

# Die naturwissenschaftlichen Entdeckungen des 20. Jahrhunderts in ihrer Bedeutung für die Medizin

Autor(en): **Faller, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg**

Band (Jahr): **60 (1971)**

Heft 2: **Rapport annuel = Jahresbericht**

PDF erstellt am: **22.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-308482>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Die naturwissenschaftlichen Entdeckungen des 20. Jahrhunderts in ihrer Bedeutung für die Medizin

Eröffnungsansprache von Prof. A. FALLER, Jahrespräsident der SNG 1971, anlässlich der 151. Jahresversammlung der SNG in Freiburg und der 100-Jahrfeier der zweiten Gründung der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg.

Freiburg freut sich, anlässlich der 100-Jahrfeier der zweiten Gründung der Société fribourgeoise des sciences naturelles der Schweizer Naturforschenden Gesellschaft zum 7. Male Gastrecht gewähren zu dürfen. Zwar hatten sich schon 1832 einige Freunde der Naturwissenschaften zu einer kantonalen Gesellschaft zusammengeschlossen und 1840 zum ersten Male die SNG nach Freiburg eingeladen; aber die Wirren, welche damals den Kanton erschütterten, waren ihrer Tätigkeit nicht günstig. Von 1871 bis zur Gründung der naturwissenschaftlichen Fakultät hatte die kantonale Gesellschaft mehr den Charakter einer Société d'utilité publique, welcher Ärzte, Apotheker, Ingenieure, Lehrer und Herren des geistlichen Standes angehörten. Somit steht der Jahrespräsident 1971 als Mediziner durchaus in einer alten Lokaltradition. Als einer der gegenwärtig amtierenden Vizerektoren unterstreicht er die enge Bindung zwischen der Freiburger Naturforschenden Gesellschaft und der Universität, deren naturwissenschaftliche Fakultät von so großer Bedeutung für die kantonale Gesellschaft geworden ist. Im Namen der Société fribourgeoise und im Auftrage des Rektors der Universität heiße ich alle Anwesenden in Freiburg recht herzlich willkommen.

Ich habe ein Thema gewählt, von dem ich annehmen darf, daß es Naturwissenschaftler und Ärzte gleichermaßen ansprechen dürfte. Medizin als Therapie ist auf Ordnung in der Zukunft ausgerichtet. Naturgemäß ist Zukunft mit Unsicherheit belastet. Sie entsteht ja, indem Vergangenheit und Gegenwart sich mit etwas noch Unbekanntem verbinden. Würden wir dieses Neue bereits kennen, so wäre Zukunft Gegenwart geworden. Alle Zukunftsplanung krankt notwendigerweise daran, daß sie in Kategorien der Gegenwart denken muß. So entstand die Utopie der Naturwissenschaftler von einer durch die Technik erlösten Welt, in welche keine Naturkatastrophen mehr einbrechen; die Utopie der Soziologen von einer Welt, in welcher die Güter gerecht verteilt sind und ewiger Friede herrscht; die Utopie der Biologen von einem eugenischen Paradies; die Utopie der Mediziner von der Fortpflanzung in der Retorte, vom Ersatzteilmarkt der Organe, von einer keimfreien Welt ohne Schmerz, Krankheit, Altern und Tod. Unkontrollierte Wunschträume wecken Hoffnungen, die zu Enttäuschungen führen müssen. *Bleulers* Buch «Das autistisch undisziplinierte Denken und seine Überwindung» deckt als eine der autistischen Ungereimtheiten die Vorstellung auf, daß alles Machbare auch wünschbar und berechtigt sei und daß in der unbekümmerten Realisierung des Machbaren schon Fortschritt eingeschlossen sei.

## Von den beiden Aspekten der Krankheit

Der *klinische Krankheitsbegriff* versucht, mit Hilfe von Zahlen und Formeln, die mit Konstanten verglichen werden, das morphologische und funktionelle Geschehen im Körper zu definieren. Kein vernünftiger Mensch wird diese objektivierbare Seite der Krankheit geringachten. Sie ist die Grundlage jeder genauen Diagnose und jeder rationellen Therapie. Um aber Menschen zu «Ordnung» anzuhalten oder zu «Ordnung» zurückzuführen, genügt ein persönlichkeits-indifferenter, rein objektiver, in Zahlen ausdrückbarer Sachverhalt nicht. Krankheiten als Abstracta gibt es nur in Lehrbüchern. Im praktischen Leben handelt es sich stets um kranke Menschen, die unter der Störung ihrer Ordnung leiden. Den Patienten kümmert nicht die Krankheit, sondern das Kranksein. Sein Krankheitsbegriff ist *existentiell-persönlich*. Klinischer Sachverhalt und persönliches Erlebnis des Krankseins ergeben zusammen erst das richtige Bild. Dieser Doppelaspekt ist altes Kulturgut abendländischen Geistes, an welchem sowohl das kleinasiatische Griechentum wie auch die biblische Heilslehre des jüdischen Volkes und des Christentums wesentlichen Anteil haben. Beide Aspekte ergänzen sich, führen aber auch immer wieder zu charakteristischen Spannungen.

## Von der gegenseitigen Beeinflussung von Naturwissenschaften und Medizin

Von Kult und Magie hat sich zeitlich zunächst die Medizin, viel später erst die Naturwissenschaft abgelöst. Der Begriff des von Gesetzen regierten Kosmos ist eine der größten Errungenschaften menschlichen Geistes. Nur im Rahmen des Makrokosmos kann der Mikrokosmos Mensch richtig verstanden werden. Diese Intuition ist uns heutigen Menschen durch die Trennung in Natur- und Geisteswissenschaften weitgehend verloren gegangen. In der Blütezeit Griechenlands war Naturwissenschaft gleichzeitig auch Wissenschaft von dem die Natur betrachtenden und untersuchenden Menschen. Naturwissenschaftliches Denken und Berufsethos ergänzten sich gegenseitig. *Galen* von Pergamon verdanken wir die grosse Synthese der alten Ärzteschulen. Sein Werk hinterläßt den Eindruck einer solchen Geschlossenheit, daß man während eineinhalbtausend Jahren der Meinung war, diesen Stand der Kenntnisse nicht überbieten zu können. Die Völkerwanderung zerstört die lateinische Kultur und bringt unverbrauchte Kräfte, die mit Hilfe des Christentums aus den Trümmern ein neues Ganzes schaffen. An die Stelle eigener Forschung tritt Tradition. Erst *Andreas Vesalius* traut seinen eigenen Augen mehr als der Überlieferung. Die anatomischen Entdeckungen prägen die Medizin des 16. Jahrhunderts. Die Medizin des 17. Jahrhunderts entwickelt das physiologische Experiment, das in der Erkenntnis des Blutkreislaufes gipfelt. Dem Versuch der Iatro-Physiker, Geometrie und Mechanik der Medizin dienstbar zu machen, verdanken wir die Einführung des Fieberthermometers. Dem Bemühen der Iatro-Chemiker war kein durchschlagender Erfolg beschieden: Die damalige Alchemie erwies sich als eine ungenügende Grundlage für den Aufbau einer Biochemie. Im 18. Jahrhundert

beginnt die Entdeckung der mikroskopischen Dimension. Mit der Gewebelehre des 19. Jahrhunderts wird die Abkehr von der Säftelehre zu Ende geführt. Mit der mikroskopischen Zellenlehre entwickelt sich eine mikroskopische Zellulärpathologie, die das 19. Jahrhundert zum Jahrhundert der großen bakteriologischen Entdeckungen macht. Narkose, Antisepsis, Asepsis und Blutleere legen den Grund zur modernen Chirurgie. Mit der Formulierung des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik durch den Schiffsarzt *Julius Robert Mayer* wirkt die Medizin auf die Physik zurück.

Um die Jahrhundertwende nimmt die Entwicklung der Naturwissenschaften, der Medizin und der Bevölkerung die bisher eine gewisse Stetigkeit gezeigt hatte, exponentielle Formen an. Schätzte man damals die Gesamtzahl der Erdbewohner auf 1,7 Milliarden, so werden es im Jahre 2000 höchstwahrscheinlich 7,5 Milliarden sein. Eine ähnlich explosive Entwicklung zeigen die Geschwindigkeit unserer Fortbewegung, die Schnelligkeit der Nachrichtenübermittlung und die von Menschenhand auslösbare Energie.

## **Naturwissenschaft und Medizin zwischen gestern und heute**

Die naturwissenschaftlichen Entdeckungen des 20. Jahrhunderts ermöglichen den großen Fortschritt der Biochemie, die Eroberung der Ultrastruktur der Zelle, die Lösung der medizinischen Probleme der Weltraumfahrt, neue Einblicke in die funktionelle Pathologie und in die Physiopathologie, die Steuerung unserer eigenen Zentralorgane, die modernen Methoden der Chirurgie, ein neues Modellverständnis mancher Lebensprozesse durch die Kybernetik sowie die Verbesserung der medizinischen Organisationsmöglichkeiten durch Information und Automation.

### **1. Fortschritte der Biochemie**

Sie zeigen sich vor allem in der raschen Entwicklung der Naturstoffchemie, in der Erforschung der Mangelkrankheiten und der Vitamine, in den Erkenntnissen der Biochemie und Biologie der Hormone, im Eindringen in die Stoffwechselchemie und in der Darstellung der antibakteriellen Sulfonamide sowie der Antibiotica.

a) *Die Naturstoffchemie* erreicht nicht nur die Isolierung zahlreicher wichtiger Körpersubstanzen, sondern vermag auch deren chemischen Aufbau abzuklären und hochwirksame Reinsubstanzen darzustellen. Damit bereichert sie die medizinische Therapie, gibt Einsichten in spezifische Wirkungsmechanismen und ermöglicht eine leistungsfähige pharmazeutische Industrie. Die Grundlagen der Chemie der Eiweiße, der Kohlehydrate und der Purinstoffe verdanken wir *Fischer*. *Willstätter* klärt die Struktur zahlreicher pflanzlicher Alkaloide auf und stellt sie synthetisch her. Morphin, Strychnin und zahlreiche Steroide werden von *Robinson*, Chinin, Cholesterol, Cortison, Lysergsäure, Reserpin, Tetrazyklin und Kolchizin von *Woodward* in ihrem Aufbau erkannt und synthetisiert.

b) *Die Erforschung der Mangelkrankheiten und der Vitamine* stellt die Ernährungsforschung auf eine neue Grundlage. Um 1900 erkennt der holländische Hygieniker *Eijkman*, daß der Schälvorgang beim Polieren der Reiskörner die Erkrankung an Beri-Beri verursacht. Es gelingt ihm, bei Hühnern ein entsprechendes Krankheitsbild hervorzurufen. Bald darauf erzeugen die beiden Norweger *Holst* und *Fröhlich* bei Meerschweinchen experimentellen Skorbut. *Funk* gibt den lebensnotwendigen Spurenstoffen den eigentlich falschen Namen «Vitamine». *Goldberger* erkennt die Pellagra als Mangelkrankheit. Im gleichen Jahr wird der «fettlösliche Faktor A» von *McCollum* gesondert dargestellt. Wenig später erzeugt *Mellanby* bei Hunden experimentell Rachitis und *Huldschinsky* erkennt die Heilwirkung ultravioletter Strahlen. *Steenbock* weist nach, daß der Karotingehalt der Pflanzen für deren Vitamin-A-Wirksamkeit verantwortlich ist. Bei Ratten entdecken *Evans* und *Murphy* einen bei der Fortpflanzung wirksamen Spurenstoff, den sie Vitamin E nennen. *Jansen* und *Donath* stellen kristallines Vitamin B1 aus Reiskleie her. *Windaus* erkennt im Ergosterin das Provitamin D und klärt die chemische Reaktion ab, die sich unter dem Einfluß von Ultraviolettbestrahlung abspielt. *Szent-Györgyi* isoliert aus tierischen Nebennieren eine stark reduzierende Substanz mit antiskorbutischer Wirksamkeit. Der chemische Aufbau von Vitamin A wird durch *Karrer*, der während mehr als 30 Jahren die Carotinoide untersucht, erkannt. Damit ist erstmals die chemische Struktur eines Vitamins aufgeklärt. *Haworth*, *Hirst* und *Reichstein* finden die chemische Formel der Ascorbinsäure und gelangen zu deren Synthese. *Kuhn* gelingt die Abtrennung des Laktoflavins aus dem B-Komplex. *Dam* entdeckt das Vitamin K. *Györgyi* gelingt die Abtrennung des Adermin vom Pellagraschutzstoff. Die Strukturformel und die Synthese des Laktoflavins wird von *Kuhn* und *Karrer* bekanntgegeben. *Evans* isoliert die Vitamin E-Gruppe. *Williams*, *Windaus* und *Grewe* klären die chemische Struktur von Vitamin B1 ab und gelangen zu dessen Synthese. *Szent-Györgyi* findet in Paprika und in Zitronen einen Stoff, den er Vitamin P nennt. Der Pellagraschutzstoff wird als Nikotinsäureamid erkannt. *Fernholz* klärt den chemischen Aufbau der Tokopherole ab. *Kuhn* und *Morris* gelingt die Synthese von Vitamin A. Es folgt die Reindarstellung von Vitamin B6 durch die Arbeitsgruppe *Kuhn*. Im gleichen Jahr gibt *Karrer* die Synthese der Tokopherole bekannt und gelangen *Kuhn*, *Harris* und *Folkers* die Konstitutionsaufklärung und die Synthese von Adermin. *Dam* und *Karrer* isolieren Vitamin K1, *Doisy* Vitamin K2. Ein Jahr später folgt die Isolierung von Biotin durch *du Vigneaud*. Kurz darauf melden *Mitchell*, *Snell* und *Williams* Reindarstellung und Konstitutionsaufklärung der Folsäure, deren Synthese *Angier* gelingt. Es folgt die Isolierung von B12 durch *Rickes* und *Folkers* einerseits, durch *Smith* und *Parker* andererseits. Durch Röntgenanalyse findet *Todd* die Strukturformel.

c) *Die neuen Erkenntnisse der Biochemie und Biologie der Hormone* zeigen dieselbe stürmische Entwicklung wie die Erforschung der Vitamine. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts stellen *Aldrich* und *Takamine* reines Adrenalin dar. Die Synthese verdanken wir *Stolz* und *Dakin*. Am Anfang des 1. Weltkrieges be-



schreibt *Simmonds* die Symptome der Insuffizienz des Hypophysenvorderlappens. *Kendall* erhält kristallisiertes Thyroxin. Vor 50 Jahren gelang dem kanadischen Chirurgen *Banting* und dem Medizinstudenten *Best* die Herstellung eines wirksamen Pankreasextraktes. Im gleichen Jahr erreichen *Evans* und *Long* durch Einspritzung von Hypophysenextrakt Riesenwuchs und weisen so das Wachstumshormon nach. *Allen* und *Doisy* zeigen, daß Follikelhormon auf die Scheidenschleimhaut einwirkt. *Collip* und *Hansen* entdecken das Parathormon. Die Steuerung der Keimdrüsen durch die Hypophyse wird von *Aschheim*, *Zondek* und *Smith* nachgewiesen. *Abel* erhält Insulin in kristallisierter Form. *Harrington* und *Barger* ermitteln die chemische Struktur des Thyroxins und gelangen zu dessen Synthese. *Butenandt*, *Doisy* und *Marrian* stellen Follikelhormone rein her. Fast gleichzeitig gelingt mehreren Forschergruppen die Reindarstellung des Gelbkörperhormons. *Swingle* und *Pfiffner* erhalten wirksame Nebennierenrindenextrakte. *Butenandt* gelingt die Isolierung von Androsteron. Drei Jahre später klärt er die chemische Konstitution auf. Das mit dem Androsteron verwandte Testosteron wird von *Laqueur* isoliert. *Ruzicka* und *Wettstein* finden die Konstitutionsformel. Die Forschergruppe um *Reichstein* und *Kendall* stellt verschiedene Nebennierenrindenhormone rein dar, klärt deren chemische Konstitution ab und gelangt auch zur Synthese. Das Radio-Jod bürgert sich in der Schilddrüsendiagnostik ein. Wenige Jahre später wird es von *Hamilton* und *Lawrence* therapeutisch eingesetzt, während *Astwood* die Behandlung der Hyperthyrose mit Thourazil einführt. *Li* und *Sayers* isolieren das adrenokortikotrope Hormon der Hypophyse. *Li* und *Evans* gewinnen Wachstumshormon in Kristallform. Nachdem *Janbon* die hypoglykämische Wirkung gewisser Sulfonamide entdeckt hat, untersucht sie *Loubatières* auf ihre Brauchbarkeit als orale Antidiabetica. *Hench* beobachtet die entzündungshemmende Wirkung des Cortisons. *Du Vigneaud* klärt die Struktur der Hinterlappenhormone Oxytozin und Vasopressin auf und synthetisiert sie. Aldosteron wird durch *Simpson*, *Wettstein* und *Reichstein* in reiner Form gewonnen. Die gleiche Forschergruppe klärt den chemischen Aufbau ab. *Sanger* stellt den Bau des Insulinmoleküls fest. *Rasmussen* glückt die Reindarstellung von Parathormon. *Zahn*, *Katsoyannis* und *Wang* kommen fast gleichzeitig zur Vollsynthese des Insulins.

d) Die Stoffwechselchemie erhält eine entsprechende Methodik von *Sumner*, *Northrop* und *Warburg*. *Sumner* stellt Urease in Kristallform her. *Northrop* erhält verschiedene Verdauungsfermente in kristallisiertem Zustand. *Warburg* entdeckt das eisenhaltige und das gelbe Atmungsferment. *Meyerhof* und das Ehepaar *Cori* klären den Abbau der Hexose zu Brenztraubensäure auf. *Lipman*, *Krebs*, *Lynen* und *Bloch* erkennen die zentrale Stellung des Zitronensäurezyklus im intermediären Stoffwechsel. Der Energiespeicherstoff Adenosintriphosphat wird von *Lohmann* entdeckt. Ein weiterer wichtiger Schritt ist die Totalsynthese des Ferments Ribonuklease aus 124 Aminosäuren.

e) Die Darstellung der antibakteriell wirkenden Sulfonamide und der Antibiotika gibt der Therapie eine neue Grundlage. Der Begriff der Chemotherapie beginnt mit *Ehrlich*, der aus Arsenobenzol das Salvarsan schuf. *Domagk* führt die

sulfonamidhaltigen Azoverbindungen in die Klinik ein. Schon vorher hatte *Flemming* beobachtet, daß Schimmelpilzverunreinigungen auf Plattenkulturen örtlich beschränkt Bakteriolyse bewirken. Während des 2. Weltkrieges setzen sich in der Malariabekämpfung die synthetischen Pharmaka Plasmochin und Atebrin durch; gleichzeitig gewinnt *Dubos* bakterizide Substanzen aus aeroben sporenbildenden Erdbazillen. Daraufhin greift die «Oxfordgruppe» um *Florey* *Flemmings* Arbeiten wieder auf. *Chain* gelingt die chemische Charakterisierung des Grundbausteins der Penizilline. Aus dem Verhalten der Tuberkulosebazillen gegenüber Salizylsäure erwächst der Anstoß, ein ihren Stoffwechsel hemmendes Derivat aufzufinden: die p-Amino-Salizylsäure. Von der Beobachtung ausgehend, daß Tuberkelbazillen zugrundegehen, sobald sie in den Boden gelangen, stellt *Waksman* aus Strahlenpilzen zunächst das klinisch nicht verwendbare Streptothrizin, dann das wichtige Streptomycin her.

## 2. Die Eroberung der Ultrastruktur der Zelle

Die Erfassung der zellulären Ultrastruktur wird von der Entwicklung der Chromosomenforschung begleitet. Beides wird zum Anstoß, die Makromolekularbiologie und den genetischen Code zu erforschen. Von hier gehen Impulse aus für die Virusforschung und die Schutzimpfung. Mit letzterer hängt die Immunologie zusammen, aus welcher sich die Lehre der Allergie herleitet.

a) *Die Erfassung der zellulären Ultrastruktur* verdanken wir der Elektronenmikroskopie: Sie beruht auf der Entdeckung *de Broglies*, daß die Korpuskularstrahlen Wellennatur haben. Vor rund 40 Jahren baute *Ruska* das erste Elektronenmikroskop. *Claude*, *Porter* und *Palade* schaffen die Präparationsmethoden, welche die Welt der Zellorganellen erschließen.

b) *Die Entwicklung der Chromosomenforschung* beginnt um die Jahrhundertwende mit den grundlegenden Untersuchungen von *Morgan* an den Riesenchromosomen der Fruchtfliege. Er stellt die lineare Anordnung der Gene fest und erkennt die Bedeutung chromosomaler Strukturveränderungen. Sein Schüler *Müller* begründet die Strahlengenetik. Die Auswertung von Bestrahlungsversuchen an *Neurospora crassa* führen *Beadle* und *Tatum* zur «Ein-Gen-Ein-Enzym»-Theorie. Jedes Gen wirkt als Schablone eines Fermentes: Erblich bedingte Genveränderungen führen zu entsprechenden Enzymausfällen. Das Karyogramm nach *Lejeune* und *Turpin* erweist das *Turner*- und das *Klinefelter*-Syndrom als Anomalien der Geschlechtschromosomen, die mongoloide Idiotie als Trisomie 21. *Jacob*, *Lwoff* und *Monod* entwickeln die Vorstellung vom «Operon»: Die Strukturgene werden durch ein Operatorgen gesteuert. Sie bewirken mit Hilfe von «Boten»-Ribonukleinsäuren die Bildung von verschiedenen Enzymen. Der letztgemeldete Fortschritt ist die Synthese eines Hefegens durch *Khorana*: Es besteht aus 77 Nukleotiden. Die Gensynthese könnte in naher Zukunft praktisch-ärztliche Bedeutung gewinnen.

c) *Die Makromolekularbiologie* beginnt damit, daß *Pauling* und *Corray* den spiraligen Verlauf der Peptidketten in Form einer d-Helix nachweisen. *Kendrew* und *Perutz* bestätigen mittels Röntgenstrahlkristallographie an kristallisiertem

Myo- und Hämoglobin, in welche Quecksilber und Goldatome eingelagert wurden, den spiraligen Aufbau in Form der d-Helix.

d) *Der genetische Code* beruht auf der räumlichen Struktur von Desoxyribonukleinsäure, welche *Crick* und *Watson* als Doppelspirale erkennen. Wird das DNS-Molekül der Länge nach gespalten, so ist für jede Hälfte die Ergänzung bereits bestimmt: Die Anordnung der Basen ist die Verschlüsselung einer genetischen Information, welche in den Ribosomen zur Bildung spezifischer Eiweiße führt. Das Raummodell der Doppelspirale wird durch die Beugungsgitter bestätigt, welche *Wilkins* mittels Röntgenstrahlen erhält. *Ochoa* stellt künstliche Ribonukleinsäuren her, welche dieselben Beugungsgitter zeigen wie natürliches RNS. Schließlich gelingt *Kronberg* mit Hilfe eines Fermentes aus *Escheria coli* die künstliche Synthese von Desoxyribonukleinsäure.

e) *Die Virusforschung* erhält den entscheidenden Anstoß durch *Stanley*. Er zeigt, daß das Tabakmosaikvirus ein kristallisierbares Protein ist und sich im Elektronenmikroskop nachweisen läßt. *Theiler* gelingt die Züchtung von abgeschwächtem Gelbfiebervirus in Gewebekulturen, die zu Impfstoff aufgearbeitet werden. Ähnliches glückt *Enders*, *Robbins* und *Weller* für Poliomyelitisviren. Zunächst entwickelt *Salk* eine Schutzimpfung mit abgetöteten Polioviren, während *Sabin* aus einem Poliostamm, der keine Paralysen erzeugt, einen oral wirksamen Lebend-Virus-Impfstoff gewinnt. Damit wird eine der schrecklichsten modernen Seuchen ausgerottet.

f) *Die Probleme der Immunologie* beginnen mit dem Diphtherie-Immunsrum, welches von *Behring* anfangs des 20. Jahrhunderts entwickelte. *Bordet* und *Gengou* stellen das Prinzip der Komplementbindung auf. *Von Pirquet* und *Schick* erkennen die Serumkrankheit als eine Antigen-Antikörperreaktion. Die veränderte Reaktionsfähigkeit des Körpers bezeichnet *von Pirquet* als Allergie. *Calmette* und *Guérin* entwickeln eine Tuberkuloseschutzimpfung mit avirulenten Tuberkelbazillen. *Ramon* führt die erste aktive Immunisierung mit entgiftetem Diphtherietoxin ein. *Richet* und *Portier* nennen das Phänomen der immunologischen Schutzlosigkeit Anaphylaxie. *Arthus*, der erste Inhaber des Lehrstuhls der Physiologie in Freiburg, beobachtet das nach ihm benannte Arthus-Phänomen und deutet es als lokale Anaphylaxie. Nachdem *Windaus* das Histamin darstellt, erkennt man, welche wichtige Rolle dieser Stoff beim anaphylaktischen Schock spielt. Das tiefere Verständnis der Immunreaktionen knüpft sich an die von *Tiselius* entwickelte Elektrophorese, welche im Blutserum das für die Immunisierung wichtige  $\gamma$ -Globulin nachweist. Die einfachere Papierelektrophorese, eine Kombination von Papierchromatographie und Elektrophorese, bürgert sich rasch in Laboratorien und Kliniken ein. *Ouchterlony* benützt zur immunologischen Diagnose die Doppeldiffusion antigenhaltiger Flüssigkeit gegen verschiedene Konzentrationen des Antikörpers in Agar gel. *Porter* spaltet mit Papain das  $\gamma$ -Globulin, welches Träger der Antikörper ist, in drei Fragmente, von denen zwei sich als antikörperaktiv erweisen. *Grabar* und *Williams* verbinden die Elektrophorese mit der Antigen-Antikörper-Reaktion: Es gelingt ihnen, im Blutserum mehr als 30 verschiedene Proteine nachzuweisen. *Medavar* erkennt



die Abstoßung der Transplantate als Immunreaktion. *Mille* weist auf die besondere Bedeutung des Thymus für die Abwehrbereitschaft hin. Man hofft, daß es gelingen wird, auch gegen Protozoen Abwehrstoffe herzustellen. Vielleicht darf man sogar an die Abstoßung von Krebszellen durch Immunreaktion denken.

### 3. Die medizinischen Probleme der Weltraumfahrt

Fast gleichzeitig mit dem Mikroskop, das dem menschlichen Auge eine ungeahnte Welt des Kleinen erschloß, wurde das Teleskop gebaut, welches die kosmischen Dimensionen optisch heranrückte. Die technische Entwicklung beider Instrumente dauerte fast 300 Jahre. Heute ist in knapp 50 Jahren mit dem Elektronenmikroskop die Welt der Ultrastruktur erobert worden, und der Mensch hat mit der Betretung des Mondes den ersten Schritt in die kosmische Dimension gewagt. Der Einfluß großer Geschwindigkeitsänderungen und Druckschwankungen muß untersucht werden. Die Probleme der Schwerelosigkeit machen ein besonderes Training notwendig. Es stellt sich die Aufgabe, den Kosmonauten vor der Weltraumstrahlung zu schützen, welche *Gockel*, Physikprofessor an der Universität Freiburg, als erster auf mehreren Ballonfahrten untersucht hat.

### 4. Die funktionelle Pathologie und die Pathophysiologie

Das Interesse verschiebt sich vom kranken Organ auf die gestörte Funktion. Radiologische Diagnostik und radioaktive Isotope gestatten es, pathologische Veränderungen früher und genauer zu erfassen. Trotz intensiver Forscher-tätigkeit bleibt die Entstehung des Krebses noch ein Rätsel.

a) *Die Erkenntnis der gestörten Funktion* veranlaßt *Ricker*, die Bedeutung der Störungen von Gefäßinnervation und Endstrombahn für den Beginn des krankhaften Geschehens zu betonen. *Von Bergmann* prägt für das sich im Vorfeld der Pathologie Abspielende den Begriff der funktionellen Pathologie. *Cannon* untersucht die Adrenalinausschüttung bei plötzlicher körperlicher oder psychischer Belastung. *Hoff* wendet seine Aufmerksamkeit dem Reaktionsablauf zu: Auf eine flüchtige vagotone Vorphase folgt eine sympathikotone Leistungsphase, die von einer vagotonen Erholungsphase gefolgt wird. *Selye* faßt die übermäßige Beanspruchung durch Trauma, Infektion und körperliche oder psychische Überlastung unter dem Begriff «Stress» zusammen. Jeder Stress löst ein allgemeines Adaptationssyndrom aus. Kann das Gleichgewicht nicht mehr hergestellt werden, so kommt es zur Adaptationskrankheit mit Hyperämie der Nebennieren, Atrophie von Thymus und Lymphknoten sowie Auftreten von Magen-Darmgeschwüren. Die Vorstellung, daß eine Permeabilitätsstörung der Gefäßwände jede pathologische Veränderung einleite, führt *Rössle* und *Eppinger* zur «Permeabilitätspathologie» und zum Begriff der serösen Entzündung.

b) *Die radiologische Diagnostik* ist aufs engste mit Physik und Technik verknüpft. Um die Jahrhundertwende stellt *Röntgen* fest, daß Fotoplatten geschwärzt

werden, wenn in der Nähe elektrische Entladungen durch hochevakuierte Glasröhren gehen. *Albers-Schönberg* verbessert die Aufnahmetechnik mit Hilfe der Kompressionsblende. Er setzt die Röntgenstrahlen therapeutisch bei Geschwülsten ein und entdeckt die kastrierende Wirkung der neuen Strahlen. *Holzknrecht* ermöglicht eine erste Strahlendosierung mit Hilfe des von ihm konstruierten Chromoradiometers. *Perthes* führt die Strahlenfilterung in die Therapie ein. *Krause* benützt Bariumsulfat zur Kontrastdarstellung des Verdauungstraktes. *Lichtenberg* verdanken wir die Pyelographie. *Dandy* verwendet die Luftenzephalographie als diagnostisches Verfahren. Die Myelographie wird durch *Siccard* und *Forestier* eingeführt. *Graham* und *Cole* entwickeln die Technik der Cholezystographie. *Moniz* wendet mit Erfolg die zerebrale Angiographie an. *Dos Santos* wagt sich an die translumbale Aortographie. Mit *Vallebona* beginnen sich die verschiedenen Verfahren der Schichtaufnahme zu entwickeln. *Chaoul* konstruiert die Nahbestrahlungsröhre. Der elektronische Bildverstärker mit Fernsehübertragung und Filmapparatur gestattet eine massive Herabsetzung der eingestrahlten Dosis bei gleichzeitiger Verbesserung der diagnostischen Auswertung. Das Betatron erzeugt durch Elektronenbeschleunigung ultraharte, in das Körperinnere eindringende Strahlen. Die Bewegungsbestrahlung mit radioaktivem Kobalt 60 verwendet Gammastrahlung für die Therapie.

c) *Die Entdeckung der radioaktiven Isotopen* geht auf die Beobachtung von *Becquerel* zurück, daß Uranerze Fluoreszenz erregen. Das Ehepaar *Curie* stellt um 1900 reines Radium dar. *Rutherford* erkennt als Ursache der Radioaktivität den Atomzerfall. Das Ehepaar *Joliot-Curie* findet durch den Beschuß von Aluminium mit Alphastrahlen die Möglichkeit zu künstlicher Radioaktivität. Von besonderer Bedeutung für die Medizin wird die Verwendung von radioaktiven Isotopen durch *von Hevesy* als Indikatoren im Zwischenstoffwechsel: Mit Hilfe von schwerem Wasser bestimmt er den Wassergehalt des Körpers, und mit radioaktivem Phosphor verfolgt er den Umsatz im Knochengewebe. Radioaktiv markierte Aminosäuren geben Einblick in den Eiweißstoffwechsel. Die Isotopendiagnostik gewinnt zunehmend Bedeutung für Schilddrüse, Leber und Niere.

d) *Das Rätsel Krebs* bleibt trotz vieler Teilkenntnisse ohne Lösung. *Jamagiwa* und *Ichikawa* stellen die karzinogenen Eigenschaften der Teersubstanzen fest. In der Folge werden zahlreiche grossmolekulare Verbindungen anorganischer und organischer Herkunft als krebserzeugend erkannt. Für gewisse Krebsformen ist eine virale Genese sichergestellt: Das nach *Rous* benannte Sarkom läßt sich durch zellfreies Filtrat von einem Huhn auf ein anderes überimpfen. *Shop* entdeckt beim Kaninchen eine Geschwulst, die von einem Virus verursacht wird. *Bittner* beschreibt bei der Maus einen Brustdrüsentumor, der, mit der Milch übertragen, bei weiblichen Jungtieren wiederum Brustkrebs erzeugt. Im Blut leukämischer Mäuse weist *Gross* ein Virus nach. Zunächst bleibt jedoch die Früherfassung des Krebses die wichtigste Aufgabe. Das von *Hinselmann* konstruierte Kolposkop gestattet die Früherfassung des Portiokrebses. Mit der Methode des Vaginalabstriches nach *Papanicolaou* kann auch ein Krebs des

Gebärmutterkörpers früh genug erkannt werden. Neben der chirurgischen Entfernung des Geschwulstherdes und der Strahlenbehandlung beginnen sich Möglichkeiten einer chemischen Beeinflussung der Geschwulstzellen durch Zytostatika, mitosehemmende Substanzen und Antimetaboliten abzuzeichnen.

## 5. Steuerungsmöglichkeiten der vitalen Zentralorgane

Blut und ein Motor für seine Fortbewegung sind die Grundbedingungen für das Leben eines vielzelligen Organismus. Blutersatz und technische Hilfen können heute zeitweise die Aufgaben von Herz, Lungen und Nieren übernehmen. In die Funktionen des Zentralnervensystems greifen Neurochirurgie und Psychopharmaka ein.

a) *Die Blutübertragung* beruht auf den von *Landsteiner* zu Beginn des 20. Jahrhunderts entdeckten Blutgruppen. *Landsteiner*, *Levine* und *Wiener* finden den Rhesusfaktor. *Levine* erkennt die fetale Erythroblastose als Inkompatibilität im Rhesus-System von Mutter und Kind. Die dem Kind das Leben rettende Austauschtransfusion ist durch die erfolgreiche Prophylaxe bereits überholt: Man verabreicht der noch nicht sensibilisierten Rh-negativen Mutter nach der Geburt Anti-D-Immunglobulin.

b) *Das Leben mit technischen Hilfen* hat die Fortschritte der kardiologischen Diagnostik zur Voraussetzung. *Einthoven* baut den ersten Elektrokardiographen. Von ihm stammen die typischen Ableitungen des EKG und deren Deutung. Das Instrument wird in der Folge durch Röhrenverstärker und Direktschreibung wesentlich verbessert. *Schellong* erfasst mit der Vektorkardiographie das ganze elektrische Feld, in dessen Zentrum das Herz liegt. Zwischen dem Selbstversuch, den *Forssmann* unter Kontrolle eines Spiegels vor dem Röntgenschirm machte, indem er sich eine Sonde durch eine der oberflächlichen Armvenen bis in den rechten Vorhof des Herzens vorschob, und der klinischen Anwendung liegen 12 Jahre. Mit dem Fortschritt der Herzchirurgie gewinnt die Diagnose der angeborenen Herzmissbildungen an Interesse. Aus dem über eine Arterie erfolgenden Katheterismus des linken Herzens entwickelt sich die Koronardiographie, die eine Beurteilung der arteriellen Versorgung des Herzens ermöglicht. Das Studium der Störungen des Herzrhythmus durch *Wenckebach* führt zunächst zu einer medikamentösen Therapie, dann zur Einpflanzung elektronischer Mikroschrittmacher, welche dem Herzen die nötigen Impulse durch die ins Myokard eingepflanzten Elektroden gibt. Zum Ausgangspunkt für die pharmakologische Beeinflussung von Herz und Lungen wird das Herz-Lungen-Präparat von *Starling*. *Gibbon* konstruiert die erste brauchbare Herz-Lungen-Maschine: Sie gestattet, das Blut am Herzen vorbeizuleiten und «trocken» in das Herzinnere vorzudringen. Von *Lillehei* und *De Wall* stammt eine Verbesserung, bei welcher das venöse Blut unter Umgehung des Lungenkreislaufs künstlich in einem Oxygenator arterialisiert und wiederum direkt in den großen Kreislauf befördert wird. Diese zeitweise arbeitende «künstliche Lunge» gibt das Vorbild zur «künstlichen Niere» nach *Kolff*, einer maschinellen extrakorporellen Dialyse des Blutes.

c) Die Fortschritte der Neurochirurgie setzen grundlegende morphologische Vorstellungen voraus. Der Vogt-Schüler Brodmann untersucht die Zytoarchitektonik des Gehirns. Durch systematische Reizversuche bei Hirnoperationen erhält Penfield eine Karte der Funktionen der Hirnrinde. Ramon y Cajal stellt mit Silberniederschlägen die Nervenzellfortsätze dar und legt die Grundlage zur Neuronentheorie. Sherrington erarbeitet die Prinzipien der Reflexlehre. Adrian untersucht die Entladung der einzelnen Nervenfasern. Erlanger und Gasser stellen fest, daß die Geschwindigkeit der Nervenleitung umso größer ist, je dicker die Faser, und daß die Nervenregung sprunghaft von einem Ranvier-Ring zum nächsten vorrückt. Eccles, Huxley und Hodgkin weisen nach, daß die Erregungswelle von Verschiebungen der Natrium- und Kaliumionen durch die wechselnd selektiv permeable Membran bedingt ist. Loewi findet die chemische Reizübertragung am Froschherzen. Er erkennt den Sympathicusstoff als Adrenalin und den Vagusstoff als Azetylcholin. Dale prägt die Begriffe adrenergisch und cholinergisch. Hess findet in der grauen Substanz des Zwischenhirns die Zentralstellen der vegetativen Funktionen. Magoun und Moruzzi weisen den aktivierenden Einfluß der Substantia reticularis im Hirnstamm nach. Papez erkennt im limbischen System ein Zentrum emotionellen Antriebes. Berger leitet die ersten Enzephalogramme ab. Die von Leksell eingeführte Echolotung mit Ultraschall gestattet, Grenzflächen verschiedener konsistenter Teile aufzudecken. Das Einbringen radioaktiver Isotope ermöglicht die Lokalisation durch Szintigraphie. Cushing senkt die Mortalität der Hirnoperationen von 90 % auf 10 %. Krause entwickelt eine Methode des Zuganges zum Ganglion trigeminale und zum Kleinhirn-Brücken-Winkel. Foerster führt die Hinterwurzel durchschneidung und die Unterbrechung der spinothalamischen Bahn durch. Dandy gelangen ausgedehnte Resektionen ganzer Hirnlappen. Die von Horsley und Clarke im Tierversuch verwendeten stereotaktischen Zielgeräte erlauben Spiegel und Wycis, Eingriffe an den Stammganglien vorzunehmen.

d) Die Psychopharmaka eröffnen, nach einer Ära eher gewaltsamer somatischer Therapieversuche, neue Perspektiven für die Behandlung der sogenannten Geisteskrankheiten. Von Meduna verwendet die Kardiazolkrampftherapie, Sakel den hypoglykämischen Insulinschock zur Behandlung der Schizophrenie. Cerletti bekämpft die melancholischen Depressionen mit Elektroschock. Es folgt die präfrontale Leukotomie zur Durchtrennung der frontothalamischen Antriebsbahnen durch Moniz und Lima, aus welcher Freeman und Watts die präfrontale Lobotomie entwickeln. Nach Einführung des Chlorpromazins, des ersten Psychopharmakons, wird immer seltener zu diesen groben Therapiemitteln gegriffen. Der neurale Überträgerstoff Dopamin gestattet eine wirksame Behandlung der Parkinson Krankheit und eröffnet Aussichten auf eine somatische Behandlung der Schizophrenie.

## 6. Neuland der Chirurgie

Würde man beim Publikum eine Umfrage anstellen, welche Gebiete der modernen Medizin ihm am meisten imponieren, so würde wohl die Chirurgie den Sieg davontragen.



a) Die Erfolge der Chirurgie zeigen sich in erster Linie in der Chirurgie der Brustorgane, in der Gefäßchirurgie und in der Transplantationschirurgie. Die Lungenchirurgie weist dank dem von *Sauerbruch* entwickelten Unterdruckverfahren die ersten großen Erfolge auf. *Brauer* schlägt das Überdruckverfahren vor. Zusammen mit der Endotrachealnarkose, die *Franz* schon um die Jahrhundertwende empfohlen hatte, verdrängt es rasch das Unterdruckverfahren. *Nissen* berichtet als erster über die Exstirpation einer ganzen Lunge. Der Pneumonektomie folgt die Lobektomie. Die Erkenntnis, daß das Lungensegment die anatomisch-funktionelle Einheit darstellt, führt *Churchill* und *Belsey* zur ersten Segmentresektion. Schon frühzeitig hatte sich *Tovek* an die Entfernung des Brustteils der Speiseröhre gewagt. Sein Verfahren wird durch *Oshawa*, *Garlock* und *Nissen* vervollkommenet. Um 1900 näht *Rehn* als erster mit Erfolg eine Herzverletzung. 30 Jahre später sprengt *Soultar* digital eine verengte Mitralklappe. *Gross* durchtrennt einen offenen Ductus arteriosus und reseziert, fast gleichzeitig mit *Crafoord*, eine Verengung des Aortenisthmus. Die Beobachtung, daß eine *Fallotsche* Tetralogie bei gleichzeitig offenem Ductus arteriosus weniger schwere Symptome macht, bringt *Taussig* auf die Idee, eine künstliche Verbindung von A. subclavia zu A. pulmonalis vorzuschlagen. Die erste Operation dieser Art wird von *Blalock* ausgeführt. Als erste intrakardiale Operation hat die Behebung einer Pulmonalstenose durch *Brock* und *Sellers* zu gelten. Der Einbau einer Klappenprothese der Aorta gelingt *Starr* und *Edwards*. Die Narkose wird zu einer eigenen Spezialität: *Beecher* ist der Inhaber des ersten Lehrstuhls der Anästhesiologie.

Die Entwicklung der Gefäßchirurgie beginnt mit der von *Carrel* stammenden Gefäßnaht. Einen weiteren Fortschritt stellt die periarterielle Sympathektomie von *Leriche* dar, der auch Teile des Grenzstranges reseziert und die Ausschaltung des Ganglion cervico-thoracicum empfiehlt. Die klinische Verwendung von Heparin erlaubt *Dos Santos* die Arterektomie, *Kunlin* die Venentransplantation und *Gross* die Arterientransplantation. *De Bakey* verdanken wir die Gefäßplastik mit Kunststoffen aus Polyäthylen.

Damit ist die Überpflanzung ganzer Organe in den Bereich des Möglichen gerückt. Die Nierentransplantationen zeigen, daß die Immunreaktion noch das bedeutendste Hindernis darstellt, auch heute noch, nachdem *Barnard* die Herzverpflanzung erfolgreich durchführt.

b) *Information, Automation und Kybernetik* spielen auch für die Medizin eine immer größere Rolle. Die Speicherung und Verarbeitung von Information kann zur Diagnosestellung und zur sofortigen Einleitung der geeigneten Therapie benützt werden. Die Daten von Krankengeschichten stehen ohne Archivarbeit zur Verfügung. Der automatisierte Betrieb übernimmt die routinemäßige Laborarbeit der Reihenuntersuchungen. Die Intensivpflege kann elektronisch überwacht werden. Die Kybernetik, die auf *Wiener* zurückgeht, schafft ein neues Modell des biologischen Verstehens in Regelkreisen, in welchen die Meldungen kodifiziert erfolgen. Die Speichermöglichkeit für Information gibt neue Gesichtspunkte nicht nur für die Genetik, sondern auch für das Verständnis des Gedächtnisses.



## **Verletzbarkeit und Gefährdung der technisch orientierten Naturwissenschaft und Medizin**

Die Technik produziert immer kompliziertere Apparate, zu deren Bedienung es immer mehr ausgebildete Spezialisten braucht. Nicht nur der Industrie-, sondern auch der Wissenschaftsbetrieb zeigt dies. Ja sogar dem Spital droht die Gefahr, zu einer Art Heilfabrik für genormte Gesundheit am laufenden Band zu werden.

a) *Die Gefährdung durch eine zu stark vereinfachende Schau der Probleme:* Das physikalische Experiment weist eine durchwegs atomistisch strukturierte Welt auf. Trotz aller Ergänzungen im mikrophysikalischen Ordnungsschema bleibt als wesentlicher Vorgang die Wanderung der Elektronen in der äußersten Atomschale. Das Zentimeter-Gramm-Sekunden-System schafft ein quantitatives Universum und kann nach seinen eigenen Voraussetzungen auch nur ein solches mitdenkend vollziehen. Die qualitativen Verschiedenheiten scheinen sich zu verflüchtigen: Weil man ihnen mit quantitativen Meß- und Bestimmungsmethoden nicht beikommt, werden sie zu «Imponderabilien». *Hermann Hesse* weist im «Kurgast» darauf hin, «daß sowohl *Thomas von Aquin* wie *Mozart*, jeder in seiner Sprache, gar nichts anderes getan haben, als sogenannte Imponderabilien mit einer unerhörten Präzision zu wägen». Definitionsgemäß erfassen die Naturwissenschaften nur diejenigen Ursachen, die einer Registrierung durch unsere Sinnesorgane zugänglich sind. Was hinter den durch Empirie und Experiment erfaßten Ursachen steht, bleibt prinzipiell außerhalb der Betrachtung. So läuft die Metaphysik Gefahr, allmählich unserem Bewußtsein zu entschwinden und jede bestimmende Kraft zu verlieren.

b) *Gefährdung der Gesamtschau durch übermäßige methodische Spezialisierung.* Es gab eine Zeit, in welcher die Universität die Einheit des Wissens verkörperte. Jede Wissenschaft war sich ihres Platzes innerhalb des Ganzen bewußt und alle waren unter sich durch die aristotelische Logik verbunden. Inzwischen hat die neue Experimentalwissenschaft zur Explosion des Wissens geführt. Das, was wir Naturwissenschaft nennen, spaltet sich in immer neue Zweige, deren jeder mit einer ihm gemäßen wissenschaftlichen Methodik arbeitet. Die adäquate Methode ist der Kunstgriff, welcher uns gestattet, in die verschiedenen Gebiete des Wissens einzudringen. Jedes Wissensgebiet kann sich jedoch nur dann selbst begreifen, wenn es die methodisch gesetzten Grenzen überschreitet, um sich über seine Beziehungen zu den Nachbargebieten Rechenschaft zu geben.

c) *Gefährdung durch eine fortschreitende Entpersonalisierung grosser Bereiche des Lebens:* A-personale exakte Wissenschaft und kaufmännische Rendite regieren vielfach Technik, Industrie, Verwaltung, Handel und Politik. Sie erschweren zunehmend das Erlebnis der persönlichen Begegnung. Vor dem Mit-Menschen, dem man soviel Achtung schuldet wie sich selbst, in dessen Person man das Einmalige, die freie Entscheidung und die Verantwortung anerkennen soll, schieben sich immer mehr und immer kompliziertere Strukturen der

Planifikation und der Organisation. Sie kennen den Zukunftsroman von *Butler*, in welchem die Maschinen dem Menschen den Krieg erklären. Mit knapper Not obsiegt der Mensch und stellt die letzten der komplizierten Maschinenkolosse zur Warnung für spätere Generationen in besonderen Museen aus.

### **Was schulden wir der Zukunft?**

Wir fragen nicht, was von anderen getan werden sollte. Wir überlegen, was jeder von uns tun kann. Wir sind der Zukunft gegenüber optimistisch, falls jeder von uns in seinem Wirkungskreis darnach strebt, wahrheitsbezogen, wertbezogen, verantwortungsvoll und dienstbezogen zu denken und zu handeln.

*1. Von der Wahrheitsbezogenheit und der Notwendigkeit der Integration.* Der Mensch erscheint als das einzige Wesen, das sich selbst zum Gegenstand seines Nachdenkens macht und sich aus seiner Umwelt herauszulösen vermag. Die traditionelle Gliederung der Universität in einzelne Fakultäten ist aus den Bedürfnissen menschlichen Denkens herausgewachsen: Die Naturwissenschaften erfassen die Umwelt und gestatten deren Um- und Neugestaltung; die iuristisch-wirtschaftswissenschaftliche Fakultät befaßt sich mit dem menschlichen Wohl in der geordneten Gesellschaft und will deren Gesetzmäßigkeiten ergründen; die philosophische Fakultät sucht nach dem Sinn menschlichen Seins, Denkens und Handelns; die medizinische Fakultät kümmert sich um die Gesundheit des einzelnen und der Gemeinschaft; die theologische Fakultät bemüht sich um Gotteserkenntnis, religiöse Überlieferung und das Heil der Seelen. Den Fakultäten sind durch die Methodik ihrer Forschung künstliche Grenzen gezogen. Die Einheit liegt in dem um Wahrheit ringenden Menschen. Forschung, aus Staunen und Neugier geboren, kennt keine andere Einschränkung, als daß sie wahrheitsbezogen sein muß: Die künstlichen Grenzen müssen immer wieder überschritten werden, um zu einer «umfassenden Anthropologie», zu einer «Integration des Menschlichen» vorzustoßen.

*2. Vom Seinsollenden und der Sinngebung.* Schon *Nietzsche* hat den Naturwissenschaften und der naturwissenschaftlich orientierten Medizin vorgeworfen: «Es fehle ihr ein Ziel gegen die Zukunft hin». Er hat die prinzipielle Ambivalenz jeder naturwissenschaftlichen Entdeckung erkannt. Sie kann zum Fortschritt wie zur Vernichtung führen. Er wirft den Naturwissenschaften vor, daß sie keinen Sinn geben, für den es sich lohnen würde, zu leben oder zu sterben. Aus einer «wertfreien» Wissenschaft lassen sich logischerweise keine Werte herleiten. Die Tatsachen allein liefern keine Orientierung für das Handeln und geben dem Leben keinen Sinn. Dies können nur Werte, die der Wissenschaft vorgegeben sind: «Nie wird Wissenschaft als solche ein ethisches Verhalten, ein ästhetisches Erleben oder eine religiöse Einstellung hervorbringen. Alle diese Werte sind der Wissenschaft vorgelagert, sind ursprünglicher und deshalb irgendwie lebenswichtiger als alle 'Wissenschaftlichkeit', sagte Kollege *Luyten* in seiner Rektoratsrede. Über der normativen Kraft des Faktischen steht die normative Kraft

der gelebten Überzeugung. Das Wahre, das Gute und das Schöne sind die Grundwerte. Jede Zeit hat ihre eigenen Interpretationsversuche, die immer wieder neue Aspekte dieser Grundwerte aufdecken. Je mehr Raum die technischen Hilfsmittel beanspruchen, umso mehr müssen wir danach trachten, der drohenden Entpersönlichung bewußt entgegenzuarbeiten. Nicht mit Ablehnung objektiver Wissenschaft, der Technik, Industrie und Verwaltung, sondern mit dem Versuch, sie mit menschlichen Werten zu erfüllen.

3. *Von der Verantwortung.* Wenn Wissenschaft wahrheits- und wertbezogen ist, dann wird sie auch von Verantwortungsbewußtsein getragen werden, uns selbst und unseren Mitmenschen gegenüber. Solange wissenschaftliche Forschung und Verantwortung für eben diese Forschung getrennt bleiben, hinkt das Verantwortungsgefühl immer hintennach. Wir verwirklichen grundsätzlich alles Machbare, ohne uns um die späteren Auswirkungen zu kümmern. Wir setzen uns mit den durch die Forschung aufgeworfenen Problemen erst auseinander und ergreifen die notwendigen Sicherheitsmaßnahmen, wenn das Forschungsergebnis bereits Realität geworden ist. Es bleibt aber fraglich, ob wir beim heutigen Tempo Fehlentwicklungen noch beizeiten steuern können.

Verantwortung für jemanden schließt stets Verantwortung *vor* jemandem ein. Die biblischen Religionen sehen das zutiefst Menschliche in der Ähnlichkeit des Menschen mit dem Schöpfer-Gott. Der Mensch wird immer mehr Mitarbeiter an einer Schöpfung, die keineswegs abgeschlossen ist, sondern sich immer noch vollzieht. «Wir sind Kinder des achten Tages», läßt *Thornton Wilder* seinen *Dr. Gillies* an jenem denkwürdigen Silvesterabend sagen.

4. *Dienstbezogenheit.* Der Mensch ist der unmittelbaren Lebensbedrohung durch die ihn umgebende Natur weitgehend entronnen. Zwar kommen Katastropheneinbrüche noch immer vor, aber der Mensch hat Raum gefunden, an seine eigentliche Aufgabe heranzugehen: menschliches Dasein menschenwürdig zu gestalten. Hier stehen Wissenschaft und Gesellschaft in ständiger Wechselwirkung. Die soziale Dimension muß in die Wissenschaft integriert werden. Wir können nicht mehr darüber hinwegsehen, daß noch ganze Völker um die nackte Existenz kämpfen und die Möglichkeit zu einer friedlichen Entfaltung ihrer schöpferischen Fähigkeiten kaum ahnen, geschweige denn dieselben verwirklichen können. Große Teile der Menschheit vegetieren in größter Armut, leben in politischer Unterdrückung oder lassen sich gedankenlos in einer von kleineren oder größeren Gruppenegoismen gelenkten Konsumgesellschaft beliebig manipulieren. Für allzu viele ist der «andere» immer noch der zu bekämpfende Feind, welcher die eigene Existenz bedroht. Die Erkenntnis, daß jeder einzelne von uns denkend verantwortlich ist und daß die Anerkennung des andern wesentlich zur Selbstverwirklichung gehört, ist vorerst nur einer Minderheit bewußt. In ihr aber liegt die Hoffnung der Zukunft.