

**Zeitschrift:** Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

**Herausgeber:** Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

**Band:** 123 (1943)

**Rubrik:** Discours d'introduction du Président annuel et Conférences principales

### **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:** 12.01.2026

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



## **A.**

### **Partie scientifique**

Discours d'introduction du Président annuel  
et Conférences principales

Communications faites aux séances de sections

---

### **Wissenschaftlicher Teil**

Eröffnungsrede des Jahrespräsidenten  
und Hauptvorträge

Vorträge, gehalten in den Sektionssitzungen

---

### **Partita scientifica**

Discorso inaugurale del Presidente annuale  
e Conferenze principali

Comunicazioni fatte alle sedute delle sezioni



# Eröffnungsrede des Jahrespräsidenten der S.N.G.

zur 123. Jahresversammlung, in Schaffhausen

Von

ARTHUR UEHLINGER, Schaffhausen

Hochgeehrte Versammlung !

Wenn meine Eröffnungsworte sich auf das 100jährige Bestehen des Naturhistorischen Museums in Schaffhausen beziehen, dann muss ich Ihnen gleich anfangs eine Enttäuschung bereiten, Sie darauf hinweisen, dass es sich dabei nicht um das schöne, selbst auf den Poststempeln abgebildete « Museum zu Allerheiligen » handelt, sondern um dessen bescheidene Vorläuferin an der Frauengasse. Dennoch hoffe ich, dass manche unserer Gäste das äusserlich schmucklose Haus, darin unsere Gesellschaft daheim ist, besuchen werden.

Die Geschichte des Naturhistorischen Museums in Schaffhausen ist eng mit derjenigen der Naturforschenden Gesellschaft verknüpft, doch erfolgte die Gründung der letzteren 21 Jahre früher, 1822. Dieser Verein, der am 26. Juli 1824 die 10. Jahresversammlung der « Allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften » empfangen durfte, löste sich schon wenige Jahre später wieder auf, als die Diskussion über eine neue Verfassung unsere Männer entzweite. Nur das Fortbestehen der Muttergesellschaft, der einzelne in Treue angehörten, bewahrte die Glut bis zur Wiederentfachung im Jahre 1843.

Schon anlässlich der Jahresversammlung 1841 in Zürich hatte Professor Heinrich Rudolf Schinz mit den unerschrockenen Worten : « Dass viele Cantonal-Gesellschaften nur mit Mühe fortbestünden und ihrem Erlöschen nahe seien, zu welchen, nach ihrem Stillschweigen zu schliessen, auch diejenige von Schaffhausen gehöre », den Anstoss zur Neugründung gegeben. Diese erfolgte im Jahr 1843. Die vom 25. September datierte, die gemachten beschämen-



den Erfahrungen berücksichtigende *Stiftungsurkunde für das Naturhistorische Museum in Schaffhausen* ist so interessant und für das Folgende von Bedeutung, dass ich sie im Wortlaut verlese : « Nachdem durch Zusammentreten mehrerer Bürger und Einwohner der Stadt Schaffhausen sich ein Naturwissenschaftlicher Verein gebildet hat, welcher es sich zur Aufgabe gemacht, durch Anlegen eines Naturhistorischen Museums und einer passenden Bibliothek die Naturwissenschaften und insbesondere die Verbreitung der Naturkenntnisse im engern Vaterlande und zunächst in der Stadt Schaffhausen zu befördern, so lag es in der Absicht des Vereins, als Stifter des Museums wie der Bibliothek, diese ihre Schöpfungen nicht bloss der Gegenwart zu übergeben, sondern sie auch für alle Zukunft ihren Mitbürgern zu ewigem Nutzen und Frommen unter fortwährender Wahrung und Äufnung zu erhalten und zu bewahren. Es will der Verein sein Werk nicht dem Zufall überlassen, dessen Existenz nicht dem Willen einzelner späterer Mitglieder anheimstellen, den Fortbestand nicht von der Einigkeit der Glieder, nicht von deren Mehrheitsmeinung abhängig machen — weder Streit, Zwietracht noch Eigennutz sollen vermögend sein, das mit vieler Mühe und Opfern Geschaffene zu zerstören.

Um diese Absicht zu erreichen, hat daher der Verein bei seiner Constituirung für den Fall, dass sich derselbe aus irgend einem Grunde auflösen oder zu bestehen aufhören sollte, die unabänderliche Bestimmung getroffen, dass das Museum und die Bibliothek der Stadt als Eigenthum zufallen sollen.

Kraft dieses Beschlusses wird Löbl. Stadt Schaffhausen, für den Fall, dass der in diesem Jahr in der Stadt Schaffhausen gestiftete Naturwissenschaftliche Verein aus irgend einem Grunde zu bestehen, wenn immer aufhören wird, das Eigenthum an dem durch diesen genannten Verein gestifteten Naturhistorischen Museum und der damit verbundenen Bibliothek, sammt allem Zubehör auch etwaigem Fond, alles in dem Umfang und Zustand, in welchem sich diese verschiedenen Gegenstände zur Zeit der Auflösung des Vereins befinden werden, zugesichert : so dass Löbl. Stadt Schaffhausen dannzumal all diese Gegenstände ohne Ein- und Widerrede in Empfang nehmen, behalten und ungeschmälert besitzen mag, mit der einzigen Bedingung und Last, dass solche stetsfort dem Gebrauch des Publikums zugänglich erhalten und auf keinerlei Weise veräussert werde.



Dieses ist der wohlüberdachte Wille der Stifter, darüber gegenwärtige Schenkungsurkunde von Todeswegen ausgefertigt, von dem bestellten Comité des Vereins unterzeichnet, zu mehrerer Gültigkeit auch von einer hohen Regierung des Cantons Schaffhausen ratificirt und bestätigt, dem derzeitigen Löbl. Stadtrathe zu Handen der Löbl. Stadt Schaffhausen zur Begründung, Rechtsprechung und Geltendmachung ihrer dereinstiger Eigenthumsansprüche gegen Irgendwen zugestellt worden.

Schaffhausen, den 25. September 1843.

J. C. Laffon.

Dr. Heinrich Freuler.

Dr. Imthurn.

Ringk, Apotheker.

Seiler z. Wegeisen.

J. F. Peyer-Im Hof.

Christ. Friedr. Stötzner. »

Was zunächst folgte, war ermutigend. Es herrschte eine schöne Bereitwilligkeit der Stifter, weiter Kreise der Stadt und vieler im Auslande lebender Schaffhauser. Die Stadtbehörden stellten einen grossen Raum zur freien Verfügung, der dann während 75 Jahren für die Unterbringung der Sammlungen genügen musste.

Die Seele des Unternehmens war JOHANN CONRAD LAFFON, Apotheker im Hause zum Einhorn. Die Laffon stammen aus der Gascogne, aus der Gegend von Bordeaux, von wo sie Ende des 17. Jahrhunderts bei den Hugenottenverfolgungen unter Ludwig dem XIV. auswanderten, Genf erreichten und von dort sich bis in unsere Gegend ausbreiteten. In Johann Conrad Laffon, geboren 1801, einem Glied der vierten von der ursprünglichen Heimat losgelösten Generation, dessen Charakterkopf Sie im Museum begegnen werden, erscheint die Herkunft noch prachtvoll ausgeprägt. Er ist nicht allein der Gründer unseres Museums, er hat, was auch hier wenig bekannt ist oder wieder vergessen wurde, sich für die Einführung des naturkundlichen Unterrichts am Gymnasium eingesetzt und, als der Rat ihm nicht entgegenkam, während mehrerer Jahre in Abendkursen den Schülern die Kenntnisse in Botanik und Chemie, deren Grundlagen er sich bei Link und Schrader in Berlin erworben, vermittelt, bis die Reorganisation des Schulplanes den Naturwissenschaften einen festen Platz einräumte und jetzt, in klarer Erkenntnis, auch gut besetzte. Auf unserm kleinen Lehrstuhl hat seither eine Reihe prächtiger Lehrer gestalten gewirkt und



gleichzeitig auch das Leben in Museum und Gesellschaft gefördert. Laffons Angebot an den Rat enthielt auch die Anlage eines kleinen botanischen Gartens in seinem vor der Stadt gelegenen Gute.

Ich darf mich hier nicht länger bei der Gründung des Naturhistorischen Museums aufhalten, auch nicht bei den Sammlungen verweilen, welche zumeist durch die genannten Stifter persönlich beigesteuert und von Dr. Franz von Mandach, dem ältern, in einer Denkschrift<sup>1</sup> aufgeführt worden sind. Eine erste Abrundung war jedenfalls schon 1847, als die 32. Jahresversammlung in Schaffhausen unter dem Jahrespräsidium Laffons tagte, vollzogen. — Uns beschäftigen hier mehr organisatorische Fragen, an denen gezeigt werden kann, in welcher Symbiose, bei welcher fairer Gesellschaftspolitik die Entwicklung kleiner Gesellschaften und Museen gesichert erscheint. An solchen Zielsetzungen war es dem Sprechenden vergönnt, im verflochtenen Jahrzehnt mitzuwirken, wobei einige Erfahrungen gewonnen wurden, die vielleicht dem einen oder andern nützlich sein können, was wiederum die Eröffnungsansprache rechtfertigte.

Während des 75jährigen Bestehens des Naturhistorischen Museumsvereins war der Betrieb so geregelt, dass ehrenamtlich tätige Kustoden die einzelnen Sammlungsteile betreuten. Der Verein war keine Sektion unserer schweizerischen Gesellschaft. Seine begrenzte Zielsetzung, die finanziellen Lasten, die mit dem Unterhalt eines Museums verbunden waren, führten 1872 zur Neugründung der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen durch Dr. Gustav Wilhelm Stierlin, den Ihnen bekannten, ausgezeichneten Entomologen. Mitbeteiligt an der Trennung und diese befürwortend waren auch Laffon und einer seiner Schwiegersöhne, der selbstlose, in seiner ganzen Lebenshaltung an Oswald Heer gemahnende Arzt und Naturforscher Franz von Mandach. In den kleinen Verhältnissen ergab sich auch so eine weitgehende Personalunion. Die Rekrutierungsbasis für die Mitgliedschaften wurde kaum erweitert, was zu einem nicht vorhergesehenen und sicherlich nicht gewollten Antagonismus führte. Darin liegt das Tragische.

In jenem Zeitraum wirkten an unsern Schulen Männer wie Friedrich Merklein, Jakob Meister, Julius Gysel, Ferdinand Schalch

---

<sup>1</sup> Dr. Franz v. Mandach, sen. : Geschichtlicher Überblick über das Naturhistorische Museum in Schaffhausen, in : Denkschrift auf den fünfzigjährigen Bestand des Naturhistorischen Museums zu Schaffhausen, 1893.



und Jakob Nüesch. 1873 hub die Periode der Entdeckungen der prähistorischen Stationen an; sie schuf, durch den klugen Nüesch und durch zwei Forschungsreisende, das Ärzte-Brüderpaar Nationalrat Wilhelm und Regierungsrat Emil Joos gefördert, eine grosse Zahl wertvoller Gelehrtenverbindungen, die bis heute fortwirken, sandte doch Albrecht Penck einen Gruss an die Jahresversammlung. Die Naturforschende Gesellschaft erlebte eine Blütezeit wie kaum nachher, während das Museum, ohne die Möglichkeit räumlicher Entfaltung, zu dem verbreiteten, allbekannten, vollgepfropften Naturalienkabinett wurde, das Kinder mit leuchtenden Augen an der Hand gähnender Väter sah, das aber keine in die Aufgaben hineinwachsenden Kräfte anzuziehen vermochte. Dies war bestimmt mit ein Grund, warum die Nüesch'schen Funde vom Schweizersbild und Kesslerloch trotz aller Bemühungen, namentlich Meisters, Schaffhausen nur zum kleinern Teile erhalten werden konnten. Die Gründer und viele Männer der auf sie folgenden Generation waren dahingegangen, der Mitgliederbestand schrumpfte zusammen. Die das Museum tragende Gestalt aber blieb Franz von Mandach, der, über alle Unzulänglichkeiten hinwegblickend, allem Hemmenden entrückt, in der Enge der vier Wände das Bild des Kosmos schaute.

Die Auflösung des Naturhistorischen Museumsvereins befördernd wirkten auch die Bestrebungen und Pläne für den Bau eines allgemeinen städtischen Museums, die an erster Stelle von Dr. Vogler gefördert wurden. Man wartete auf eine Gelegenheit, die lähmende und bedrückende Last loszuwerden, und als der weitblickende Stadtpräsident, Nationalrat Dr. Carl Spahn, die unfruchtbaren Diskussionen über Platz- und Gebäudefragen durch den Ankauf der sich in Staatsbesitz befindlichen Klostergebäude beendigte, da glaubte man den Zeitpunkt gekommen, den Museumsverein aufzulösen und die Sammlungen samt einem Fonds, der im Jahre 1900 durch ein Legat von Dr. Bernhard Conrad Frey begründet worden war, stiftungsgemäss der Stadt zu übergeben. — Die Idee, das Museum im Kloster unterzubringen, gab der Industrielle Bernhard Peyer-Frey, der sie bei der Betrachtung der Benediktinerabtei Cluny und beim Besuch des germanischen Museums gefasst hatte. Es wurde ein Schenkungsvertrag aufgestellt; doch erst 10 Jahre später, 1918, erfolgte die Auflösung des Museumsvereins in einer Generalversammlung, die von drei Herren : Prof. Meister, Hermann Pfähler und Burkhard Hübscher, Präsident, Quästor und Aktuar



besucht war. Die Stadt aber verweigerte die Annahme der Erbschaft, machte diese von einer Prüfung abhängig, die in jenen politisch unruhigen Zeiten unterblieb. So unterblieb auch die Ratifikation des Schenkungsvertrages. Die frühere Personalunion wurde wieder wirksam, indem die Naturforschende Gesellschaft Sammlungen und Fonds als Treuhänderin in Verwaltung nahm, wobei der Stadtrat mit fortschreitender Abklärung der Museumspläne im Kloster auch Verpflichtungen im Naturhistorischen Museum anerkannte.

Sowohl die Einwohner- als die Bürgergemeinde Schaffhausen hatten in vorsorglicher Weise Kapitalien zum Bau des Museums im Kloster angesammelt, und auch bedeutsame Legate fielen der Stadt zu. Das ursprüngliche Projekt von Prof. Gull in Zürich wurde durch ein das Baudenkmal mehr schonendes der Architekten Schäfer und Risch in Chur ersetzt, und über dem Streiten der Vereine, wessen Sammlungen das erste Anrecht zu würdiger Unterbringung hätten, wuchs glücklicherweise das Baukapital. Als zu Beginn der zwanziger Jahre die Arbeitslosigkeit einen immer bedrohlicheren Umfang annahm und der Stadtrat unter Dr. Heinrich Pletscher sich zur Inangriffnahme des grossen Museumswerkes entschloss, entschied der bauliche Zustand der Klosteranlage über die Priorität. Die alte Abtei musste vor dem Zerfall geschützt werden, und mit ihrer Erneuerung sind dann die historischen Sammlungen als erste im Museum zu Allerheiligen untergebracht worden. — Der Kunstverein und die Naturforschende Gesellschaft als Treuhänderin der Sammlungen des aufgelösten Museumsvereins gingen leer aus, was deshalb bedeutsamer war, weil bei der Instandstellung der alten Abtei sämtliche Baufonds aufgezehrt worden waren. Der einzige noch verfügbare Fonds befand sich damit in der Verwaltung unserer Gesellschaft, die ihn als Unterpfand betrachtete. Man stand sich, Stadtrat, Kunstverein und Naturforschende Gesellschaft gegenüber : Gewehr bei Fuss.

Kurz vor dem Ausgang des ersten Weltkrieges war ein Schaffhauser aus dem Ausland heimgekehrt, der in einem langen Leben sich durch grösste Tüchtigkeit, Anspruchslosigkeit und Treue ausgezeichnet hat : *Bergrat* Dr. FERDINAND SCHALCH. Nach unsäglichen Mühen war es ihm gelungen, seine Bibliothek und seine bedeutende mineralogisch-petrographische sowie paläontologische Sammlung, die vorwiegend und in grosser Vollständigkeit Belegstücke aus der

Gegend der Wutach, der Baar, des Randens und des Bodenseegebietes umfasst, nach Schaffhausen überzuführen. Erschöpft, erschüttert vom Geschehen, ratlos der Unmöglichkeit gegenüber, sein Lebenswerk wohlgeordnet seiner Vaterstadt übergeben zu können, starb Schalch aus Gram.

Es galt nun, sein Andenken und Erbe zu ehren und zu sichern. Das Haus, das die Sammlung aufgenommen hatte, musste geräumt werden. Ein anderer Platz war nicht vorhanden. Da half, auf die Intervention von Bernhard Peyer hin, die Aluminium-Industrie AG., indem Martin Schindler Räumlichkeiten im neuerstellten Verwaltungsgebäude am Rheinfall zur Verfügung stellte und auch dadurch, dass er zahlreiche Schränke bauen liess. Als sieben Jahre später, 1925, die Firma die Lokalitäten kündigte, die Sammlung zurückgeholt werden musste, war im Naturhistorischen Museum durch den inzwischen erfolgten Auszug der Stadtbibliothek Platz frei geworden, so dass die Sammlungen nun vereinigt werden konnten. Die gesamten baulichen Einrichtungen aber waren derart primitiv, dass ein Arbeiten erschwert und im Winter verunmöglicht ward. Die bauliche Instandstellung mit Hilfe des von uns verwalteten Fonds aber scheiterte am Einspruch der Vereine, die Anrechte geltend machten. Zudem wollte der Stadtrat die Zersplitterung der Kräfte vermeiden, das *einheitliche* Museum im Kloster verwirklichen.

Aus dieser Lage rettete uns der Schaffhauser Industrielle HERMANN FREY. Naturwissenschaftlich interessiert, der Gesellschaft durch jahrzehntelange Mitgliedschaft und Zugehörigkeit zum Vorstande verbunden, befreundet mit Jakob Meister und Ferdinand Schalch und diesen auch verwandt in seiner anspruchslosen Haltung, schenkte er der Gesellschaft die Summe von Fr. 50 000 in Form 5prozentiger Bundesbahn-Obligationen. Damit machte er die Gesellschaft zum unabhängigen Verhandlungspartner, wobei er durch kluge Redaktion des Vertrages Verein und Stadt gleichermaßen an der Schenkung interessierte. — Noch dauerten die zeitweise temperamentvollen Auseinandersetzungen mit dem Stadtrat und den am Museum mitinteressierten Vereinen neun Jahre, die aber dank der Schenkung Hermann Freys bereits auch zu fruchtbarer, aufbauender Arbeit ausgenützt werden konnten. In dieser Zeit sammelte die Naturforschende Gesellschaft das Bildermaterial, das Sie im Naturhistorischen Museum teilweise ausgestellt sehen.



Im Jahre 1934 wurden unter Stadtpräsident Walther Bringolf die mit Zähigkeit, aber — in der befreiteren Situation, in der unsere Gesellschaft sich jetzt befand — auch mit Versöhnlichkeit geführten Verhandlungen *abgeschlossen*. Auch andere Umstände, wie die Arbeitsmarktlage und die unmissverständliche Haltung des Stadtrates erforderten und erzwangen einen Entschluss. — Das Andenken an die Schöpfer des Naturhistorischen Museums, an Laffon, Mandach, Stierlin, Vogler, Meister und andere, die Tat Ferdinand Schalchs, die grosszügige und kluge Hilfe Hermann Freys wirkten bestimmend für den Beitrag, den *unsere Gesellschaft* für das Zustandekommen der beiden Museen in der heutigen Gestalt leistete, und die Verpflichtung diesen Männern gegenüber formte letzten Endes unsere Haltung.

Was kristallisierte sich nun aus als das Ergebnis jahrzehntelanger Bemühungen und Auseinandersetzungen ?

Die *Naturforschende Gesellschaft*, als Treuhänderin des Naturhistorischen Museumsvereins, übergab der Stadt den Fonds im Betrage von Fr. 243 000. Die Gesellschaft verwendete die ihr von Hermann Frey übergebene Summe für die Inneneinrichtung des Naturhistorischen Museums am alten Ort, speziell zur würdigeren Unterbringung der alten Sammlungen und zur Schaffung von Arbeitsräumen, und sie sicherte der Stadt die Mitarbeit im Naturhistorischen Museum zu.

Der *Stadtrat*, vor die Unmöglichkeit gestellt, gleichzeitig für die Unterbringung der Kunst- und kunsthistorischen, prähistorischen und naturkundlichen Sammlungen in einer zweiten Bauetappe des Museums zu Allerheiligen zu sorgen, verzichtete vorübergehend auf den Betrieb eines einzigen Zentralmuseums, überliess den naturkundlichen Sammlungen das ganze Gebäude an der Frauengasse und anerkannte ferner einen weiteren Platzanspruch für dieselben im Museum zu Allerheiligen schon in der kommenden Bauetappe. Die Stadt entnahm dem ihr nun ausgehändigten Fonds Fr. 43 000 für die bauliche Instandstellung des Naturhistorischen Museums, sie trat die Verwaltung der ihr übergebenen Sammlungen an und sorgte für deren Unterhalt, die Aufstellung der Schalchschen Sammlung durch Anstellung eines fachlich ausgewiesenen Konservators im Nebenamt, und sie räumte der Naturforschenden Gesellschaft gewisse Rechte, die sich aus ihrer Mitwirkung ableiten liessen, ein. Solche Rechte sind: Das Vorschlagsrecht des Konser-

vators, das Recht zur Unterbringung der eigenen Sammlungen und Akten, soweit diese keine baulichen Vorkehren erfordern, die Mitüberlassung und Mitzurverfügungstellung von Vortragsraum und Arbeitseinrichtungen.

Sie sehen, dass das Entgegenkommen der Behörde *grosszügig* war auch in der *Anerkennung von Freiheiten*. Darin aber finden wir den Anreiz und die wesentliche Voraussetzung zur *Mitarbeit*, die wiederum — wie auch die Verträglichkeit — eine Notwendigkeit darstellt.

Durch diese Vereinbarung, der Herausgabe eines ansehnlichen Fonds, war der Weg zur städtischen Abstimmung über eine zweite bedeutende Bauetappe im Kostenbetrage von rund Fr. 900 000 im Museum zu Allerheiligen vorbereitet. Die Abstimmung brachte das erhoffte Resultat. Im Jahre 1936 konnte die Stadt das Naturhistorische Museum, und 1938, ein Jahr vor Kriegsausbruch, das Museum zu Allerheiligen in seiner heutigen Gestalt eröffnen. An ersterem hatte Dr. W. U. Guyan, der jetzige Direktor des Museums zu Allerheiligen, an letzterem Dr. Karl Sulzberger, dessen Vorgänger, ein grosses Verdienst. — Morgen aber, am 29. August, am Ende des vierten Kriegsjahres, erfolgt ein weiterer Schritt in der Entwicklung: die *Eröffnung der Abteilung « Alte Schaffhauser Industrie und Technik »*, die ein *gemeinsames und gemeinnütziges* Werk von Stadt, Naturforschender Gesellschaft und Industrie ist. In ihm erscheinen drei Quellen gefasst, ganz ungleicher Ergiebigkeit, doch jede notwendig für die Gesamtleistung, wie wir in der *Zusammenarbeit* die Entfaltungsmöglichkeit, die fortschrittliche Entwicklung von Museum und Gesellschaft überhaupt erkennen. Die Arbeit am Museum, an welchem, wie Sie gehört haben, unsere Gesellschaft dank ihrer Herkunft vom Naturhistorischen Museumsverein eine besondere Stellung einnimmt, bedeutet eine *Bereicherung*, auch eine *Last, beides zugleich*; sie erweitert aber die Einsatzmöglichkeit der Kräfte, schafft Kontakte und wirkt dadurch *belebend*.

Auf sich allein gestellt übersteigt die Verkoppelung, wie wir es sahen, das Mass ihrer Kraft; sie entzieht der Gesellschaft fast alle Mittel für andere, ebenso wichtige Aufgaben, für Untersuchungen im Feld und für die Publikationen, welche letztere, wie Sie im Vorwort Georg Kummers lasen, das lebendig fortwirkende Erbe der Jahresversammlung von 1921 sind. Unsere Naturforschende Gesellschaft ist, soll sie bestehen, auf das kluge Verständnis der



Behörden von Kanton und Stadt, auf die Hochherzigkeit von Förderern, auf das grosszügige Entgegenkommen der Industrie angewiesen, und wir schätzen uns glücklich, dass von einer Idee ALFRED AMSLERS und einer Stiftung, die er im Andenken an seinen Vater, Professor JAKOB AMSLER-LAFFON, machte, der Blick auf ein *Arbeitsfeld* gelenkt wurde, wo Industrie und Gesellschaft zusammenschaffen können, wo wir nicht als die ewigen Bettler erscheinen, sondern als *Partner*, die sich treffen in einem gemeinsamen kulturellen Werk. Möchte es — und erklären wir unsererseits die Bereitschaft dazu — ein ausbaufähiges, weitere bedeutende Industrien und auch die Land- und Forstwirtschaft umfassendes Werk werden.

Aber selbst all diese Verbindungen genügen noch nicht, und ich denke zunächst an die weitere mit der *Schule*. Die heutige Entwicklung von Museum und Gesellschaft war nicht denkbar ohne die Unterstützung von seiten unserer Schule, ohne die zündende Wirkung, die von Lehrer-Persönlichkeiten ausging, aber auch nicht denkbar ohne das Beispiel, das Männer freier Berufszweige gaben, vor allem die *Ärzte* und *Apotheker*, und ohne das *Ferment*, das in der Verbindung mit Mitgliedern und Freunden wirksam ist, die auswärts, zum Teil im Ausland, an hervorragender Stelle ein tätiges Leben führen. Für all diese Hilfe danke ich hier !

Viele Berührungspunkte sind nötig, *verbindende Brücken*. Wir müssen sie suchen, und das Entdecken von Verbindungsmöglichkeiten, das weiss jeder Soldat, geschieht am besten von einer *Warte* aus; je höher sie steht, desto besser.

Was ich Ihnen hier vorbrachte, sind Erfahrungen, die ich im Dienste der Gesellschaft sammeln durfte oder die mir aus dem Studium der Akten entgegentraten. Die Verhältnisse sind nun nirgends die gleichen. Wege führen aus allen Richtungen zum Ziele. Das Ziel aber muss stets hochgesteckt sein, so dass es allein mit leidenschaftlicher Anstrengung erreicht werden kann und nur durch die Überwindung von Hindernissen. Über alle Hindernisse aber führen *Brücken*.

Meine Damen und Herren ! Jeder findet sie, wenn er nur die *eine* Voraussetzung erfüllt, die des treuen, ganzen Einsatzes, so, wie ihn unsere Zeit von uns allen und überall verlangt !

Mit diesem Hinweis erkläre ich die 123. Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft für eröffnet !

# La vie des étoiles et des atomes

(Résumé)

Par

JEAN WEIGLE, prof., Genève

Que savons-nous des étoiles ? Le temps me manque pour vous dire par quelles méthodes ingénieuses les astronomes ont appris à connaître leurs dimensions, leurs masses, leurs températures, leurs distances. Cependant, pour vous faire saisir l'énigme devant laquelle nous serons placés, considérons comment on a pu déterminer la température superficielle du soleil, cette étoile que nous connaissons le mieux à cause de sa proximité relative de la terre. Les physiciens ont l'habitude de compter l'énergie au moyen d'unités, les ergs, qui sont très petites, ce qui fait que les nombres donnant l'énergie sont en général très grands. Ainsi l'énergie nécessaire pour chauffer une tasse de thé correspond environ à 200 milliards d'ergs, ou encore, en brûlant 1 g. de charbon, on libère environ 300 milliards d'ergs. Nous n'emploierons donc pas ces unités si peu commodes et nous parlerons de préférence de l'énergie contenue dans une certaine masse de charbon, en sous-entendant par là l'énergie libérée lors de la combustion de cette quantité de combustible. Eh bien, l'énergie que nous envoie le soleil correspond environ à 20 kg. de charbon par heure sur 100 mètres carrés de la terre. Connaissant la distance de la terre au soleil, il est alors facile de calculer que, dans l'espace, le soleil envoie par seconde une énergie de dix mille millions de millions de tonnes de charbon. Ou bien, sachant que le diamètre du soleil est d'un million et demi de kilomètres, on trouve que chaque centimètre carré de sa surface émet, par minute, une énergie correspondant à 12 g. de charbon environ. Or voici où je veux en venir : la surface d'un radiateur (100° C.) émet, par minute et par centimètre carré, une énergie de deux dix



millièmes de gramme de charbon, tandis qu'un fourneau chauffé au rouge ( $500^{\circ}\text{C.}$ ) en donne quatre millièmes, ou que le filament d'une lampe ( $2000^{\circ}\text{C.}$ ) en donne presque un demi-gramme. Il est facile alors de calculer par extrapolation quelle devrait être la température d'un corps pour qu'il émette, comme le soleil, une énergie de 12 g. de charbon par minute, et l'on trouve environ  $6000^{\circ}$ .

Que pouvons-nous dire alors de la température qui règne au centre du soleil ? Les couches extérieures, perdant continuellement la grande quantité d'énergie mentionnée ci-dessus, se refroidiraient extrêmement rapidement si, de l'intérieur du soleil, il n'y avait pas un écoulement d'énergie et, pour que cet écoulement se produise, il est nécessaire que la température au centre soit beaucoup plus grande que  $6000^{\circ}$ . Eddington a calculé qu'il doit régner une température de 20 millions de degrés dans la partie centrale du soleil, que la densité de la matière y est six fois plus grande que celle du mercure et que la pression y atteint dix milliards d'atmosphères.

Mais laissons un instant ces nombres extraordinaires, que nous justifierons plus loin, et tâchons de comprendre comment le soleil, cette boule gazeuse extrêmement chaude, peut émettre par seconde une énergie que nous avons vu être de l'ordre de grandeur de celle contenue dans dix mille millions de millions de tonnes de charbons. Admettons tout d'abord que le soleil soit fait de charbon et que c'est ce charbon brûlant, c'est-à-dire s'oxydant, qui maintient le soleil à sa très haute température. Nous savons fort bien que cette hypothèse est fausse car, à la température du soleil, il n'y a plus de molécules, il n'y a même plus d'atomes, comme nous les connaissons (ionisation) et, par conséquent, les réactions chimiques ne sont plus possibles. Mais essayons tout de même, pour savoir si l'énergie mise en jeu pourrait provenir de phénomènes analogues à des réactions chimiques. Or, on calcule facilement avec les nombres mentionnés plus haut que, si le soleil fait de charbon avait été allumé au temps des Pharaons, il serait éteint depuis longtemps. L'énergie libérée par les réactions chimiques est donc tout à fait inadéquate pour expliquer la brillance du soleil, car nous savons que le soleil est beaucoup plus âgé que la civilisation égyptienne.

On a cru pendant un certain temps avoir trouvé la source d'énergie du soleil dans la gravitation. Sur le soleil, comme sur la terre, les corps ont un poids; ils sont attirés vers le centre de l'astre. Or le soleil étant gazeux et donc extrêmement élastique, il

va se contracter sous l'influence de cette force, les atomes vont tomber continuellement vers le centre du soleil et, dans cette chute, ils vont acquérir de l'énergie. Ainsi cette énergie de contraction gravitationnelle va augmenter la température des astres, puis être émise sous forme de radiation. Mais des calculs précis montrèrent bien vite que cette source d'énergie, quoique déjà beaucoup plus grande que celle résultant des réactions chimiques, est encore plus de mille fois trop petite.

Voilà où en était la question à la fin du siècle dernier. A ce moment, la découverte de la radioactivité vint apporter un espoir nouveau. En effet, on s'aperçut alors que, dans les profondeurs les plus intimes de la matière, dans les noyaux des atomes, il y avait une énergie cachée. Dans cette transmutation des éléments qu'est la radioactivité, une partie de cette énergie sortait de la masse, de la matière, suivant une relation établie par Einstein. Ainsi on pouvait croire que l'énergie stellaire avait sa source dans la matière même. Le soleil, alors, d'après l'équation d'Einstein, perdrait, en émettant son énergie, 4 millions de tonnes de sa masse à chaque seconde; mais sa masse étant si grande, cette perte serait négligeable et la matière contenue dans le soleil suffirait à le maintenir en vie pendant 15 mille milliards d'années. C'est là une source d'énergie plus que suffisante. Mais, malheureusement, la quantité de matière radioactive (principalement d'uranium et de thorium) contenue dans les étoiles est loin d'être suffisante pour maintenir celles-ci aux températures qu'on observe (elle suffit toutefois à maintenir l'intérieur de la terre à l'état de lave liquide). Ainsi, jusqu'en 1938, l'origine de la lumière et de la chaleur des étoiles est restée une énigme.

C'est vers cette époque que Gamow<sup>1</sup>, reprenant une idée émise quelques années auparavant par Atkinson et Houtermans, et avec

---

<sup>1</sup> Il est nécessaire que je mentionne ici les emprunts si nombreux que j'ai faits aux travaux suivants : Gamow, *Nuclear Energy Sources and Stellar Evolution*, Phys. Rev. 53, 595, 1938; Gamow, *Possibilities of Stellar Evolution*, Phys. Rev. 55, 718, 1939; Gamow and Teller, *Energy Production in Red Giants*, Phys. Rev. 55, 791, 1939; Bethe, *Energy Production in Stars*, Phys. Rev. 55, 434, 1939; Greenfield, *The Problem of Energy Production in Red Giants*, Phys. Rev. 60, 175, 1941, et surtout au livre de Gamow, *The Birth and Death of the Sun*, The Viking Press, New York, 1940, dont je me permets de recommander la lecture à la fois instructive et amusante à quiconque s'intéresse aux étoiles. Le style de Gamow et son humour russo-américain donnent à ce qu'il écrit une saveur toute particulière.

l'aide subséquente de Bethe, fit la liaison entre la température très élevée du centre des étoiles et les expériences de transmutation *artificielle* des éléments que, grâce en particulier au cyclotron, on avait réussi à produire au laboratoire.

En effet, la nature ne nous donne que fort peu d'exemples de radioactivité, de transmutation des éléments. Mais, durant ces dernières années, nous avons appris à former toutes sortes de nouveaux atomes, ou à transformer tous les atomes les uns dans les autres. Ce progrès dans nos connaissances est dû principalement à la technique, qui permet de lancer les noyaux d'atomes les uns contre les autres avec de très grandes énergies. Car, pour qu'une de ces transmutations se produise, pour qu'ait lieu une de ces réactions nucléaires, il faut en effet des énergies considérables, qui doivent vaincre les forces électriques avec lesquelles les noyaux qui sont positivement chargés se repoussent. Le cyclotron est une forme de ces canons à noyaux d'atomes, qu'on emploie pour bombarder d'autres atomes.

Comment donc ces transmutations se produisent-elles ? Un atome est formé d'un noyau (positivement chargé) entouré de tout un nuage d'électrons (négativement chargés). Par un phénomène qu'on appelle ionisation, on peut arracher ces électrons pour ne garder que le noyau. Supposons maintenant qu'on ait lancé un de ces noyaux, au moyen du cyclotron, sur d'autres noyaux qu'on veut transformer. En général, le noyau-projectile aura fort peu de chance de rencontrer un autre noyau car ceux-ci sont extrêmement petits, en fait cent millions de fois plus petits (en surface) que les atomes eux-mêmes. Le projectile, passant à travers les nuages d'électrons, arrache ceux-ci en perdant de l'énergie et bientôt il sera fortement ralenti et presque arrêté (après avoir passé à travers 100.000 atomes avec les énergies dont nous disposons actuellement). Mais admettons même que le projectile ait mis « dans le mille » et fasse une collision centrale avec un autre noyau. Pourra-t-il pénétrer dans celui-ci ? Cela dépendra de son énergie et de la charge électrique portée par lui et par le noyau cible. Si ces charges sont trop grandes, la répulsion sera très forte et la probabilité de pénétration et donc de réaction nucléaire sera très petite. Cette probabilité augmente rapidement avec l'énergie du projectile et diminue très rapidement avec une augmentation de charge. C'est pourquoi presque toutes les réactions nucléaires produites par cette méthode



emploient des noyaux d'hydrogène (charge la plus petite) comme projectiles et que seuls les atomes relativement légers peuvent être atteints par les énergies même considérables fournies par le cyclotron. On a pu montrer qu'un gramme de noyaux d'hydrogène devait avoir une énergie de 13 tonnes de charbon pour que chaque collision centrale sur un noyau de lithium permette la pénétration. Le nouvel atome, qui se forme après la pénétration, se décompose immédiatement en deux noyaux d'hélium, qui s'éloignent l'un de l'autre avec une énergie correspondant à celle du projectile et à la masse qui a disparu. Car, en effet, les deux noyaux d'hélium ont ensemble une masse plus petite que celles additionnées du noyau de lithium et du noyau d'hydrogène. *De la matière s'est donc transformée en énergie.*

Revenons alors aux températures énormes qui règnent à l'intérieur des étoiles. Nous avons vu qu'Eddington avait trouvé 20 millions de degrés au centre du soleil. Est-ce qu'à ces températures il ne serait pas possible que des réactions nucléaires se produisent spontanément ? Comme nous allons le voir, c'est bien ce qui se passe.

La température est, pour nous physiciens, une mesure de l'agitation atomique. Au zéro absolu ( $-273^{\circ}$  C.), les molécules et les atomes sont immobiles; à  $0^{\circ}$  C., ils se meuvent avec une énergie moyenne d'agitation qui, pour 1 g. d'hydrogène, correspond à l'énergie libérée par la combustion de 0,3 g. de charbon, et l'on calcule facilement qu'à 20 millions de degrés l'énergie moyenne atteint 100 kg. de charbon.

Evidemment, tous les atomes n'ont pas cette énergie; par le hasard des chocs certains ont une énergie très petite, d'autres, très peu nombreux, ont une énergie beaucoup plus grande que la moyenne. Les énergies sont distribuées parmi les particules du gaz suivant une loi statistique indiquée par Maxwell.

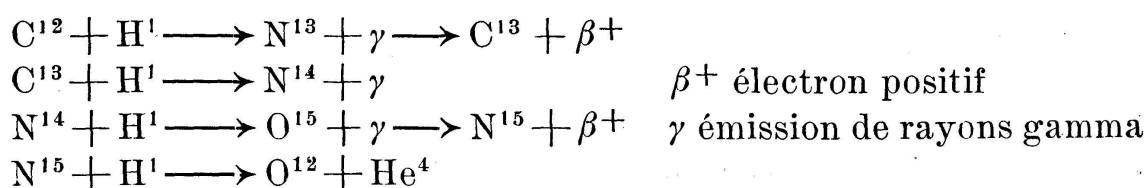
A l'intérieur des étoiles, nous l'avons vu, les noyaux des atomes sont ionisés, débarrassés de leurs électrons et les chocs entre les noyaux du fait de leur agitation thermique, seront donc beaucoup plus effectifs. D'autre part, vu la très grande densité de la matière (85 fois plus dense que l'eau), ces chocs se répéteront très souvent. Quoiqu'à l'énergie moyenne, 100 kg. de charbon, correspondant à 20 millions de degrés, la probabilité de pénétration d'un noyau dans l'autre lors du choc soit encore très faible (il fallait 13 tonnes de charbon pour que chaque collision centrale soit

effective), on peut concevoir que, pour les noyaux rapides et à cause du grand nombre de chocs, la réaction nucléaire ait quelque chance de se produire.

Tout cela peut évidemment se calculer très exactement grâce aux données numériques fournies par les expériences de laboratoire sur les transmutations artificielles, qui sont faites dans des conditions d'observation infiniment meilleures que celles qui règnent dans les étoiles. On trouve, à propos de la réaction hydrogène-lithium mentionnée ci-dessus, qu'un gramme de mélange (une partie d'hydrogène pour sept parties de lithium), en réagissant, libérerait une énergie correspondant à 10 tonnes de charbon. Mais, à 4000°, la réaction marcherait si lentement (il y aurait si peu de chocs effectifs) qu'il faudrait des milliards de milliards d'années pour que la réaction soit complète. Par contre, à 1 million de degrés, la vitesse de libération de l'énergie serait suffisante pour faire marcher une voiture automobile et, à 20 millions de degrés, la transformation hydrogène-lithium en hélium se ferait en quelques secondes et la libération de l'énergie prendrait alors la forme d'une terrible explosion.

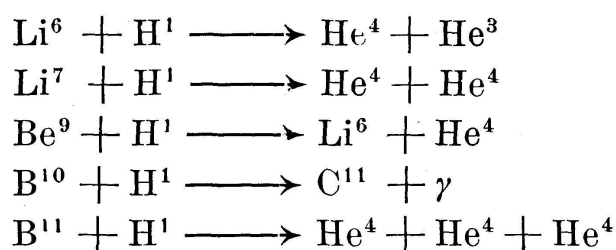
Cela est vrai pour des atomes légers. Si nous refaisions le même calcul pour la pénétration de l'hydrogène dans le chlore par exemple, nous trouverions que, même à 20 millions de degrés, la réaction prendrait dix millions de milliards de milliards d'années pour se faire.

Pour savoir ce qui se passe dans le soleil, il faut donc choisir, parmi toutes les réactions nucléaires possibles, celles qui, à 20 millions de degrés, vont dégager l'énergie qu'on sait être émise par le soleil. Or il se trouve qu'il n'y a qu'une réaction qui satisfait ces conditions, et qui les satisfait exactement. C'est en réalité une réaction en chaîne, décrite pour la première fois par Bethe. Deux sortes d'atomes, le carbone et l'azote, jouent le rôle de catalyseurs pour transformer l'hydrogène en hélium. Voici comment ces réactions s'écrivent (les nombres donnés en exposants sont les poids atomiques) :



Comme les quatre noyaux d'hydrogène ont ensemble une masse plus grande que celle du noyau d'hélium créé, de la matière s'est de nouveau transformée en énergie. C'est celle-ci qu'on retrouve dans les rayons  $\gamma$  et aussi dans l'énergie cinétique du noyau d'hélium. Toutes ces réactions ont été étudiées au laboratoire; on connaît très exactement et l'énergie libérée et la probabilité pour qu'elles aient lieu. Eh bien, on trouve qu'à 20 millions de degrés et en supposant qu'il y ait 35 % d'hydrogène et 1 % de carbone dans le soleil (nombres qui nous sont donnés par les astronomes), ces réactions libèrent exactement l'énergie émise par le soleil, que nous avons vu être de 10 mille millions de millions de tonnes de charbon.

D'autres réactions nucléaires plus effectives auraient pu avoir lieu dans le soleil mais, à la température de 20 millions de degrés, elles auraient donné lieu à des explosions (comme celles du lithium). Ces réactions sont :



Il faut donc qu'il n'y ait ni lithium (Li), ni beryllium (Be), ni bore (B) dans le soleil puisque la présence de ces éléments produirait l'explosion de notre astre. Or on trouve, en analysant la matière formant la croûte terrestre, environ 35 % d'hydrogène et quelques pour cent d'hélium, de carbone, d'azote, d'oxygène, etc. Tandis que le lithium, le bore et le beryllium sont infiniment plus rares, n'étant présents que dans la proportion de quelques millièmes de pour cent. La terre s'étant formée à partir du soleil, n'est-ce pas là une vérification remarquable de nos calculs ?

Mais alors, comment nous représentons-nous l'histoire hypothétique du soleil ? Au commencement, le soleil était une masse gazeuse froide, de grandes dimensions, contenant toutes sortes d'atomes mais surtout de l'hydrogène, l'élément le plus simple, le plus léger. Sous l'influence de la contraction, due à la gravitation, la température du centre s'est élevée jusqu'à ce que la réaction du



lithium ait commencé. Alors, avec une température centrale d'un ou deux millions de degrés, l'hydrogène s'est transformé en hélium et l'énergie libérée a créé une grande pression, suffisante pour empêcher la contraction. Remarquez alors à quelle belle machine à combustion d'atomes nous avons à faire. Les couches gazeuses externes relativement froides et attirées par la gravitation sont les parois de la chaudière, à l'intérieur de laquelle les transmutations et la transformation de la matière en énergie ont lieu. Et cette machine est autorégulatrice car, si la température est insuffisante pour amorcer la réaction nucléaire, la contraction se produit, qui tend à augmenter la température. Si, au contraire, la réaction marche trop vite, la température est trop élevée, une dilatation de l'astre a lieu, qui produit un refroidissement et donc une diminution de la vitesse de réaction. Avec une température centrale de l'ordre du million de degrés, la température des couches extérieures du soleil devait être de deux ou trois mille degrés et le soleil, de grande dimension, devait alors être d'une couleur rouge. Puis, les lithiums ayant été exploités à fond et ayant disparu, la contraction a continué jusqu'à donner une température plus élevée, pour laquelle la réaction du beryllium s'est amorcée, et cela a continué avec les bores. Cette évolution a dû se produire relativement rapidement puisque les éléments prenant part à la réaction disparaissent une fois pour toutes. Ensuite, c'est le cycle carbone-azote qui a fonctionné et qui fonctionne encore, et qui va durer jusqu'à épuisement de l'hydrogène, car, dans ce cycle, les éléments carbone et azote ne disparaissent pas, mais se renouvellent constamment. On peut prévoir que la proportion d'hélium augmentant, la matière du soleil devient plus opaque aux radiations à mesure que l'hydrogène disparaît et que, par conséquent, la partie de celles-ci emprisonnée dans l'étoile va augmenter, et sa température, et donc la vitesse de la réaction nucléaire. Ainsi le soleil va continuer à briller d'un éclat de plus en plus grand et Gamow a calculé que, dans dix milliards d'années, le soleil aura à peu près épuisé son hydrogène et qu'il brillera d'un éclat cent fois plus grand que celui qu'il a aujourd'hui, alors que sa grandeur n'aura pour ainsi dire pas changé. La vie à la surface de la terre est donc destinée à disparaître, non pas par la congélation conséquente à l'extinction du soleil, mais bien au contraire par la chaleur intenable due à un soleil cent fois plus éclatant.

L'hydrogène ayant disparu, la contraction de gravitation, une fois de plus, se mettra à jouer et le soleil, finalement, s'éteindra; mais nous ne savons pas encore très bien comment cela se fera.

Toute cette histoire semble très hypothétique. On a pu toutefois la vérifier, car les étoiles sont des « soleils » à différents stades de développement. Des calculs précis ont montré quelles étaient les étoiles relativement rares (géantes rouges) qui brûlaient encore du lithium, du bore et du beryllium et qui n'avaient pas encore suffisamment évolué pour employer le cycle carbone-azote. On a pu voir aussi les étoiles encore plus rares (naines blanches) approchant de la fin de leur existence. Enfin, on a reconnu que la plupart des étoiles (« main sequence ») étaient au stade évolutif du carbone-azote. Mais la place manque ici pour exposer ces résultats qui furent discutés d'une façon détaillée lors de cette conférence.

# Form, Funktion und Krankheit als Mass der Konstitution

Von

ERWIN UEHLINGER

« Vous portez la mort sur votre figure, mais vous nous enterrerez tous. » Dieses Urteil fällte ein Arzt über einen mittelgrossen, schlankgliedrigen, mageren jungen Burschen mit grazilem Skelett, schmalem Kopf, eingefallenen Wangen, wenig differenzierten Gesichtszügen, flacher Brust und vollkommenem Mangel eines Muskelreliefs, wobei die blutleere mattbraune Hautfarbe den Eindruck der Hinfälligkeit und Zerbrechlichkeit noch erhöhte. In diesem Urteil: « Sie haben das Aussehen eines dem Tode Geweihten, aber Sie werden uns trotzdem alle überleben », liegt die intuitive Erfassung der gesamten Körperform, ihrer Krankheitsanfälligkeit, ihrer Leistungsfähigkeit, ihrer Lebenszähigkeit, ausgewertet an einer klugen ärztlichen Gruppenerfahrung und zusammengefasst in einer Schätzung der Lebenserwartung. Eine gewisse Überheblichkeit in der Formulierung, wie sie auch den Horoskopen zukommt, geht wohl zu Lasten einer möglichst klaren, überspitzten Formulierung. Das Wesentliche des Vorganges liegt darin, dass der Arzt in der Lage ist oder zu sein glaubt, aus dem *Querschnitt des körperlichen Zustandes Schlüsse auf die weitere Lebensgestaltung des Einzelnen zu ziehen*. Wir bezeichnen die für dieses Urteil massgebende Körperform als Konstitution oder Körperversfassung. Sie ist auch für die *wechselnde Krankheitsgestaltung im Seuchenvverlauf von entscheidender Bedeutung*. In einer Feldbatterie mit einem Bestand von 6 Offizieren, 18 Unteroffizieren und 208 Soldaten, die vom 2. September 1939 bis 21. September 1940 ununterbrochen im Aktivdienst stand, fanden sich zwei Wehrmänner mit offener Lungentuberkulose, die sich vollkommen wohl und leistungsfähig fühlten. Durch sie sind wohl über 30 weitere Soldaten der gleichen Einheit mit Tuberkulose erstmals infiziert worden.

Mit 14 manifesten Tuberkulose-Erkrankungen, zusammengedrängt auf eine Zeitspanne von 17 Monaten, sind alle Bedingungen einer seuchenmässig sich ausbreitenden Infektionskrankheit erfüllt. Fünf Frischinfizierte sind in den folgenden drei Jahren an auf dem Blutwege sich ausbreitenden Tuberkulosen gestorben, fünf sind an nasser Brustfellentzündung erkrankt, bei dreien entwickelte sich eine Primärinfiltrierung mit tuberkulösen Entzündungsherden in den Lungen an der Bazilleneintrittspforte und in den zugeordneten Lungenwurzellymphknoten. Ein Wehrmann erkrankte an Lungentuberkulose; sein Schicksal ist noch nicht entschieden. Bei acht dieser Frischinfizierten ist die Infektion in der Folge zum Stillstand gekommen, sie sind heute alle arbeitsfähig. Neben diesen Erstinfektionen mit manifesten Krankheitserscheinungen ist wohl bei einer gleichen Zahl von Soldaten die Infektion zu gleicher Zeit, ohne jedes subjektive Krankheitsgefühl, zur Ausheilung gekommen. Die ganze Batterie rekrutiert sich aus der bernischen Landbevölkerung. Offiziere, Unteroffiziere und Soldaten gehören alle der gleichen Altersstufe an, alle standen während des einjährigen Aktivdienstes unter gleichen äusseren Bedingungen, gleichen Wohn-, Kost- und Arbeitsverhältnissen. Trotzdem nimmt die Erstinfektion mit Tuberkelbazillen einen durchaus wechselvollen Verlauf. Wir beobachten alle Variationen, von der Infektion, die weder subjektiv noch objektiv irgendwelche Krankheitserscheinungen auslöst, über Infektionen mit leichteren und schwereren Krankheitssymptomen, die einer weitgehenden Rückbildung fähig sind, zu solchen mit jahrelangem Lungensiechtum oder rasch tödlichem Ablauf. Trotz gleichem Krankheitserreger, gleichem Geschlecht, gleichem Alter, gleicher Herkunft, gleicher Kost, gleicher Arbeit, lässt sich innerhalb dieser Feldbatterie kein Krankheitsablauf mit einem zweiten zur Deckung bringen. Für diesen unendlich modulationsfähigen und unterschiedlichen Krankheitsablauf können wir daher nicht den Erreger, nicht die Umwelt, sondern nur den menschlichen Organismus in seiner Gesamtheit verantwortlich machen. Ausschlaggebend ist die differente Abwehrbereitschaft gegenüber dem Tuberkelbazillus, und wir bezeichnen die Körperverschaffung in ihrer differenten Krankheitsleitung ebenfalls als Konstitution.

*Die Konstitution ist in ihrem Wesen ein morphologisch-dynamischer Begriff, eine Wertung der*



· *Leistungsfähigkeit*, der Lebensfähigkeit und der

*Widerstandsfähigkeit*, der Krankheitsbereitschaft, der Krankheitslenkung. Die Aufstellung eines Begriffes schliesst in sich die Bestimmung seiner Grundlagen, seines Masses, seiner Wirkung.

### 1. Die Grundlagen der Konstitution

ROESSLE bezeichnet die Konstitution als *Resultante aus Erbe und Erlebnis*, wobei den umweltbedingten Zustandsänderungen des Organismus eine gewisse Dauerhaftigkeit zukommen muß. So klar diese Definition erscheint, so wenig besagt sie, da jede Form und Leistung unseres Organismus diese doppelte Wurzel hat. Die Konstitution stellt in dieser Beziehung nichts Spezifisches dar. Dazu kommt, dass wir gerade beim Menschen nie in der Lage sein werden, unter allen Gestaltungsbedingungen, insbesondere auch den für die Konstitution entscheidenden, eindeutig die Anteile von Erlebnis und die Anteile von Umwelt zu scheiden. In jedem von uns stecken eine Menge rezessiver Erbanlagen, die nur ausnahmsweise in Homocygoten zur Manifestation kommen. Eine Reinzüchtung rezessiver Erbanlagen ist unmöglich, so dass wir für unendlich viele Vorgänge die erbliche Grundlage nie werden beweisen können. Ebenso verhindert die für zwei Individuen immer differente Umwelt die Bestimmung der erblichen Anteile. Dass aber zweifellos wesentlichste Anteile der Konstitution zu Lasten des Erbgutes gehen, dass also der *genotypischen Konstitution* (NAEGELI) führende Bedeutung zukommt, geht einwandfrei aus der Feststellung von Familien- und Zwillingskrankheiten hervor. Der Ursprung der Konstitution des Menschen wird also auch in Zukunft ein unklares Mischgebilde aus Erbe und Erlebnis bleiben, und dieser Definition nur *Rang und Bedeutung einer Lösung unter Verzicht auf eine Lösung* zuerkannt werden können.

Wesentlich weiter wird die Konstitutionsanalyse in ihren Wurzeln bei Tieren und Pflanzen getrieben werden können, wo wir ohne weiteres in der Lage sind, homocygote Individuen zu züchten und unter konkordante und diskordante Umwelten zu bringen. Es wird mit Hilfe des Experimentes möglich sein, die Anteile von Erbe und Umwelt an der Konstitution klar zu bestimmen.

## 2. Mass der Konstitution

Bei der Analyse der Persönlichkeit sind die Anteile von *Konstitution und Kondition* zu scheiden. *Eine wesentliche Eigenschaft der Konstitution ist die Dauerhaftigkeit. Ihr gegenüber stehen flüchtige Zustandsänderungen*, denen sowohl für die physiologische Alltagsarbeit wie für Krankheitsbereitschaft und Krankheitsverlauf von Fall zu Fall verschiedene Bedeutung zukommt. Als ohne weiteres verständliche Konditionen nenne ich den Hungerzustand und die Ermüdung, welche die körperliche Leistungsfähigkeit schwächen und die Krankheitsbereitschaft erhöhen, die Ausstellungskondition der Haustiere als körperliche Hochform. Die Kondition ist als temporäre Befähigungsform ein jederzeit reversibler Zustand, der keinen tieferen Eingriff in unsere Körperversfassung darstellt. Aus einer Integration, einem vielfältigen Zusammenwirken von Konstitution und Kondition ergibt sich gesamthaft der aktuelle Leistungsquerschnitt, die *konditionale Konstellation*.

Die Konstitution selbst können wir unterteilen in allgemeine Konstitutionsmerkmale und in besondere Konstitutionsmerkmale. Als *allgemeine Konstitutionsmerkmale* sind Rasse, Geschlecht und Alter zu bezeichnen. Ihre Bedeutung für Leistung und Widerstandskraft ist ohne weiteres verständlich und durch statistische Untersuchungen verhältnismässig leicht zu erfassen. Nur kurz sei auf den Einfluss des Alters für ordentliche und ausserordentliche Beanspruchungen des Körpers hingewiesen, die ihren Niederschlag in einer sehr differenzierten Aufteilung unserer Lebenskurve in einzelne Abschnitte gefunden hat, wobei jeder Periode ein besonderer Grad der Widerstandskraft und Krankheitsanfälligkeit zukommt. Im wesentlichen können wir uns dabei an die Leistungsbeurteilung des Jagdhundes halten : 3 Jahre jung, 3 Jahre gut, 3 Jahre alt. Diese Aufteilung, mit etwas verschobenen Zeiten, gilt auch für den Menschen, sowohl für die ordentliche Tätigkeit wie für ausserordentliche Prozesse, z. B. die Krankheit. Krisenzeiten mit erhöhter Gefährdung sind die Übergangsperioden : Jugend-Mannesalter, Mannesalter-Greisenalter.

Trotz der Unklarheiten des Konstitutionsbegriffes entspricht er zweifellos einer Realität, und Aufgabe der Forschung von gestern, heute und morgen ist es, Normen zu finden, wie er zu werten ist. Es liegt im ordnenden Bestreben des menschlichen

Geistesschaffens, daß es aus einer Fülle von Erscheinungen zunächst durch Gruppenbildung eine gewisse Vereinfachung zu schaffen und durch Beschränkung des zu Vergleichenden Wesentlichen vom Unwesentlichen zu scheiden sucht. Dieses Vorgehen begegnet bei der Konstitutionsforschung wiederum besonderen Schwierigkeiten, da die Auswirkungen der Konstitution immer Ausdruck der Gesamtpersönlichkeit sind und nicht nur eines einzelnen Teiles. *Die Konstitution ist nicht die Summe von einzelnen Merkmalen, sondern sie hat grundsätzlich einen Gefügecharakter* (HANHART).

Aus dem bisher Gesagten geht ohne weiteres die grosse Schwierigkeit hervor, ein sauberes Mass für die Konstitution zu finden. Die Schwierigkeiten beruhen in der Unmöglichkeit der Bestimmung dessen, was im Phaenotypus zu Lasten des Erbes, was zu Lasten der Umwelt geht. Unsicherheit wird oft herrschen in der Abgrenzung dessen, was Konstitution, und dessen, was Kon-  
dition ist; Schwierigkeiten ergeben sich daraus, dass wir die Merkmale in ihrem Zusammenwirken gesamthaft beurteilen müssen und nicht einfach Einzelmerkmale miteinander vergleichen können. Die Lösung, ein Mass für die Konstitution zu finden, ist daher auch heute noch eine unvollkommene, wir können je nach Zweck und Wunsch nur von Versuchen sprechen, und es wird wohl immer so bleiben. Zur Prüfung der Konstitution stehen uns bis heute drei Methoden zur Verfügung :

- a) Form, Mass und Gewicht,
- b) die Leistung,
- c) die Krankheit.

a) *Die Bestimmung von Organgrösse, Gewicht und Form als Mass der Konstitution* geht in ihren Grundzügen auf die Vorstellung zurück, dass zwischen Organgrösse und Organleistung proportionale Beziehungen bestehen und dass der Formenwechsel in der Regel mit einer gesteigerten oder verminderten Leistungsfähigkeit verbunden ist. Form und Gewicht als Mass der Konstitution haben die Vorteile leichter Bestimmbarkeit und Vergleichbarkeit durch Zeichnung, Mass und Gewicht. Zu prüfen ist die Form des Gesamtindividuums, der Organe, der Gewebe und der Zelle. Bis heute sind wir noch nicht in der Lage, morphologische Konstitutionstypen der Gewebe und Zellen zu unterscheiden, da

uns die Normen zu deren Bewertung fehlen. Es besteht heute erst eine morphologische Konstitutionsforschung in bezug auf die Gesamtform des Individuums und der Organe. Sie knüpft an die Namen SIGAUD, CHAILLOU und MAC AULIFFE an, welche eine *natürliche Systematik menschlicher Körpertypen* aufstellten.

Grundlage ist die Umgebungsbeziehung. Entsprechend den vier wesentlichsten Vermittlungsorganen mit der Umwelt werden vier verschiedene menschliche Typen aufgestellt, in denen je eines der Vermittlungsorgane oder ein ganzes Vermittlungssystem eine besonders grosszügige Ausgestaltung erfahren hat. So unterscheiden CHAILLOU und MAC AULIFFE einen Type respiratoire, einen Type digestif, einen Type musculaire und einen Type cérébral.

Der *Type respiratoire* ist durch die besonders geräumige Entwicklung von Nase, Nebenhöhlen und Brustkorb ausgezeichnet. Dieser ist lang und breit und nimmt die Hauptmasse des Rumpfes ein. Die falschen Rippen liegen unmittelbar den Darmbeinkämmen auf. Die Bauchhöhle ist zugunsten des Brustraumes verkümmert. Im Gegensatz dazu liegt die Meistbegünstigung beim *Type digestif* auf Kauwerkzeugen und Bauch. Die Gesichtsform wird bestimmt durch die mächtige Kinnlade, so dass der ganze Kopf Dreieckform mit breiter unterer Basis aufweist. Die Lippen sind wulstig, der Hals kurz und dick. Durch den grossen Kugelbauch werden die untersten Rippen von den Darmbeinkämmen abgedrängt. Im Alter Fett- und Hängebauch. Der *Type musculaire* ist ausgezeichnet durch eine harmonische Entwicklung der ganzen Körperform. Der Kopf hat fast quadratische Gestalt, der Rumpf die Form eines Zylinders, besonders kräftig gestaltet ist die Schultermuskulatur. Die runden Bündel der Rücken- und Gliedmassenmuskulatur schaffen eine ausserordentlich starke Modellierung der Körperoberfläche. Beim *Type cérébral* hat der Kopf die Form einer umgekehrten Pyramide mit starker Wölbung der Stirn- und Scheitelbeine. Das Gesichtsskelett tritt gegenüber der Schädelkalotte vollkommen zurück, ebenso die Modellierung der Muskelansätze. Der Hals ist eher kurz, die Schultern fallend, der Rumpf schwächlich. Kopfbehaarung meist überreichlich. Der cerebrale Typus bedeutet nicht ohne weiteres eine besonders differenzierte geistige Entwicklung, sondern wird häufig auch bei Geisteskranken gefunden.

Mit der Aufstellung dieser Typen, die uns alle aus unserer täglichen Umgebung ohne weiteres vertraut sind und auf eine gute Beobachtungsgabe schliessen lassen, ist der Formenreichtum nicht erschöpft. *Reine Typen sind selten, die Mehrzahl sind Legierungen.* Die Schwäche der französischen Einteilung liegt nach KRETSCHMER darin, dass richtige Einzelbeobachtungen in ein spe-



kulativ konstruiertes Schema gezwängt werden, dem ungefähr folgende Idee zugrunde liegt :

1. gibt es Verstandesmenschen; diese müssen einen grossen Kopf haben;
2. Esser; diese müssen einen grossen Bauch haben;
3. Turner; diese müssen kräftige Muskeln haben;
4. Läufer; diese müssen grosse Atmungsorgane, grosse Nase, Nebenhöhlen und lange Lungen haben.

Bei der ganzen Einteilung ist störend, dass engste Beziehungen zwischen Organgrösse und Leistung angenommen werden, die recht oberflächlich anmuten. Besonders sinnfällig ist die Unmöglichkeit einer solchen Betrachtungsweise beim Typus *cerebralis*. Zwischen Gehirngewicht und geistiger Leistung besteht sicher keine Proportionalität. Auch fehlen irgendwelche zuverlässigen und statistisch gesicherten Korrelationen zwischen diesen Typen und bestimmten Krankheitsgruppen.

In ganz anderer Form sind Mass und Zahl als Grundlage der Konstitution von den *Lebensversicherungen* zur Prüfung der Aufnahmefähigkeit, unter Ausscheidung der Versicherungsrisiken, eingesetzt worden. Im wesentlichen interessiert die Lebensversicherung nur *die Beziehung Langlebigkeit und Konstitution*. Sie begnügt sich mit der Feststellung weniger Daten : Körperlänge, Gewicht, Halsumfang, Brustumfang, Bauchumfang, Oberarmumfang. *Untergewicht bedeutet Tuberkulosegefährdung, Übergewicht Neigung zu Kreislauferkrankungen*. Aus der Statistik ergibt sich das Risiko des Einzelfalles nach dem Grad der Abweichung vom Mittelmass. Als gesichert geht aus den Erfahrungen der Lebensversicherung hervor, dass die Dicken mit einer starken Verkürzung der Lebenserwartung zu rechnen haben, also ein schlechtes Geschäft darstellen. Sie entsprechen mehr oder weniger dem Typus *digestivus* von CHAILLOU und MAC AULIFFE. Den Dicken gegenübergestellt werden die Schlanken, wobei wir über die Krankheitsbeziehungen derselben viel unsicherer sind als bei den Dicken. In diesem Zusammenhang sei auf ein Nietzsche-Wort hingewiesen, das HANHART ausgegraben hat : « Ein wenig fetter, ein wenig magerer; wieviel Schicksal liegt in so wenigem. » Im Hinblick auf die Konstitutionstypen der Diktatoren ist man versucht, weltgeschichtliche Betrachtungen anzustellen. Die Aufstellung eines

schlanken und eines dicken Typus kehrt in allen Versuchen der Klassifizierung der äusseren Form wieder, wie auch in der Literatur (Max und Moritz) und in den bildenden Künsten. Sie entspricht der psychologischen Neigung nach einer polaren Gliederung aller Erscheinungen.

Ein weiterer Schritt in der morphologischen Konstitutionsforschung mit dem Ziel der Bestimmung der Krankheitserwartung liegt darin, dass *aus der äusseren Körperform auch auf die Krankheitsbereitschaft der inneren Organe geschlossen wird*. Das hat zur Voraussetzung

*dass einer bestimmten äusseren Körperform auch eine bestimmte innere Organform entspricht* (Harmonie der inneren Organe von CARUS),

*dass mit bestimmten äusseren Körperformen bestimmte Krankheitsdispositionen dieser inneren Organe verbunden sind*, wie sie z. B. in der Neigung zu Zirkulationschäden bei Dicken zum Ausdruck kommen.

Die Variabilität der inneren Organe ist gegenüber der äusseren Form eine wesentlich geringere, das innere Gesicht ist viel einheitlicher als das äussere; es besteht von Haus aus eine grössere Familienähnlichkeit, und man muss schon auf Einzelheiten achten, sollen Unterschiede in der inneren Organform aufgedeckt werden. Dass äusserlich ähnlichen Formen auch innerlich ähnliche Modulationen entsprechen, zeigen die Sektionsbefunde ähnlicher gleichaltriger Individuen.

Als Beleg sei auf eine seltene Beobachtung ROESSLES von eineiigen Zwillingen, die beide den Coiffeurberuf ergriffen und am gleichen Tage im 32. Lebensjahr Selbstmord verübt hatten, verwiesen. Besteht schon bezüglich Lebensgestaltung eine ausserordentlich weitgehende Übereinstimmung, so auch in Kopfform, Körpergewicht und Körpergrösse. Beide Brüder gehören dem asthenisch-muskulösen Körperbau an. Der eine hat eine Länge von 165 cm, der andere von 168 cm. Die Gewichte sind 53 und 54 kg. Haare und Nägel zeigen volle Übereinstimmung. Von nicht zu überbietender Ähnlichkeit sind die Formen der inneren Organe, insbesondere des Skelettsystems (Schädelform, Schädelnähte, Femurform mit Muskelansatzleisten, Form der Kreuzbeine und der Knie-scheiben), Lungenlappung, Leberoberflächengestaltung. Wir sind also aus äusserlich übereinstimmenden Körperformen weitgehend berechtigt, auch auf übereinstimmende innere Organformen zu schliessen.

Immerhin ist damit nicht viel gewonnen, da zwischen Organgewicht und Organleistung keine einfache Proportionalität besteht und die Formen der inneren Organe mit Ausnahme weniger, besonders gelagerter Fälle für die Erkrankungsbereitschaft nicht entscheidend sind. Das lässt sich schon aus der Familienähnlichkeit innerer Formen an sich schliessen. Wohl das eindrucklichste Beispiel des Versagens der Form in der Krankheitsbereitschaft und in der Leistungsbeurteilung zeigen die vielen Versinkungstodesfälle junger Männer, die wir jedes Jahr zu sezieren Gelegenheit haben. Es handelt sich ausschliesslich um wohlproportionierte junge Männer, meist von athletischem bzw. muskulösem Habitus, gute Schwimmer, die bei Gelegenheit eines Bades eines Tages lautlos untersinken. Wir sprechen von Herztod im Wasser. Der Sektionsbefund deckt eigentlich nie einen Organfehler auf. Die mikroskopischen Strukturen der Organe sind regelrecht. Es handelt sich um ein plötzliches Versagen des Organismus, der nicht in einem Formfehler begründet ist, sondern auf eine uns noch unbekannte, neurovegetative Regulationsstörung der Herzaktion zurückgeht. Die morphologische Forschung ist nicht in der Lage, zu sagen, bei welchen Menschen wir mit solchen Regulationsstörungen zu rechnen haben, bei welchen nicht. Wir wissen nur, dass es sich fast ausschliesslich um vollendet gebaute, muskelkräftige, jüngere Männer handelt. Bei Frauen, bei Knaben, aber auch bei älteren Männern wird das Versinken dagegen fast nie beobachtet. Diese Feststellung bei Ertrinkungstodesfällen weist mit Eindrücklichkeit auf die Berücksichtigung *funktioneller Kriterien in der Konstitutionsbeurteilung hin*. Mit dem Ausbau der physiologischen Untersuchungsmethoden wird die Wertung der Organform verdrängt durch die Prüfung der Organleistung. *Nicht die Form, sondern die Funktion wird konstitutionsentscheidend.*

*b) Die Funktion als Mass der Konstitution.*

Die funktionelle Konstitutionsforschung steht noch ganz in ihren Anfängen. Sie beschränkt sich auf die Prüfung einzelner Organleistungen, einzelner Stoffwechselvorgänge. Eine Synthese der verschiedenen Organprüfungen, mit Ausnahme des Zusammenspiels von Herz und Lungen, steht noch aus.

Als Kriterien der funktionellen Konstitution hat BRUGSCH auf die *Leistung, den Nutzeffekt und die Lebensdauer* abgestellt. Es

sind die gleichen Wertungen, die wir für die Beurteilung einer Maschine anwenden. Sie sind nur am Lebenden zu erheben, nicht mehr an der Leiche. So klar die Kriterien gefasst sind, so unbrauchbar sind sie für die konstitutionelle Wertung der Menschen, da wir nur in der Lage sind, ganz vereinzelte Organe in bezug auf Leistung und Nutzeffekt zu prüfen und die Individualität im gesamten niemals nur eine Summe der Einzelleistungen darstellt. Jede Organfunktion ist in den Leistungskreis des Gesamtindividuums eingeschaltet und kann nicht als Maßstab aus diesem herausgegriffen werden.

Die Beurteilung eines Individuums nach seinen Leistungen verfolgt zwei Ziele : Feststellung der Eignung des Einsatzortes im Beruf und Erfassung von Sonderleistungen, von Plusvarianten in der Funktion, welche für *Höchst- und Spezialleistungen* oder für Krankheitsbereitschaften von Bedeutung sein können. Wir bezeichnen diese *Leistungskonstitution als Komplexion*.

Die Methode findet weitgehende Anwendung in den Eignungsprüfungen für gewisse Berufe, ist bei der Auswahl von Piloten und Panzerwagenfahrern schon recht hoch getrieben, steht für die nicht-militärische Berufswahl noch in den Anfängen. Die Schwierigkeiten liegen weniger in der Methodik selbst als darin, dass sie in einer Altersstufe zur Anwendung gebracht werden, in welcher der Organismus in einer Krisenperiode steht, einen inneren Umbau vom Jüngling zum Mann durchmacht. Gerade in diesen Umbauperioden sind Leistungsprüfungen nicht ohne weiteres zuverlässig und berechtigen nicht vorbehaltlos zu Schlüssen auf die zukünftige Leistungsfähigkeit.

Die *Eignungsprüfung für Berufe* hat sich zunächst gar nicht mit den inneren Organen beschäftigt, auf den Körperbau keine Rücksicht genommen, sondern lediglich *psychologische Faktoren* berücksichtigt. Es ist klar, dass bei einer solchen einseitigen Leistungsprüfung viele Fehlurteile zustande kommen. Das ideale Vorgehen ist natürlich Berücksichtigung sowohl der Familienvorgeschichte wie auch genaue körperliche Untersuchung, genaue Prüfung der Leistung der inneren Organe und psychologische Befunderhebung. Aus der Vorgeschichte ist von Interesse, dass im allgemeinen Schulleistungen im umgekehrten Verhältnis zur Geschwisterzahl zu stehen pflegen, dass die soziale Schichtung sich auch in der Erbbegabung widerspiegelt, indem die geringste Zahl



erbbegabter Stämme sich in der ungelernten Arbeiterschicht finden, in deutlichem Gegensatz zum Nachwuchs aus der gelernten Arbeiterschicht (Förderung der Meisterschaft!). Man muss sich ferner hüten, dem Schulwissen für spätere Bewährung in höheren Schulen eine zu grosse Bedeutung beizumessen. Eine Untersuchung am Greifswalder Institut für Vererbungswissenschaft hat ergeben, dass ein Unterschied zwischen Berufen geistig-theoretischer Art und solchen naturwissenschaftlicher, praktischer Richtung bestand. Ein besonders eindrucksvolles Beispiel lieferte der akademisch gebildete Lehrerstand mit den durchschnittlich besten Abiturleistungen, dem gegenüber die Vertreter der medizinischen Fakultät durchschnittlich viel geringere Abiturzensuren aufzuweisen hatten. Also altersbedingte Prüfungsunsicherheit (Krisenalter).

Die Fehler der meisten Leistungsprüfungen liegen darin, dass auf Höchstleistungen geprüft wird, während wir uns im täglichen Leben mit Durchschnittsleistungen begnügen und nur selten und unter Zwang zu Höchstleistungen aufschwingen.

Sehr wenig hat bis heute die physiologische Leistungsprüfung der Organe für die Beurteilung der endogenen Krankheitsbereitschaft ergeben. Diese erfordert offenbar besondere Leistungskriterien.

Der erste geniale Versuch *einer krankheitsbezogenen, funktionellen Konstitutionsbeurteilung* stammt von KRAUS, welcher in der *Ermüdung ein Mass der Konstitution* begründen wollte. Es handelt sich dabei in erster Linie um eine Leistungsbeurteilung kranker Individuen, deren Ermüdungsgrad und Ermüdungszeitpunkt bei bestimmten Arbeitsleistungen geprüft wurde. Die Methode hat den grossen Nachteil, dass die Ermüdung etwas sehr Komplexes darstellt, weitgehend von psychologischen Faktoren abhängig ist und nicht in Zahlenwerten erfassbar ist. In den gleichen Rahmen gehört das *Schlafbedürfnis* als Mass der Konstitution, das von Mensch zu Mensch ausserordentlich verschieden ist. Es gibt bekannte Langschläfer, die in den kurzen Wachzeiten ausserordentlich viel leisten, wie es auch Kurzsschläfer gibt, die unermüdlich arbeiten können. Wie sich das Merkmal des Schlafes und der Ermüdung auf die Krankheitsbereitschaft auswirkt, ist unbekannt. Schlaf und Ermüdung sind sicher wichtige Konstitu-

tionskriterien, können aber zurzeit als solche noch nicht verwertet werden.

*c) Form und Funktion als Mass der Konstitution.*

Hat die rein morphologische Beurteilung der Konstitution unbefriedigende Resultate geliefert und hat auch die Leistungsprüfung der Organe bis anhin keine verlässlichen Kriterien für die Wertung der Konstitution ergeben, so hat KRETSCHMER durch *sinnvolle Kombination* beider Methoden *mit der Schöpfung morphologisch-funktionell charakterisierter Typen* der Konstitutionsforschung einen entscheidenden Auftrieb gegeben und sie aus einer hoffnungslosen Stagnation wieder in das Gebiet hoffnungsvoller, spekulativer Forschung hinausgehoben. KRETSCHMER ist zum erstenmal an einem grossen Krankengut der Nachweis gelungen, *dass mit gewissen Körperbauformen bestimmte Temperamente verbunden sind, dass sowohl dem schizothymen wie dem zykllothymen Formenkreis auch körperbaulich zwei grundverschiedene Erscheinungsformen zukommen.* Er hat zum erstenmal bewusst das bis zu dieser Zeit vollständig vernachlässigte zentrale Nervensystem mit in die Gruppierung der Konstitutionen einbezogen. Die Vernachlässigung des zentralen Nervensystems hatte den ganz einfachen Grund darin, dass wir in der Regel nicht in der Lage sind, aus der anatomischen Gehirnbeurteilung auf die Leistungsfähigkeit des Gehirns zu schliessen. In der Beurteilung des Zentralnervensystems ist die klinische Prüfung von Intellekt und Affekt der anatomischen weit überlegen, so dass man immer gezwungen sein wird, morphologische und funktionelle Kriterien in der Konstitutionsbeurteilung zu vereinigen.

KRETSCHMER unterscheidet drei Typen der Normalmenschen: *den leptosom-asthenischen, den pyknischen und den athletischen Typus.* Diesen Normalformen stellt er die *dysplastische Konstitution*, in welcher die Körperform ausserhalb der Norm liegt, gegenüber. Dahin gehören z. B. der eunuchoide Hochwuchs, der polyglanduläre Fettwuchs, der Unterentwickelte und Infantile.

Der *leptosom-asthenische Typus* ist charakterisiert durch geringes Dickenwachstum bei durchschnittlich unvermindertem Längenwachstum. Die geringe Breitenentwicklung geht durch alle Körperteile, Gesicht, Hals, Rumpf, Extremitäten. Die Kopfform zeigt ein Winkelprofil (Langnasenprofil) und verkürzte Eiform. Die Leptosomen entsprechen

den mageren, schmal aufgeschossenen Menschen mit schmalen Schultern, muskeldünnen Armen, knochenschlanken Händen, langem, schmalen, flachem Brustkorb, an dem alle Rippen hervortreten. Der Bauch ist dünn, fettlos, der Brustumfang bleibt gegenüber dem Hüftumfang zurück, ebenso das Körpergewicht gegenüber der Körperlänge. Dabei beruht diese Untergewichtigkeit nicht auf Unterernährung, sondern ist endogen bedingt. Es gibt sehr gefräßige Leptosomen, die «ewig» schlank sind. Psychisch sind die Leptosomen infolge des mangelnden Zusammenspiels von Affekt und Intellekt, von Gefühl und Geist, bald hyperästhetisch, überempfindlich oder kühl, affektlahm, pathetisch, kalt, stumpf oder zerfahren. Wir bezeichnen diese Temperamentslage als schizothym.

Der *athletische Typus* ist gekennzeichnet durch die starke Entwicklung der Muskulatur. Es sind hochgewachsene Männer mit steilen, eiförmigen oder derben Hochköpfen, breit ausladenden Schultern und stattlichem Brustkorb. Das Knochenrelief tritt besonders in der Gesichtsbildung, an Füßen und Händen in Erscheinung, das Muskelrelief an Gliedern und Schultergürtel. Die Körpergrösse liegt im Mittel etwas über dem Durchschnitt. Psychisch sind sie phlegmatisch, viskös und neigen in bezug auf Temperament dem schizothymen Biotypus zu.

Der *pyknische Typus* ist gekennzeichnet durch die starke Breitenentwicklung und die Neigung zum Fettansatz am Stamm, bei mehr graziler Ausbildung des Bewegungsapparates. Es sind mittelgrosse, gedrungene Figuren mit rundlichem oder flachem Fünfeck-Kopf auf kurzem, breitem Hals, tief gewölbtem Brustkorb und stattlichem Fettbauch. Das Gewicht ist entsprechend dem Fettansatz ziemlich hoch. Im Temperament steht das Affektive im Vordergrund mit allen Variationen vom geschwätzig-heiteren, ruhigen Humoristen, stillen Gemütsmenschen, bequemen Geniesser, tatkräftigen Praktiker, mitfühlenden Weinerlichen bis zum ausgesprochenen manisch-depressiven Irresein. Wir bezeichnen diese Temperamentslage als zylothym und in ihren ausgeglichenen Mittelschichten als synton.

Als Gesamtergebnis lassen sich nach KRETSCHMER zwischen den verschiedenen Konstitutionstypen und den Temperamenten folgende Zusammenhänge nachweisen :

1. Zwischen der seelischen Anlage des Manisch-depressiven und dem pyknischen Körperbautypus besteht eine deutliche biologische Affinität.
2. Zwischen der seelischen Anlage des Schizophrenen und dem Körperbautypus der Leptosomen, Athletiker und gewisser Dysplastiker besteht eine deutliche biologische Affinität.
3. Umgekehrt besteht nur geringe Affinität zwischen Schizophrenen und Pyknischen einerseits, zwischen zirkular und leptosom-athletisch-dysplastisch anderseits.

Die neuere Forschung ist nun damit beschäftigt, gewisse Korrelationen zwischen diesen *Körperbautypen und Krankheiten der inneren Organe* nachzuweisen und statistisch zu sichern. Nach KRETSCHMER kann das Bestehen folgender Korrelationen als gesichert gelten :

1. Der *leptosome Habitus* disponiert zu *Lungentuberkulose und Magengeschwür*, dagegen sind seine Beziehungen zum chronischen Rheumatismus (jedenfalls zur Arthritis deformans) negativ.
2. Der *pyknische Habitus* besitzt besondere Anfälligkeit zu « chronischem Rheumatismus » (genauer gesagt zur Arthritis deformans), zu *Arteriosklerose, Gallensteinen und Diabetes*, dagegen relativ geringe Disposition zu Magengeschwür.

Obwohl wir wissen, dass fast jede Erkrankung Beziehungen zur Körperversfassung hat, *lassen sich doch bei verhältnismässig wenigen Krankheiten konstante Korrelationen zu einem bestimmten Konstitutionstypus nachweisen*. Dabei ist allerdings zuzugeben, dass es sich um quantitativ recht häufige Leiden handelt. Offenbar treffen die von KRETSCHMER aufgestellten Konstitutionstypen in bezug auf innere Krankheiten doch *nicht die wesentlichen, entscheidenden Merkmale*, und wir sind gezwungen, neue Wege zu suchen, um die Konstitution und ihre prospektive Potenz in bezug auf bestimmte Krankheiten und Krankheitsgruppen erfassen zu können. Dazu kommt, dass die von KRETSCHMER als gesichert angesprochenen Korrelationen einer strengen Kritik nicht restlos standhalten. Stützt man sich auf eine klinisch saubere Unterscheidung von *Arthronosis deformans* als vorwiegend *degenerativem Gelenkleiden* und *Arthritis deformans* als vorwiegend *entzündlichem Gelenkleiden*, so zeigt es sich, dass der Leptosome doch sehr zur primär chronischen Arthritis deformans (*skolio-poetica*) disponiert ist, während der fette Pykniker, wie das KRETSCHMER richtig bemerkt, zur Arthronosis deformans veranlagt ist. Jedem von uns ist ferner bekannt, dass Schmalbrüstige (*Leptosome*) als tuberkulosegefährdet bezeichnet werden. Diese Feststellung ist nur sehr bedingt richtig und erschöpft das Problem Konstitution und Tuberkulose keinesfalls, wobei nur nebenbei erwähnt werden soll, dass die Schmalbrüstigkeit auch Folge und nicht unbedingt Ursache der tuberkulösen Erkrankung zu sein



braucht. Die Zwillingsforschung über die erbliche Disposition zur Tbc.-Erkrankung hat ferner den Nachweis erbracht, *dass die differente Abwehrbereitschaft gegenüber der Tbc. zweifellos in der Erbmasse und damit auch in der Konstitution verankert ist, dass die Verkettung aber auf keinen Fall an diese leptosome Konstitution gebunden ist* (DIEHL und VERSCHUER). Wir sind heute noch nicht in der Lage, die Erkrankungsbereitschaft gegenüber Tbc. aus der Körperform zu erschliessen. Nur die Erkrankung an Tbc. selbst liefert den Beweis, dass die Krankheitsbereitschaft im Individuum immanent vorhanden gewesen sein muss. Erst der *Längsschnitt durch die Lebenskurve* lässt uns retrospektiv die *Bedeutung der Konstitution in bezug auf Krankheitslenkung* vollständig erkennen. Besonders beweisend sind in *Familien gehäuft auftretende Krankheiten und übereinstimmende Krankheitsabläufe bei erbgleichen Zwillingen*, ganz gleichgültig, ob sie dem pyknischen, leptosomen, athletischen oder dysplastischen Formenkreis angehören. Alle diese Beobachtungen zeigen, dass *morphologisch nicht fassbare Krankheitsbereitschaften konstitutionell gebunden bestehen, die nur durch die Krankheit selbst zur Manifestation und damit zu unserer Erkenntnis gelangen*. Einige Beispiele aus dem Gebiete der infektiösen Erkrankungen sollen dies belegen :

Zwei Schwestern, erbgleiche Zwillinge, die einer Rheumasippe angehören und erst mit 40 bzw. 43 Jahren an Gelenkrheumatismus erkranken, heiraten beide in jungen Jahren, und jede von ihnen bekommt in der Ehe 7 Kinder. In der Familie des einen Mannes liegt Gelenkrheumatismus vor; seine Mutter war als Rheuma-Invalide gestorben. In der Familie des anderen Mannes ist dagegen kein einziger Fall von Gelenkrheumatismus und Herzklappenfehler bekannt. Unter den 7 Kindern der ersten Geschwisterreihe, die alle das Erwachsenenalter erreichen, erkranken 6 mit rheumatischen Krankheitsbildern, ebenso ein 8jähriges Enkelkind. Unter den 7 Kindern der zweiten Geschwisterreihe, von denen 6 das Erwachsenenalter erreichen, findet man keinen einzigen Fall von Rheuma, ebensowenig bei den Enkelkindern. Die beiden Geschwisterreihen zeigen ausgeprägte Unterschiede im Befallensein mit rheumatischen Erkrankungen, was mit größter Wahrscheinlichkeit auf die Erbmasse der Väter zurückzuführen ist (Beobachtung EDSTRÖM).

*Die Vererbung erschöpft sich nicht in der Formgebung, sondern bestimmt weitgehend auch die animalischen und vegetativen*

Funktionen der Filialgeneration. Wir dürfen diese Vererbung der Funktion gegenüber der Vererbung der Form nicht vernachlässigen, nur weil sie schwerer erfassbar ist.

Ein weiteres, aufschlussreiches, einschlägiges Beispiel ist die *familiäre Häufung von Blinddarmentzündung* in einer Sippentafel von BALOGH. Von der vierköpfigen Elterngeneration erkrankten zwei an Blinddarmentzündung, von der 22köpfigen Filialgeneration 8, und zwar nur aus Geschwisterreihen, in denen die Eltern schon eine Blinddarmentzündung durchgemacht hatten.

Wir sind also auch hier wieder gezwungen, eine *familiäre und erblich gebundene Krankheitsbereitschaft anzunehmen*, die nicht in der Form an sich begründet ist und die ausschliesslich in der Häufung der Erkrankung selbst zur Manifestation kommt.

Wohlbekannt sind *familiäre Häufungen gleicher Herz- und Gefässschäden*. Ich erinnere an zwei Stammbäume von GRUBER und BOISSEVAIN, wo sich die Herzkranzschlagaderverkalkung klinisch in Form von Anfällen von Angina pectoris, anatomisch in Form einer Coronarsklerose über zwei bzw. vier Generationen verfolgen lässt, ohne dass die Gefässerkrankung mit einem besonderen Körperbautypus, im besonderen dem pyknischen Habitus, verbunden gewesen wäre. Besonders interessante Beobachtungen aus jüngster Zeit verdanken wir KARTAGENER, wie das Vorkommen von Coronarthrombose bei Mutter und Sohn, mit bis in alle Einzelheiten sich deckenden Veränderungen im elektrischen Erregungsablauf des Herzens, was auf eine vollkommene Übereinstimmung der Lokalisation des anatomischen Schadens schliessen lässt (M-förmige Aufsplitterung der Initialschwankung bei Vorderwandinfarkt). Wegen der Seltenheit noch auffallender ist vielleicht die zweite Beobachtung einer *Insuffizienz der Hauptschlagaderklappen* auf arteriosklerotischer Grundlage bei zwei Brüdern im 65. und 61. Lebensjahr. Die endogene Verankerung des Krankheitsgeschehens zeigt sich darin, dass beide Brüder gleichzeitig an Nieren- bzw. Blasensteinen leiden. In die Gruppe dieser Beobachtungen gehört auch die *Ruptur der Hauptschlagader* bei zwei Brüdern im Alter von 38 und 45 Jahren, die wir v. MEYENBURG verdanken. Beide Brüder hatten verschiedene Berufe und lebten vollständig getrennt. Grundlage der Gefässruptur waren infektiös-toxische Nekrosen der mittleren Schicht der Hauptschlagader. Offenbar bestand bei beiden Brüdern eine familiär gebundene Bereitschaft der Hauptschlagader-Mittelschicht für das Angehen infektiös-toxischer Schädigungen, ohne dass diese Bereitschaft durch anatomische Besonderheiten hätte erkannt werden können und ohne dass der Habitus der Brüder auf eine innerlich so gleichartige Krankheitsbereitschaft hingewiesen hätte. Erst die tödliche Ruptur der Hauptschlagader deckte das gleichartige Krankheitsgeschehen auf.

Vielleicht noch überraschender ist die konstitutionelle Beeinflussung des Krankheitsgeschehens bei gewissen *Tuberkuloseformen*, wobei das Gemeinsame aller dieser Beobachtungen darin liegt, dass es nicht die Organform, nicht ein bestimmtes Lebensalter, nicht eine bestimmte Körperform ist, welche den besonderen Krankheitsablauf bestimmt, sondern nur die *erblich gebundene Krankheitsbereitschaft*, die wir mit keinen morphologischen Untersuchungsmethoden erfassen können und die sich nur darin zu erkennen gibt, dass ein ganz bestimmtes Organ bei der Infektion mit Tuberkelbazillen erkrankt. Dabei handelt es sich nicht etwa um Zufallstreffer, sondern um einen vom Organismus *planmässig gelenkten Infektionsablauf*.

Als solches Beispiel zeige ich Ihnen die *Fersenknochen-Tbc. bei erbgleichen Zwillingen*. Beide Brüder erkrankten in Abständen von zwei Jahren an einer Tbc. des Fersenknochens. Bei beiden Zwillingen nimmt die Tbc. den genau gleichen Verlauf. SCHRÖDER beschreibt einseitige Nierentbc. bei erbgleichen, äusserlich sehr ähnlichen, pyknischen Zwillingen. Nur das Ausmass der tuberkulösen Nierenzerstörung ist verschieden, nicht aber die Form und der Ausgang vom unteren Nierenpol.

Als letztes Beispiel zeige ich Ihnen die Thoraxröntgenbilder von zwei erbgleichen Brüdern, die beide an Lungentbc. erkrankten, der eine mit, der andere ohne Caverne. Bei beiden nimmt die Tbc. den gleich gutartigen Verlauf. Bei beiden ist die Lokalisation übereinstimmend rechtes Lungenober- und -mittelfeld, linkes Spitzenfeld. Anlagemässig in der Konstitution begründet ist die Krankheitsbereitschaft zur Tbc., die Abwehrleistung gegenüber der Tbc. und die Lokalisation. Die Bedeutung der Konstitution im Tuberkuloseablauf, der ebenfalls nur durch die Organerkrankung und nicht durch die Form aufgedeckt wird, zeigen auch die sog. *Halbseiten-Tbc.*, d. h. auf dem Blutwege sich ausbreitende Tuberkulosen, die nur seitengleiche Organe, nicht aber symmetrische Organe befallen. Worin diese Halbseiten-Krankheitsbereitschaft begründet ist, kann ich Ihnen nicht sagen, sicher in der Konstitution und nicht in der Organform.

Die *planmässige Beherrschung des tuberkulösen Infekts* zeigen auch neueste Versuche von DIEHL, dem es gelungen ist, Kaninchenstämme zu züchten, bei denen sich auf dem *Blutwege* in den Körper eingebrachte Tbc.-Bazillen ausschliesslich in den Lungen ansiedeln und zu einer fortschreitenden Lungentbc. führen, während in anderen Stämmen die Tbc.-Bazillen ausschliesslich in den extrapulmonalen Organen haften, insbesondere im Zentralnervensystem, bei fast vollständiger Schonung der Lungen. Es hat hier also eine

*Lenkung des Infektionsablaufes* stattgefunden bei grundsätzlich mechanisch durchaus übereinstimmenden Ausgangssituationen.

Aus allen diesen Beispielen geht die überragende Bedeutung der Konstitution für den Ablauf der Infektion hervor. Sie ist entscheidend :

1. für die Krankheitsbereitschaft an sich,
2. für die Lokalisation der Erkrankung,
3. für das Zeitmass der Erkrankung,
4. für den Ausgang der Erkrankung.

*d) Die Krankheit als Mass der Konstitution.*

Im Prinzip gehört die *Krankheit als Mass der Konstitution in den Rahmen des funktionellen Konstitutionsbegriffes*. Sie gibt dem Organismus Gelegenheit zu Höchst-, Sonder- und zu *neuen Leistungen*, die im normalen Arbeitsprogramm nicht vorgesehen sind. Es ist sowohl eine Prüfung auf Dauerleistung, Spitzenleistung und Vielseitigkeit. Das persönlich Unangenehme dieser Konstitutionsprüfung liegt darin, dass wir keine einfacheren und weniger lebensgefährdenden Tests zur Verfügung haben. So können wir die Erkrankungsbereitschaft gegenüber Tbc. nur durch Infektion mit virulenten Tbc.-Bazillen prüfen. Es wäre natürlich von ausserordentlichem Vorteil, wenn die gleiche Prüfung mit nicht krankmachenden Tbc.-Bazillenstämmen ausgeführt werden könnte. Die Krankheit als Mass der Konstitution hat ferner den Nachteil, dass das Urteil erst nach Überstehen einer Krankheit oder nach Abschluss des Lebens auf Grund eines *Lebenslängsschnittes* gestellt werden kann. Es ist aber wichtig, dass wir diese Krankheitsbereitschaft schon *voraussehen*, aus einem *Querschnitt der Lebenskurve* erkennen und entsprechende Vorsichtsmassnahmen ergreifen. *Die Erkrankung ist wohl ein Mass der Konstitution, aber kein Maßstab für die Konstitution.*

Wir sind daher gezwungen, nach anderen *Hilfslösungen* zu suchen, um die Krankheitserwartung zu bestimmen. Wir wissen aus statistischen Erfahrungen, dass gewisse Krankheiten selten kombiniert, andere mit einer gewissen Gesetzmässigkeit zeitlich nebeneinander oder nacheinander vorkommen. PFAUNDLER *hat für die gesetzmässige Korrelation von zwei und mehr Krankheiten den Ausdruck der Syntropie geprägt*. Dabei soll nichts über das gegenseitige Verhältnis der beiden Krankheiten ausgesagt werden, son-

dern lediglich die rechnerisch ermittelte Tatsache einer Gesetzmässigkeit ihres Zusammentreffens. Als für Schaffhausen besonders wichtiges Beispiel verweise ich auf die Staublunge der Sandstrahler (SCHMID). Wir wissen, dass eine mit Quarz stark verunreinigte Lunge ein ausserordentlich gutes Terrain für eine zusätzliche Tbc. ergibt, so dass ungefähr  $\frac{1}{2}$  aller Arbeiter mit schwerer Staublunge im Laufe der Zeit an Tbc. erkranken. Diese Bereitschaft ist erworben, irreversibel und anatomisch fassbar. Durch die Einlagerung von Quarz wird aber nicht nur eine Tbc.-Disposition in den Stauborganen geschaffen, wie Lungen- und Lymphknoten, sondern eine *Tbc.-Disposition des ganzen Organismus*, eine Erkrankungsbereitschaft zur Tbc. aller Organe, gleichgültig, ob verstaubt oder nicht. Das grundsätzlich Wichtige in der Syntropie liegt darin, dass wir aus der ersten Krankheit mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit das Hinzutreten einer zweiten Krankheit voraussagen können. Dieses Eintreten der zweiten Krankheit bestimmt sich nach dem *Syntropie-Koeffizienten*, d. h. nach der statistischen Häufung beider Krankheiten. Durch die Syntropie sind wir in der Lage, in besonders gelagerten Fällen, wie z. B. der Staublunge, weitere Krankheitsbereitschaften, im speziellen Fall eine Tbc., mit grosser Wahrscheinlichkeit vorauszusagen. Die heutige Forschung ist bemüht, möglichst viele Syntropien kennen zu lernen und die Koeffizienten an einem möglichst grossen statistischen Material sicherzustellen. Es ist nicht erstaunlich, dass gerade wir Pathologen vielleicht die Syntropien besonders hoch einschätzen, da diese nach den Sektionsbefunden viel häufiger sind, als die klinische Diagnostik vermuten lässt, welche von jeher geneigt war, alle Krankheitserscheinungen wenn immer möglich auf eine einzige Krankheitsursache zurückzuführen und nur in Not die Diagnose auf zwei getrennte Krankheiten stellt.

Eine bekannte Syntropie ist die Vergesellschaftung von *Magengeschwüren und Herzgefässverkalkung*. Wahrscheinlich bestehen zwischen diesen zwei Krankheiten engere genetische Beziehungen. Hier interessiert uns lediglich die Häufigkeit ihres Zusammentreffens, welche sich auf Grund meines St. Galler Materials aus den letzten drei Jahren folgendermassen gestaltet: Von 70 Kranken mit *Ulcus ventriculi* hatten 22 Coronarsklerose. Diese ist bei Männern wesentlich häufiger als bei Frauen. Auf 50 Män-



ner entfallen 18 mit Coronarsklerose, auf 20 Frauen nur vier. Der Syntropie-Koeffizient ist bei Männern also wesentlich höher als bei Frauen (40 % : 20 %), wobei die Syntropie mit steigendem Alter rasch zunimmt.

Lebensalter	Männer		Frauen	
	Ulcus ventr.	Coronar-sklerose	Ulcus ventr.	Coronar-sklerose
20—30	1	—	—	—
30—40	5	1	—	—
40—50	7	—	2	1
50—60	14	3	2	—
60—70	10	4	9	1
70—80	10	8	6	1
80—90	3	2	1	1
Total	50	18	20	4

In den gleichen Rahmen gehört auch die *Kombination von Zuckerharnruhr und Tuberkulose*, wobei früher die Meinung bestand, dass fast jeder Zuckerkrankte an einer Zusatztuberkulose sterbe. Nach GRIESINGER und FRERICHs hatte in der Mitte des letzten Jahrhunderts jeder zweite Diabetiker eine Tuberkulose. In der Nachkriegszeit ist die Tuberkuloseanfälligkeit dank einer besseren Behandlung der Grundkrankheit auf 25 % gesunken; heute stehen wir auf 7 %, indem der Zuckerkrankte dank der Behandlung mit Ersatzstoffen des Inselapparates des Pankreas eine Stoffwechsellage erhält, die von der Norm kaum mehr abweicht.

An weiteren Syntropien nenne ich Ihnen das Zusammentreffen von kongenitaler Pulmonalstenose mit Lungentbc., von erworbenen Herzklappenfehlern oder angeborenen Herzfehlern mit Endocarditis lenta. (Endocarditis lenta bei offenem Ductus Botalli.)

Für die Konstitutionsbeurteilung ebenso aufschlussreich und bedeutungsvoll ist die *Seltenheit der Kombination gewisser Krankheiten*. PFAUNDLER bezeichnet dieses Verhalten als *Dystropie*. Die historisch bekannteste Dystropie ist die von ROKITANSKI aufgestellte These der *gegenseitigen Ausschliesung von Tuberkulose und Krebs*, eine Ansicht, die heute nicht mehr aufrechterhalten werden

kann. Aber es gibt zweifellos gewisse Krankheiten, die wir äusserst selten miteinander vergesellschaftet sehen, so z. B. Gelenkrheumatismus und Krebs, Morbus Basedow und Tuberkulose. Wir können das Syntropie- und Dystropieproblem in bezug auf die Konstitutionsbeurteilung noch ausweiten, indem wir nicht nur Krankheiten mit morphologischen Organveränderungen miteinander in Beziehung setzen, sondern auch besondere krankhafte Organleistungen und morphologische Krankheiten auf ihren Syn- und Dystropismus prüfen. So ergibt die Prüfung des konstitutionell gesteigerten Blutdrucks, des sog. roten Hochdrucks oder der essentiellen Hypertonie, in bezug auf Neigung zur Erkrankung an Lungentuberkulose an 131 Fällen die Tatsache, dass *konstitutionell gesteigerter Hochdruck und letale Lungentuberkulose sich auszuschliessen scheinen*. Unter diesen 131 Todesfällen fand sich nie eine letale und nur in 2 % latent-aktive Tuberkulose, während im übrigen Sektionsgut gleichzeitig 11 % letale und 17 % latent-aktive Tuberkulosen nachgewiesen werden konnten.

Das Besondere dieser Betrachtung liegt darin, dass wir sowohl aus der Syntropie und Dystropie von Krankheiten und krankhaften Funktionen auf Grund der *Syntropie- und Dystropie-Koeffizienten ein gewisses Urteil über die Krankheitsanfälligkeit zu fällen imstande sind*. Es wird die Aufgabe der künftigen Konstitutionsforschung sein, möglichst viele Syn- und Dystropien aufzudecken und statistisch zu sichern, während die rein morphologische Konstitutionsforschung zurzeit wohl einen gewissen Abschluss erreicht hat.

Die Konstitutionsforschung der *Veterinärwissenschaft* hat von Anfang an gewisse *Sonderwege* verfolgt, die vielleicht auch einmal für uns Menschen, insbesondere in totalitär gelenkten Staaten, richtunggebend sein dürften. *Zielbewusste Konstitutionsbeurteilung in Verbindung mit einer geschickten Selektion, ausschliesslich abgestellt auf die Bedürfnisse des Menschen, sind ihre wesentlichen Züge*. Entscheidend sind Nutzeffekt und Einsatzort. Als Grundtypen werden, in Anlehnung an SIGAUD, CHAILLOU und MAC AULIFFE ein *Typus digestivus* und ein *Typus respiratorius* unterschieden, wobei im wesentlichen auf die Leistung des erwachsenen Tieres abgestellt wird. Die Leistungsform ist der Grundform untergeordnet. An Leistungstypen wird unterschieden ein Renntypus, Zugtypus, Milchtypus, Masttypus (DÜRST).

Der *respiratorische Typus* ist gekennzeichnet durch den auffallend langen Brustkorb mit nach hinten fliehenden Rippen, wodurch ein grosser Lungenraum geschaffen wird. Dem Lungentypus zugerechnet sind das Schnelleistungspferd und der Windhund, mit leichtem Kopf und langem Hals. Ebenso gehört die Milchkuh in diese Gruppe, wobei die Spezialbeanspruchung eines leistungsfähigen Verdauungsapparates modifizierend auf den reinen Typus eingewirkt hat im Sinne einer starken Unterkiefer- und Magendarm-Entwicklung.

Der *Typus digestivus* ist durch einen breiten, kurzen, tiefen Brustkorb mit senkrecht abgehenden Rippen gekennzeichnet, mit starker Neigung zu Fettansatz.

Die Habitusmerkmale sind nur fakultativ zuverlässig für die Vorhersage physiologischer Leistungen und des inneren Organbaues, da auch der Leistung selbst eine formative Wirkung zukommt. Eine Reihe körperlicher Merkmale sind daher nicht als primäre Konstitutionsmerkmale, sondern als Verbrauchssymptome zu werten. Diese leiten über zu der Leistungsdegeneration in dem Sinne, dass z. B. die Höchstleistung in der Milchproduktion in der Regel mit einer Abnahme der Fruchtbarkeit, Reduktion der Widerstandskraft gegenüber Infektionskrankheiten und Mineralstoffmangel verbunden ist. Dadurch werden der Selektion gewisse Grenzen gesetzt. Die Unzuverlässigkeit der Habitusmerkmale und die Verbrauchssymptome haben schliesslich dazu geführt, dass vorwiegend die Leistung als Maßstab für die Viehbeurteilung eingeführt worden ist. *Der morphologische Habitus wird zugunsten des Leistungstypus, der Komplexion verlassen* (ZWICKY).

Die *positive Komplexion* bei der *Milchkuh* ist nach ZWICKY folgendermassen zu formulieren: Hohe Milchleistung über mehrere Jahre hindurch bei ungestörter Fruchtbarkeit und fortschreitend bestehender Gesundheit und Widerstandskraft gegenüber Infektionskrankheiten, im Familienkreis sich wiederholend. Von Formen ist nicht mehr die Rede. Die komplektorische Beurteilung der Kühe findet ihren Niederschlag in den schweiz. Zuchtbuchhaltungen.

Als Ausdruck einer *negativen Konstitution* sind zu werten: Geringes Akklimatisationsvermögen, darin inbegriffen Empfindlichkeit gegenüber Temperaturschwankungen und Extremen, Empfindlichkeit gegenüber Futterumstellung, Futterzusammensetzung und Qualität, Widerstandsschwäche gegenüber Mineralstoffmangel, Vitamin-Unterangebot, Gifte, subnormale Entwicklungsfreudigkeit, vorzeitiges Altern.

Es sind dies alles Kriterien, die auch für die komplektorische Beurteilung des Menschen Bedeutung haben. Was wir bei der Beurteilung der Haustiere vollständig vermissen, ist der Miteinbezug geistiger Leistungen, eine Beurteilung von Intellekt und Affekt, und es ist gerade dieser Verzicht auf die Beurteilung des zentralen Nervensystems, welcher die Konstitutionsforschung der Haustiere von der des Menschen sondert. Psychische Vorgänge haben hier nur die Bedeutung von Störfaktoren.

Etwas andere Kriterien gelten für die komplektorische Beurteilung der Wildtiere, welche sich derjenigen des Menschen nähert. *Entscheidend ist die Behauptung im Daseinskampf.* Von Bedeutung sind Nahrungsgewinnung, Feindabwehr im Angriff und in der Verteidigung, Klimaanpassung. So ist die Wasserratte der Hausratte überall überlegen, da sie besser taucht, schwimmt und zäher ist. Die Hausratte muss der Wanderratte weichen. Ebenso ist die Waldmaus der Hausmaus überlegen. JOHANN VON FISCHER hat Haus- und Waldmäuse im Verhältnis von 4 : 1 zusammen-gesperrt. Erstere wurden im Verlauf von 8 Tagen von den Waldmäusen aufgerieben. Die Wundheilung ist bei Wildtieren oft wesentlich grösser als bei Haustieren. ZEDWITZ fand bei einem 14—15jährigen Gemsbock Narben von sieben Durchschüssen, davon je zwei Durchschüsse durch Lungen und Eingeweide. Ein Stalltier hätte diese Verletzungen kaum überlebt. Vielleicht werden diese komplektorischen Kriterien zur Beurteilung der Wildtiere auch einmal für den Menschen von Bedeutung sein.

Zum Schluss ist noch die Frage zu beantworten, welches die *nächsten Aufgaben der Konstitutionsforschung* sein werden und *welche Konsequenzen wir aus den bisherigen Ergebnissen der Konstitutionsforschung zu ziehen gewillt sind.*

Die *nächsten Aufgaben* liegen in einer weiteren Ausgestaltung der Typenlehre KRETSCHMERS, insbesondere der Beziehungen der verschiedenen Typen zu den Krankheiten der inneren Organe, in einem Ausbau der funktionellen Erforschung der Organleistungen, in einer Abklärung der erblichen Anteile an den Konstitutionsgrundlagen.

Zurzeit wohl spannender sind die *Konsequenzen*, die wir aus den Ergebnissen der Konstitutionsforschung zu ziehen gewillt sind. Was eine zielbewusste Selektion mit ausschliesslicher Berücksichtigung komplektorischer Gesichtspunkte erreichen kann, zeigt

uns die Domestikation. Fortschreitende Spezialisierung, verbunden mit einseitigen Höchstleistungen, ist aber zwangsläufig mit einer *grösseren Krankheitsbereitschaft und Umweltabhängigkeit* gekoppelt. Diese Entwicklung einer fortschreitenden Differenzierung zur Erzielung von Spitzenleistungen auf psychischem und körperlichem Gebiet ist auch bei den Menschen zu beobachten. *Immer mehr bestimmt auch die Komplexion den Arbeitseinsatz, dadurch die Verdienstmöglichkeit und die Erhaltung der Familie.* Nur ist die Selektion nicht so zielbewusst, das Tempo langsamer. Den allgemeinen Entwicklungsgang können wir nicht ändern. Dass trotz der gesteigerten Umweltabhängigkeit gleichzeitig eine Steigerung der Lebensdauer erzielt worden ist, verdanken wir ausschliesslich den Fortschritten der medizinischen Forschung. Es ist aber wohl an der Zeit, dass wir *neben der Hochzüchtung von Leistungsformen die Erhaltung positiver Konstitutionsmerkmale, wie Temperaturunabhängigkeit, Akklimatisationsvermögen, Unabhängigkeit von Qualität und Quantität der Nahrung, Widerstandsfähigkeit gegen Gifte und Infektionskrankheiten nicht vernachlässigen.* Erhaltung und Förderung der in der Konstitution liegenden *Umweltunabhängigkeit* ist ebenso wichtig wie die Förderung konstitutionell verankerter Spezialleistungen, nicht dass auch wir als Hausmäuse von den Feldmäusen aufgerieben werden.



# Symbiose und Krankheit bei den Pflanzen

Von

Prof. Dr. OTTO JAAG, Zürich

Im Jahre 1867 stellte SIMON SCHWENDENER die aufsehererregende Behauptung auf, dass die Flechten (Lichenes) nicht einen Formenkreis einheitlicher Pflanzen darstellen, sondern dass jeder Flechtenkörper als ein Doppelwesen aufzufassen sei, zusammengesetzt aus zahlreichen Zellen einer Alge und einem Pilz, die beide in inniger Gemeinschaft zusammenleben.

Seither gelang sowohl die pilzfreie Kultur vieler Flechtenalgen als auch die algenfreie Kultur zahlreicher Flechtenpilze; Schritt für Schritt vervollkommneten sich bis in die neueste Zeit hinein die Versuche, durch künstliche Vereinigung von Algen und Pilzen Flechtenkörper zu erlangen, und wenn bisher diesen Versuchen auch noch nicht ein voller Erfolg beschieden war, so dürfen wir doch nicht mehr weit davon entfernt sein, in vitro Flechten synthetisch aufbauen zu können, die nach Aussehen und innerem Aufbau den in der Natur gewachsenen Formen vergleichbar sind. Jedenfalls kann heute die Doppelnatur der Flechten als bewiesen betrachtet werden.

In welchem Verhältnis stehen die beiden Partner zueinander? In dieser Frage gehen die Meinungen weit auseinander. Zahlreiche Theorien, die alle auf bestimmte Erscheinungen im Flechtenleben gegründet sind, stehen sich zum Teil diametral gegenüber. Im Vorliegenden soll der Versuch gemacht werden, sie alle auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen.

Am verbreitetsten ist zurzeit die Ansicht, dass in der Flechtengemeinschaft die beiden Partner in einem harmonischen Verhältnis zusammenleben, dass jeder dem andern das gebe, was dieser brauche und dass durch diese mutualistische Symbiose eine physiologische Einheit entstehe, dank deren das Doppelwesen im Kampf

ums Leben erfolgreicher sei als jeder der beiden Partner für sich allein. Diese Auffassung wird durch folgende Tatsachen gestützt : Der Pilz, der in seinem dichten Hyphengeflecht Wasser und, darin gelöst, Mineralstoffe mit starken Kräften zurückhält, liefert der Alge einen Teil der Bausteine, aus denen sie Kohlehydrate, Eiweiss usw. aufzubauen vermag, die nicht nur sie allein, sondern auch den Pilz ernähren. Im weiteren ist auf einen bisher völlig unberücksichtigt gebliebenen, für die Flechtenbildung aber ausschlaggebenden Faktor, den wirksamen Lichtschutz, hinzuweisen, den die Algen im Pilzgeflecht geniessen. Ohne diesen Schutz wären aerophile Grünalgen, die fast ohne Ausnahme Schattenformen sind und unter direkter Besonnung rasch zugrunde gehen, nicht fähig, an den Wuchsorten der Flechten zu gedeihen. Dank ihm aber erlangen die Flechten neue Fähigkeiten, die ihnen erlauben, die unwirtlichsten Standorte, die auf unserm Planeten vorkommen, zu besiedeln.

Dieser Auffassung einer mutualistischen Symbiose stehen hauptsächlich zwei weitere Theorien gegenüber, die beide in der Flechtengemeinschaft nicht eine mutualistische, sondern eine antagonistische Symbiose sehen wollen. Nach der einen dieser Auffassungen muss der Flechtenpilz als der Parasit der Alge betrachtet werden, während nach der zweiten in umgekehrter Weise der Pilz der gebende, die Alge der nehmende Teil ist, dass also, so paradox dies klingen mag, die grüne, autotrophe Alge als der Parasit des chlorophyllfreien, heterotrophen Pilzes zu betrachten wäre.

Für die erstere dieser Auffassungen spricht die Tatsache, dass in Flechten auf nacktem Gestein der Pilz gar keine andere Möglichkeit hat, als mittels Appressorien und Haustorien seine Nahrung vollständig aus den Assimilationsprodukten der Alge zu ziehen. Nekrotische Zonen, Haufen abgetöteter Algen im Flechtenthallus deuten ebenfalls auf einen Parasitismus des Pilzes auf den Algen hin. Die auffallende Erscheinung, dass Algenzellen, die vom Pilz befallen werden, lebenskräftiger aussehen, sich rascher teilen und mitunter ein Mehrfaches ihrer natürlichen Grösse erreichen können, wird zu erklären versucht durch die Annahme eines Abhängigkeitsverhältnisses, in dem (dem Helotismus der Römer vergleichbar) die Alge vom Pilz « gut gehalten » werde, um von ihm um so besser ausgenützt werden zu können.

Die nach der andern Seite hin extreme Auffassung eines Parasitismus der Alge auf dem Pilz fusst auf der Tatsache, dass Flech-

tenalgen in rein mineralischen Nährlösungen nur mit Mühe zur Entwicklung zu bringen sind, während eine Zugabe von Zucker, Aminosäuren, Pepton usw. ihr üppiges Wachstum zur Folge hat. Es wird dabei angenommen, dass der Pilz die Alge mit diesen Stoffen, die er selbst zum grössten Teil aus dem Substrat ziehe, versorge.

Allen diesen Theorien haftet viel anthropozentrische Betrachtungsweise, viel Spekulation an, und unsere Aufgabe besteht nun darin, die Erscheinungen, auf denen sie basieren, kritisch zu prüfen, durch neue Beobachtungen zu vertiefen und zu versuchen, die Flechtengemeinschaft biologisch besser zu fassen. Dabei müssen wir weniger vom fertig ausgebildeten Flechtenkörper als vielmehr von den ersten Anfängen der Lichenisation ausgehen.

Flechten können auf sozusagen jedem festen Substrat entstehen, vorausgesetzt, dass der Wuchsort unter verhältnismässig starker Belichtung stehe. Je reicher der Lichtgenuss, um so vollkommener und typischer ist der Flechtenkörper ausgebildet. An lichtschwachen Stellen dagegen kommen Flechten nicht zur Entwicklung, oder sie bleiben auf der Stufe der Halbflechten, pulverig-staubiger « *Lepraria* »-Formen, stehen. Dies sind aber nicht lichtscheue Organismen, wie vielfach angenommen wird; im Gegenteil, sie wuchsen nur deshalb nicht zu fertigen Flechten heran, weil ihnen das Licht fehlte. In Parkanlagen, Friedhöfen usw. unserer Städte und Dörfer finden wir meist die dem Lichte zugekehrte Seite von Bäumen und Gedenksteinen von Flechtenwuchs bedeckt. Auf der der direkten Besonnung abgewandten Seite dagegen fehlen diese. Dort finden wir einen grünen Belag freier Algen. Nicht dass dort der Pilzpartner fehlen würde. Die Grosszahl der Algenzellen ist auch hier von Pilzen befallen. Vieltausendfach wird Flechtenbildung versucht. Aber allen diesen Versuchen ist der Erfolg versagt, weil der Lichtgenuss des Wuchsortes zu gering ist. Im Tropengebiet, wo die am Boden einfallende Lichtmenge im allgemeinen geringer ist als in unsern Breiten (Absorption der Strahlung in einer dichten Wasserdampfhülle), wird der Lichtgenuss erst recht zum begrenzenden Faktor der Flechtenbildung.

Ist hinsichtlich der Belichtung ein Standort der Flechtenbildung günstig, so entscheidet sein Benetzungsgrad darüber, ob Flechten entstehen können oder nicht. Auf dem nackten Gestein

z. B. gelangen in der grossen Mehrzahl der Fälle Flechten nur zur Entwicklung an Stellen, die ausser von Nebel und Tau nur von dem an Ort und Stelle niedergehenden Regen benetzt werden, während in den hinsichtlich der Dauer der Benetzung begünstigten Abflussbahnen des Riesel- und Sickerwassers (Tintenstriche) freie Algen vorkommen. Im Grenzgebiet zwischen diesen beiden Arealen der Flechten und der Algen zeigen sich insofern Anfänge der Lichenisation, als Pilzmyzelien in die Algenlager hineinwachsen, Zelle um Zelle befallen und abtöten, so dass schliesslich nur die tote Lagergallerte zurückbleibt. In diesem Gebiet mittleren Benetzungsgrades führt also der Befall durch parasitische Pilze zu einer Krankheit der Algen mit letalem Ausgang, während in dem unmittelbar daneben liegenden trockeneren Gebiete der Befall durch dieselben Pilze nicht den Tod der Alge zur Folge hat, sondern sie zu vermehrter Teilung und zu gesteigerter physiologischer Tätigkeit anregt und zur Bildung eines Flechtenkörpers zwingt. Diese Verhältnisse lassen sich in der Weise deuten, dass im Gebiet des höchsten Benetzungsgrades der Tintenstriche die Algen gegen parasitische Pilze resistent sind, im trockensten Gebiet ausserhalb der Rieselwasserbahnen sind die Algen nicht resistent; aber sie erweisen sich gegenüber der Wirkung des Pilzbefalls als immun, während ihnen in dem dazwischenliegenden Grenzgebiet diese Immunität fehlt. Wir können nicht entscheiden, ob der Pilz in diesem Falle in einem höhern Grade virulent sei, oder ob die Alge über geringere Abwehrmittel verfüge, um sich des Pilzes zu erwehren, als im trockenen Areal. Diese Abhängigkeit der Wirkung des pilzparasitären Befalls vom Benetzungsgrad des Substrats findet aber verblüffend ähnliche Parallelen in der Pflanzenpathologie, z. B. bei der Welkekrankheit der Tomaten.

Die Vereinigung von Pilzen und Algen zu Flechten ist keine zufällige. Nur ganz bestimmte Pilze sind der Flechtenbildung fähig, und einem bestimmten Pilz ist immer eine ganz bestimmte Alge zugeordnet. Dies kann nichts anderes bedeuten, als dass der Flechtenpilz in der Wahl der zu parasitierenden Alge ausserordentlich wählerisch ist. Er steht in seiner Wirtswahl in keiner Weise hinter den höchst spezialisierten parasitischen Pilzen, z. B. den Uredineen u. a. zurück. Auch in dieser Hinsicht lässt sich der Befall von Algen durch Flechtenpilze in Parallele setzen zu demjenigen von parasitischen Pilzen auf höhern Pflanzen.

Damit eine Flechte sich bilden kann, bedarf es also zunächst des Befalls eines parasitischen Pilzes auf einer für ihn anfälligen Alge, darüber hinaus aber noch ganz bestimmter Umweltbedingungen, von denen es abhängt, was für ein Schicksal den beiden im Kampf stehenden Partnern beschieden ist. Am Anfang der Flechtensymbiose steht unzweifelhaft das parasitische Verhältnis zweier Organismen und dementsprechend ein Kampf der beiden um die Herrschaft über den andern. Unter diesem Gesichtswinkel müssen wir die Erscheinungen, die zu den zahlreichen Flechtentheorien geführt haben, betrachten.

1. Sicherlich liegt dem Angriff des Pilzes eine Art Anlockung, Stimulierung durch die zu befallende Alge zugrunde. Wir denken dabei an die Ausscheidung von Wuchsstoffen, Vitaminen oder Nährstoffen; beweisen können wir dies freilich vorläufig noch nicht; aber es ist nicht einzusehen, wie sonst der Pilz untrüglich den kürzesten Weg zu den Algenzellen fände und wo er die Kraft hernähme, die dichte Gallerte, in die sie (namentlich bei den Blaualgen) eingeschlossen sind, zu durchstossen. In andern Fällen pflanzlicher Symbiose, z. B. bei der Mykorrhiza der Waldbäume, sind solche, den Symbionten zum Angriff stimulierende Stoffe nachgewiesen worden (Phosphatide usw.). Eine solche Ausrichtung des Parasiten auf die Wirtspflanze ist aber keineswegs als ein besonderes Merkmal der Symbiose aufzufassen, liegt doch wohl in den meisten Fällen von Pilzparasitismus eine solche Stimulierung zugrunde: Zunehmende Feuchtigkeit nach dem Blattinnern beim Eindringen des Keimschlauchs durch die Spaltöffnung; zunehmende Konzentration ausgeschiedener Mineralstoffe bei der Durchdringung der Kutikula usw.

Ist die Infektion einer Alge einmal erfolgt, so trifft für die Flechten dieselbe Grundauffassung zu, wie sie in der Pflanzenpathologie und in der Human- und Veterinärmedizin gilt, dass ein lebender Körper, der von einem Parasiten befallen wird, mit allen verfügbaren Mitteln bestrebt ist, diesen abzuschütteln.

2. Wenn, wie wir bereits erwähnten, der durch den Pilzbefall auf der Flechtenalge ausgelöste Reiz zur Zellvermehrung, zu gesteigerter physiologischer Tätigkeit und zur Hypertrophie der befallenen Zellen in der Weise gedeutet wird, dass dies auf eine besondere Förderung (« gute Behandlung ») der Alge durch den Pilz



zurückzuführen sei, so kann dieser Anschauungsweise nicht zugestimmt werden. Alle derartigen Erscheinungen : Hypertrophie der befallenen Zellen, erhöhte Teilungsrate, erhöhte Temperatur, gesteigerte Assimilation usw. sind bekannt als ganz allgemeine Folgeerscheinungen pilzparasitären Befalls. Auch die Abhängigkeit solcher Reaktionen vom inneren Zustand der im Kampf stehenden Partner und von den Umweltbedingungen ist ein bekanntes Merkmal vieler Infektionskrankheiten. Dass ein geschwächter Körper gegen eine Infektion anders reagiert als ein gesunder, gilt beim Pflanzenpathologen wie beim Arzt als eine alte gesicherte Tatsache. Alle derartigen Erscheinungen im Leben der Flechten lassen sich zwangslos einfügen in die allgemeinen Äusserungen parasitären Befalls.

3. Zu den auffallendsten und zugleich verwirrendsten Erscheinungen, die der Befall einer Alge durch einen Flechtenpilz zur Folge hat, gehört die bei den meisten Flechten überaus weitgehende morphologische Veränderung, die, verglichen mit den beiden Partnern, der Flechtenkörper darstellt. Während bei mikroskopischer Betrachtung die Natur der Alge mehr oder weniger deutlich zu erkennen ist, zeigt sich der Pilz im Flechtenthallus derart verändert, dass es in den meisten Fällen bis heute nicht möglich war, ihn im System der Pilze einzuordnen. Dieser charakteristischen Form und ihrer auffallenden Konstanz ist es zuzuschreiben, dass die Flechten bis in die neuere Zeit hinein als eine besondere Klasse, als « Lichenes », neben Algen und Pilzen im System der blütenlosen Pflanzen fortbestehen konnten. Dies ist ja recht auffallend, nachdem sich doch gezeigt hat, dass Flechten nicht Arten im Linnéschen Sinne sein können, sind sie doch nichts anderes als das Produkt aus dem Befall eines parasitischen Pilzes auf einer Alge, zweier Pflanzen also, von denen jede ihre eigene Stammesgeschichte hinter sich hat. Auch die total neue Thallusform, die die Flechten charakterisiert, müssen wir deuten als eine Folge des parasitären Befalls. Sie stellt eine Morphose, eine « Mykomorphose » dar, die ihrer Formkonstanz wegen mit den hochentwickelten Insektengallen auf höhern Pflanzen verglichen werden kann.

Es fehlt wiederum nicht an Beispielen aus der Pflanzenpathologie, die unsere Auffassung stützen helfen. Ausserordentlich vielgestaltig treten dort in Form organischer, histologischer, zytolo-

gischer, morphologischer und physiologischer Veränderungen die Folgen eines Pilzbefalls auf höhern Pflanzen in Erscheinung. So verursacht der Befall der jungen Kohlpflanze durch den Pilz *Plasmodiophora brassicae* eine Hypertrophie der infizierten Zellen. Auf der durch den Erreger des Krebses (*Synchytrium endobioticum*) befallenen Kartoffelknolle werden nicht die befallenen Zellen selbst, sondern ihre Nachbarzellen zu vermehrter Teilung angeregt, woraus krebsige Geschwulste entstehen. Noch viel weiter geht die Auswirkung des parasitären Befalls bei der Zypressenwolfsmilch durch einen Rostpilz (*Uromyces pisi*), wobei der ganze Habitus der Wirtspflanze fast bis zur Unkenntlichkeit verändert wird. Nächstverwandte Pilze zeigen sich in der Wahl der Wirtspflanze, in dem zu befallenden Organ und in der Auswirkung (Mykomorphose) ausserordentlich verschieden (*Taphrina deformans*: Kräuselung und Verfärbung der Pfirsichblätter; *Taphrina pruni*: Deformierung der Zwetschgen; *Taphrina cerasi*: Hexenbesen auf dem Kirschbaum).

So müssen wir nicht erstaunt sein, wenn der Befall der Algen durch spezifische parasitische Flechtenpilze zu ausserordentlich vielgestaltigen und gleichzeitig formkonstanten Flechtenkörpern führt. In dieser Weise lässt sich auch die Morphologie und Anatomie der Flechten von der Seite der Pflanzenpathologie her erklären.

4. In der Vielgestaltigkeit der Flechtenkörper lässt sich ein allgemeines ordnendes, formgebendes Prinzip erkennen: die Tendenz, die Algenzellen in eine Lage zu bringen, in der sie das einfallende Licht optimal auszunützen vermögen. Die Flechten verhalten sich in dieser Hinsicht wie die meisten höhern Pflanzen, die durch Wachstumsvorgänge im Stengel, Blattstiel usw. die Lichtstellung der assimilierenden Organe regulieren. Da bei diesen Pflanzen Wuchsstoffe diese Regulation steuern, ist daran zu denken, dass die Placierung der Algen und damit die Formgestaltung der Flechten auf ähnliche, vom Licht gesteuerte und durch Wuchsstoffe ausgelöste Wachstumsvorgänge zurückzuführen ist. Auf diesem Wege wäre die Tatsache zu erklären, dass unter schwacher Belichtung Flechtenbildung unmöglich ist oder dass diese auf der Stufe der unvollständig durchgebildeten, « leprösen » Formen der sogenannten Halbflechten stehen bleibt. Die vermuteten Wirkstoffe, deren Bildung von der Belichtung abhängig ist, sind aber

erst noch nachzuweisen, und es ist gegebenenfalls festzustellen, von welchem der beiden Partner und unter welchen Bedingungen sie gebildet werden.

5. Für den Fall der Flechten kann die Auffassung einer mutualistischen Symbiose zu Recht bestehen bleiben, wenn wir das Endergebnis dieser Vergesellschaftung zweier Organismen zum Kriterium ihres Abhängigkeitsverhältnisses wählen. Hinter ihr aber versteckt sich der dauernde Lebenskampf einer anfälligen Alge gegen einen aggressiven parasitischen Pilz.

Unter den mit Hinsicht auf die Flechten in den Vordergrund gerückten Gesichtspunkten sind nun weitere pflanzliche Vergesellschaftungen, die als Symbiose aufgefasst werden, zu prüfen.

*Die Baummykorrhiza.* Vielfach sind die feinen Wurzeln der Nadel- und Laubhölzer unserer Wälder von einem Mantel von Pilzfäden umhüllt. Diese dringen mehr oder weniger tief ins Rindengewebe der Wurzel ein und erfüllen dort die Zellen mit dichten Knäueln. Im Gegensatz zu den Flechten zieht diese Vergesellschaftung nicht eine auffällige Formveränderung des Doppelwesens nach sich. Wie dort ziehen auch hier beide Partner Nutzen aus ihrer Vereinigung. Aber auch bei der Baummykorrhiza steht am Anfang der Symbiose der Befall der Wirtspflanze durch einen parasitischen Pilz. Hypertrophie der befallenen Zellen und ihres Kerns, Abwehrreaktionen, die in der Abtötung und Verdauung der am weitesten vordringenden Hyphen und in der Zurückdrängung des Pilzes in Erscheinung treten, sind die sichtbaren Symptome des Kampfes beider Partner um die Herrschaft über den andern. Wie bei den Flechten entscheiden weitgehend die Umweltbedingungen und die momentane Disponiertheit, das gegenseitige Kräfteverhältnis beider Partner über den Ausgang dieses Kampfes. Wächst z. B. der Mykorrhizapilz unter ungünstigen Bedingungen (hoher pH-Wert des Waldbodens), so vermag ihn die Wirtspflanze abzuschütteln, wie umgekehrt der Pilz eine geschwächte Wirtspflanze abzutöten vermag.

*Bakterienknöllchen der Leguminosen.* Alle Hülsenfrüchtler haben die Fähigkeit, als Folge einer Bakterieninvasion an ihren Wurzeln Knöllchen zu bilden. In ihrem Gewebe werden die Bakterien ernährt, und diese stapeln im Wurzelinnern Stickstoffverbindungen auf, die sie aus dem molekularen Stickstoff der Boden-

luft aufbauen und die zum einen Teil der Wirtspflanze, zum andern Teil dem Boden zugute kommen.

Auch in diesem Fall hängt die Möglichkeit einer Infektion durch artspezifische Bakterien weitgehend von der Vitalität der Wirtspflanze ab. Stickstoffarmut der Nährlösung fördert, Stickstoffreichtum dagegen erschwert oder verhindert den Befall. Die erste erfassbare Reaktion der Wirtspflanze, die in der Folge der Bakterieninvasion in Erscheinung tritt, besteht in einer Umhütung der in Gallertschläuche eingeschlossenen Bakterien durch eine zellulosische Hülle. Wir sehen hierin den Versuch der Abkapselung der Infektionsherde. Treten die Bakterien aber ins Zellplasma über, so werden die Zellen des Perizykels zu vermehrten Teilungen angeregt, wodurch das eigentliche Knöllchengewebe entsteht. Die Infektion zieht also wie bei den Flechten eine Biomorphose nach sich. Wiederum hypertrophieren die befallenen Zellen samt ihrem Kern; aber auch die Bakterien selbst erleiden Veränderungen. Ihr Körper nimmt X-, Y-, T- und Keulenformen an, die unter der Bezeichnung Bakteroiden bekannt sind. Dies sind nicht Degenerationsformen, sondern Kampfformen, Biomorphosen, mobilisiert, aktiviert und deformiert durch die Gegenaktion der Wirtszellen. Wo diese keine Reaktion gegen den Befall zeigen, wie z. B. bei der Bohne, unterbleibt auch die Bildung von Bakteroiden.

Bei den Wurzelknöllchen der Leguminosen lässt sich besser als in andern pflanzlichen Symbiosen die Art der Kampfstoffe, die den befallenen Zellen zur Verfügung stehen, feststellen. Der Preßsaft, der aus dem bakterienerfüllten Gewebe gewonnen wird, zeigt gegenüber den arteigenen Knöllchenbakterien spezifische Agglutinationswirkung, gleich wie auch das Serum, das durch Einspritzung von Knöllchenbakterien im Kaninchenblut erhalten wird. Die befallenen Zellen verfügen also über Antikörper, Immunstoffe, und verhalten sich der Bakterieninvasion gegenüber ähnlich wie tierische Zellen. Schliesslich scheidet das Knöllchengewebe noch proteolytische Fermente, Lysine, aus, die die Bakterienkörper und schliesslich die Wirtszellen selbst auflösen und verdauen. Die Wirtszellen gehen also mitsamt dem Parasiten zugrunde, und ihre wertvollen Inhaltstoffe samt dem durch die Bakterien aufgestapelten Stickstoff kommen, wenigstens teilweise, der Wirtspflanze zugute.

Den Weg ins Wurzelgewebe finden nicht nur sogenannte « nützliche », Stickstoff bindende Bakterien. Auch andere, rein parasitäre Arten dringen in die Rindenzellen der Wirtswurzel ein, ja es scheint sogar, dass diese die Invasion der eigentlichen symbiontischen Bakterien (*Bacterium radicicola*) erleichtern oder gar erst ermöglichen. Auch sind Bakterienstämme bekannt, die wohl Knöllchen bilden, ohne aber die Fähigkeit zu besitzen, molekularen Stickstoff zu binden.

Im Falle der Knöllchenbakterien auf Leguminosen unterliegt das gegenseitige Abhängigkeitsverhältnis von Parasit und Wirt einem dreimaligen Wechsel. Es beginnt als einseitiger Parasitismus der Bakterien, ändert dann zu einer mutualistischen Symbiose, während welcher Periode Stickstoff angereichert wird, und endet schliesslich mit dem Tod und der Verdauung des Symbionten.

Aus allen bisher erwähnten Beispielen, die in grosser Zahl vermehrt werden könnten, zeigt sich uns die pflanzliche Symbiose nicht als ein gegenseitiges Geben, sondern als ein ausschliessliches Nehmen, so lange, als der eine Partner die Kraft besitzt, dem andern etwas zu entreissen.

Die hier erörterten Gesichtspunkte haben nicht nur für die Vergesellschaftungen von heterotrophen (Bakterien, Pilzen) mit autotrophen Pflanzen (z. B. Blütenpflanzen), sondern auch für diejenigen von heterotrophen mit andern heterotrophen Pflanzen (manche Farnprothallien) sowie bei der Samenkeimung der Orchideen Gültigkeit.

In allen diesen Erscheinungen zeigen sich krankheitsschaffender Parasitismus und mutualistische Symbiose als Formen des Zusammenlebens zweier Organismen, die sich in ihrem Endergebnis, nicht aber in ihren Ursachen voneinander unterscheiden. Von der Seite beider Partner müssen ganz bestimmte Bedingungen erfüllt sein, damit das Verhältnis einer mutualistischen Symbiose zustande kommen kann. Erbliche Anlage (Konstitution), Disposition und Umweltbedingungen entscheiden darüber, ob ein Pilz oder ein Bakterium befähigt sei, eine Wirtspflanze zu befallen. Sie entscheiden auch über die Auswirkung dieses Befalls, die abhängt von der Virulenz des Pilzes und von der Gesamtheit der Kräfte, die die Wirtspflanze dem Parasiten entgegenzustellen vermag (Immunität).

Das Wesen der Symbiose besteht darin, dass die Wirtspflanze gegen ihren Parasiten tolerant ist. Zwar nimmt sie wie jeder lebende



Organismus, der von einem andern befallen wird, den Abwehrkampf auf. Dieser ist aber nur so weit von Erfolg begleitet, als der Parasit der Wirtspflanze keinen Schaden zuzufügen vermag und als, als mittelbare oder unmittelbare Folge dieses Kampfes, Nebenwirkungen in Erscheinung treten, die für das Konsortium günstig sind. Die Aussenbedingungen, die die Disposition und das momentane Kräfteverhältnis der beiden Partner wesentlich beeinflussen, entscheiden letzten Endes darüber, zu welchem Erfolg dieser Dauerkampf führt, ob unter geeigneten Bedingungen ein physiologisches Gleichgewicht entstehe, die mutualistische Symbiose, aus der beiden Partnern gesteigerte Lebenskraft erwächst, oder ob einer von ihnen über den andern die Oberhand gewinne.

Vermögen wir die Wechselbeziehungen, die zwischen beiden Symbionten bestehen, in einigen wesentlichen Punkten heute ziemlich klar zu übersehen, so unterliegt es doch keinem Zweifel, dass die Beziehungen viel komplizierter sein müssen, als es bisher den Anschein haben mochte. Noch liegt fast völliges Dunkel über den Fragen von der Bedeutung, die den Wirkstoffen, Wuchsstoffen und Vitaminen in der pflanzlichen Symbiose zukommt. Ein Arbeitsgebiet liegt hier vor uns ausgebreitet, das gebieterisch nach intensiver Bearbeitung drängt.

Das Studium der Abhängigkeit und der Wechselbeziehungen zwischen den Symbionten, Parasit und Wirtspflanze, verbindet die Arbeitsgebiete der Morphologie, der Physiologie, der Systematik und der Pathologie und steht damit mitten drin in den grossen Fragen der allgemeinen Biologie.