science and Technology», April 1962, pg. 27—29.
- [15] E. M. Mc Elwee: Communication: a responsibility and a challenge. «Proc. IRE» 50 (5), 1113—1115 (1962).
- [16] R. Raymond: Interview about the global factors that influence corporate and national plans. «International Science and Technology», July 1962, pg. 47—50.
- [17] D. C. Pels: Motivation of creative technical personnel. Motivation of the engineering and research specialist. Interaction and attitudes between scientists and auxiliary staff, parts 1 and 2. Series of papers available from the University of Michigan, Institute for Social Research.
- [18] R. W. Curtis: International Conferences. «International Science and Technology», November 1962, pg. 38—41.
- [19] Improving the availability of scientific and technical information in the United States. Presidents Science Advisory Committee Report (1958).
- [20] Ortega y Gasset: Schuld und Schuldigkeit der Universität. München 1952.
- [21] E. Herbert: Finding what's known. «International Science and Technology». January 1962, pg. 14—23.
- [22] Y Bar-Hillel: Some theoretical aspects of the mechanization of literature searching. Office of Naval Research, Washington, D. C.; Nr. 049—130.
- [23] Documentation automatique, Bericht CETIS No. 37 des Centre de Traitement de l'Information Scientifique, EURATOM — C. C. R. Ispra (1961).
- [24] C. N. Parkinson: Parkinson law. Boston 1957. (Deutsche Uebersetzung: Parkinsons Gesetz. Stuttgart 1958).
- [25] J. O. M. Bockris: Doing research. «International Science and Technology», June 1962, pg. 24—27.
- [26] A. M. Weinberg and E. P. Wigner: The physical theory of neutron chain reactors. Chicago 1958.
- [27] J. Patry: Le rôle du théoricien dans l'industrie. «Albiswerk-Berichte» 1 (2), 25—28 (1949).
- [28] J. P. La Salle: Kurze Notiz, in der Entwicklung und Bedeutung der Angewandten Mathematik in den USA und in der UdSSR miteinander verglichen werden. «International Science and Technology», January 1962, pg. 77.
- [29] A. Sommerfeld: Vorlesungen über Theoretische Physik, Band 1: Mechanik. Leipzig 1947. pg. 179.
- [30] P. Funk: Variationsrechnung und ihre Anwendung in Physik und Technik. Berlin 1962. Anhang: Historische Bemerkungen.
- [31] W. Heitler: Der Mensch und die naturwissenschaftliche Erkenntnis. Braunschweig 1961.
- [32] M. Born: Physics and politics. Edinburgh 1962.
- [33] N. de Witt: Soviet brain power. «International Science and Technology», January 1962, pg. 33—38.

Das Schweiz. Register der Ingenieure, der Architekten und der Techniker in Gefahr

DK 061.2:62

Der Schweizerische Technische Verband, STV, hat nach seiner Präsidentenkonferenz in Le Locle in der Presse eine Mitteilung verbreitet. Darin wird die Aussage gemacht, dass der STV die Anstrengungen unterstütze, sowohl das Schweiz. Register der Ingenieure, der Architekten und der Techniker zu erhalten als auch den Technikern die Titel «Ingenieur HTL» und «Architekt HTL» zu erteilen.

Der Schweizerische Ingenieur- und Architekten-Verein, S. I. A., hat am 27. November 1963 dem STV mit aller Deutlichkeit die Erklärung abgegeben, dass es in der Titelfrage kein «Sowohl-Als-auch», also nicht den Batzen und das

Weggli, sondern nur ein «Entweder-Oder» gibt. Dem Schweiz. Register, welches auf dem Prinzip der *Qualifikation* aufgebaut ist, wird nämlich der Todesstoss versetzt, falls die Absolventen der Techniken schon beim Verlassen der Schule gleichlautende Titel erhalten wie die Absolventen der Technischen Hochschulen.

Die Erklärung des S. I. A. an den STV vom 27. November 1962 lautet:

«1. Wenn die Absolventen der technischen Mittelschulen die Titel ‚Ingenieur‘ bzw. ‚Architekt‘ erhalten, verliert das Schweizerische Register der Ingenieure, der Archi-