

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: 111 (1930)

Rubrik: Eröffnungsrede des Jahrespräsidenten und Hauptvorträge

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: 25.04.2026

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

Eröffnungsrede des Jahrespräsidenten

der 111. Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden
Gesellschaft in St. Gallen

von

HUGO REHSTEINER

100 Jahre naturwissenschaftliche Bestrebungen in st. gallischen Landen

Herzlichen Willkommgruss unsern verehrten Gästen von fern und nah, die unserer Stadt die Ehre ihres Besuches geben, um ernste wissenschaftliche Arbeit, regen Gedankenaustausch zu pflegen und Bande der Freundschaft unter Gleichstrebenden zu knüpfen. Die St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft darf mit Befriedigung daran erinnern, dass ihr zum sechstenmal die ehrenvolle Aufgabe übertragen wird, der schweizerischen Muttergesellschaft eine gastliche Stätte zu bereiten. Sie schätzt diese Ehre um so höher, als sie selbst nur in bescheidenem Masse Bausteine liefern konnte zum stolzen wissenschaftlichen Gebäude, das die Schweizerische Gesellschaft im Laufe von 11 Dezennien errichtet hat.

Halten wir in den Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft Umschau über die Themata, welche die Jahrespräsidenten ihrer Eröffnungsrede zugrunde legten, so begegnen wir häufig zusammenfassenden Rückblicken, sei es auf einen Zeitabschnitt der Schweizerischen Gesellschaft, sei es auf ein enger begrenztes Tätigkeitsgebiet einer kantonalen Gesellschaft. Wenn ich mir heute erlaube, meine Ansprache ebenfalls in ein historisches Gewand zu kleiden, so darf ich wohl auf Ihre nachsichtige Zustimmung hoffen.

1830—1930. Vor hundert Jahren tagte die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft zum zweitenmal in der damals noch mauerumgürteten Gallusstadt. Es läge nahe, bei Anlass dieses Jubiläums der Beziehungen zwischen der schweizerischen Gesellschaft und der st. gallischen Tochter zu gedenken, hätten diese nicht

anno 1906 durch die gewandte Feder meines Vorgängers im Amte eine eingehende Würdigung erfahren.

Als im Jahre 1919 die St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft ihren hundertsten Geburtstag festlich begehen sollte, waren die politischen und wirtschaftlichen Zustände in unserm lieben Vaterlande nicht dazu angetan, Feste zu feiern. Gibt es wohl einen günstigeren Zeitpunkt, das Versäumte nachzuholen, ein flüchtiges Bild des Lebensganges und der Leistungen dieser Vereinigung zu entwerfen als den heutigen Tag?

Vor der Gründung der st. gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft bestand in der Ostschweiz keine geschlossene naturwissenschaftliche Tradition, kein fester Stützpunkt für die Zusammenfassung aller naturwissenschaftlichen Bestrebungen, wie in einer Reihe anderer Kantone, vorab den Universitätsstädten. Ein Blick auf die politischen Zustände des 18. Jahrhunderts liefert uns die Erklärung. Im Mittelpunkt des politischen und kulturellen Lebens standen die aus dem altherwürdigen Kloster des heiligen Gallus, der ehemals klassischen Zufluchtsstätte der Wissenschaften hervorgegangene mächtige Fürstabtei mit reichem Landbesitz, daneben, sie umschliessend und selbst von ihr territorial umfasst, die rührige Handelsstadt St. Gallen, die es verstand, ihre kommerziellen Beziehungen weit über die engen Grenzen der alten Eidgenossenschaft auszudehnen, deren Bürger aber, mit Ausnahme einzelner, wenig Sinn und Verständnis für Wissenschaft und Kunst bekundeten. Die übrigen Landesteile waren mit wenigen Ausnahmen aufgeteilt als Untertanenländer, teils des Fürstabetes, teils der eidgenössischen Orte. Das gebirgige Appenzell mit seinen zerstreuten Siedelungen war naturgemäss kein Nährboden für wissenschaftlichen Zusammenschluss.

Die Französische Revolution machte mit einem Schlage dieser lokalen Abgeschlossenheit ein Ende. Der helvetische, von Frankreich diktierte Einheitsstaat von 1798 schweisste die heterogenen Gebietsteile mit unerbittlicher Gewalt zusammen. Doch erst Napoleons Mediationsakte, die der bisherigen Entwicklung der Eidgenossenschaft als Föderativstaat Rechnung trug durch Gleichstellung der ehemaligen Landvogteien und zugewandten Orte mit den alten Ständen, bereitete den Boden vor für die nationale Wiedergeburt des Schweizervolkes. Unter ungewöhnlich schwierigen Zeitverhältnissen konnte sich der neue, so seltsam zusammengefügte

Kanton St. Gallen dank des Fehlens jeder Erschütterung von aussen erhalten, obschon dessen nördliche Landschaften eine rein alemannische Bevölkerung besiedelte, während die Täler südlich der Kurfürsten und des Alpsteingebirges von Rätoromanen bewohnt waren, die in Recht und Sitte, und früher auch in der Sprache, seit mehr als einem Jahrtausend verschiedene Wege gegangen waren. Obwohl nach dem Sturz Napoleons in der 1814 einsetzenden Restaurationszeit die föderativ-aristokratischen Ideen die Oberhand erlangten, blieb der Kanton St. Gallen in seiner 1803 geschaffenen territorialen Gestaltung erhalten. Unter dem Schutze der staatlichen Ordnung setzte der kulturelle Wiederaufbau allüberall im Schweizerlande mit Macht ein. Zum erstenmal machte sich in der Ostschweiz das Bedürfnis geltend, Gleichstrebende zu sammeln und durch Gründung von Vereinen den Bildungsstand der Bevölkerung zu heben und so zu ihrer Wohlfahrt beizutragen.

In der Eidgenossenschaft bestanden damals fünf naturforschende Gesellschaften, als älteste die durch JOH. GESSNER 1746 ins Leben gerufene zürcherische. Es folgten die 1786 durch Pfarrer WYTTENBACH angeregte bernische, die 1790 gegründete Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève, 1811 die aargauische und 1815 die Société vaudoise des Sciences Naturelles. Versuche, von Bern ausgehend, die naturwissenschaftlichen Bestrebungen auf dem erweiterten Boden des ganzen Schweizerlandes zusammenzufassen, scheiterten an den Revolutionsstürmen. Erst 1815 konnte dieser von dem Genfer Apotheker HENRI ALBERT GOSSE neuerdings wieder aufgenommene Gedanke in die Tat umgesetzt werden durch die am 6. Oktober erfolgte Konstituierung der „Allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften“, der 22 Genfer, 7 Waadtländer und 7 Berner beiwohnten. Im folgenden Jahre fanden auch 3 St. Galler Aufnahme, die Herren Oberstleutnant ADRIAN VON SCHERER-DE GRANDCLOZ, Astronom, R. STEINMÜLLER, Pfarrer in Rheinegg, Ornitholog und Landwirt, Dr. med. C. T. ZOLLIKOFER, Botaniker.¹

Den unmittelbaren Anstoss zur Gründung einer naturwissenschaftlichen Gesellschaft in St. Gallen gab der

¹ Siehe J. J. Siegfried: Die wichtigsten Momente aus der Geschichte der drei ersten Jahrzehnte der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Zürich 1848. Und Geschichte der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Zürich 1865.

Beschluss der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, die vierte Jahresversammlung in St. Gallen abzuhalten, nachdem die zweite in Bern, die dritte in Zürich getagt hatte. Der feinsinnige Arzt Dr. CASPAR TOBIAS ZOLLIKOFER setzte, mit Zustimmung seiner Freunde, einen sehnlich genährten Wunsch nach Zusammenschluss aller naturwissenschaftliche Studien pflegenden Männer in St. Gallen und den angrenzenden Kantonen in die Tat um. Der 29. Januar 1819 vereinigte 33 Freunde der Naturwissenschaft zur konstituierenden Sitzung, denen sich weitere 17 anschlossen. Warme edle Begeisterung spricht aus der Rede des Gründers der Gesellschaft, Worte, die für alle Zeiten wahr bleiben werden. Er führte aus: „Die Erforschung der Natur vereinigt Sie, hochzuehrende Herrn, theuerste Kollegen! dieses Studium, welches den Menschen mit sich selbst, mit der ihn umgebenden Körperwelt bekannt macht; welches uns immer neue Quellen von geistigen und sinnlichen Genüssen eröffnet; welches in seiner Anwendung auf die dem Menschen unentbehrlichsten Künste und Gewerbe, die Erhaltung desselben sichert, seinen Wohlstand erhebt und seine Versittlichung befördert; welches, wenn je eines, seinen Geist von den Vorurtheilen des Standes, des Volkes, des Zeitalters entfesselt, und seine Vernunft vor den dunkeln Irrwegen des Aberglaubens, so wie des Unglaubens bewahrt; — das Studium, und dies ist wohl sein erhabenstes Ziel, welches dem Erdegebohrnen die Kräfte und Mittel enträthset, die dem Universum der Schöpfung zum Grunde liegen; das Studium endlich, welches, den menschlichen Verstand mit einem Funken der göttlichen Intelligenz beleuchtend, ihn deren Zwecke und Absichten ahnen lässt!“ In einlässlicher Weise beleuchtet Zollikofer sodann die Aufgaben, deren Erforschung und Beantwortung ihm vornehmlich in der Wirkungsweise und in den Kräften des Vereins zu liegen scheinen und schliesst mit den begeisterten Worten: „So tretete dann unsre gestiftete naturwissenschaftliche Gesellschaft in die Reihe der übrigen, als die jüngste der Schwestern im geliebten Vaterhaus, nicht prunkend, noch hohe Gelehrsamkeit sich anmassend, sondern bescheiden, jeder Belehrung offen, begierig nach Kenntnis, wie es dem ersten Alter geziemt, zuvörderst im eignen Haushalt sich umsehend und darin die jugendlichen Kräfte ühend.“ — Die damals angenommene und bis 1860 gültige „Verfassung“ nennt als Zweck der Gesellschaft: „a) Beförderung des Studiums der vaterländischen Naturkunde im Allgemeinen, insbesondere aber Er-

weiterung der physischen und naturhistorischen Kenntniss von unserm eignen und den nächst angrenzenden Kantonen. — *b)* Anwendung dieser erweiterten Kenntniss auf die Erhaltung und Aufführung des Wohlstandes unsrer Mitbürger im Allgemeinen, und auf die Vermehrung und Vervollkommnung der einheimischen Natur- und Gewerbeserzeugnisse insbesondere.“ Reges Leben entfaltete die Gesellschaft im ersten Jahre ihres Bestehens. Zahlreiche, in 14 Sitzungen gehaltene Vorträge zeugten von der Arbeitsfreude der Mitglieder.

Einige Schlaglichter auf die führenden Männer der ersten Periode der Gesellschaft werden uns in den Geist jener Zeit einführen.

Der Stifter, CASPAR TOBIAS ZOLLIKOFER, lenkte das Steuer des Gesellschaftsschiffleins mit nie erlahmender Hingabe während vollen 24 Jahren. ZOLLIKOFER galt als der gelehrteste Arzt seiner Vaterstadt und vertrat den Kanton öfter in eidgenössischen sanitären Angelegenheiten, beispielsweise der Seuchenbekämpfung. Den schönsten Lebensgenuss fand er bei der Beschäftigung mit der Naturwissenschaft, der er seine ganze Mussezeit widmete. Als Botaniker durchstreifte er mit Vorliebe das benachbarte Appenzellergebirge. AUGUSTE PYRAMUS DE CANDOLLE, der Linné jener Zeit, stellte ZOLLIKOFER zu Ehren ein eigenes Genus *Zollikoferia* auf, ein Beweis, welcher Wertschätzung er sich bei seinen Fachkollegen erfreute. Von seiner unermüdlichen Sorge für das Gedeihen der Gesellschaft zeugen die aus seiner Feder stammenden Jahresberichte, bis 1837, freudige Genugtuung zeigend während der ersten acht Jahre des kräftig pulsierenden wissenschaftlichen Lebens, den tiefen Schmerz verratend über die in den dreissiger Jahren um sich greifende Abnahme des Interesses weiterer Kreise. In diesen Übersichten sind viele wertvolle Notizen, insbesondere auch über die naturwissenschaftliche Erforschung des Vereinsgebietes, niedergelegt. Den umfangreichen handschriftlichen Nachlass traf ein tragisches Schicksal. Aus allzu grosser Ängstlichkeit der Hinterlassenen — damit nicht etwa Familienpapiere in unbefugte Hände geraten möchten — wurden während acht Tagen zwei Stubenöfen mit denselben geheizt. Leider blieb der 1827 unternommene Versuch, eine illustrierte Alpenflora der Schweiz herauszugeben, beim ersten Heft stehen, ungeachtet der trefflichen Bilder und des ebenso ausgezeichneten Textes, wegen des allzu hohen Preises und mangelnden

Absatzes. Hingegen konnte aus seinem Nachlasse eine Sammlung von 800 handgemalten Pflanzen-Aquarellbildern und 200 Insektenzeichnungen gerettet werden, die, nach DANIEL MEYER, zum Teil von ihm selbst, zum Teil unter seiner Anleitung von jungen Leuten¹ gefertigt wurden. Die heute im Besitz des städtischen Museums befindlichen Tafeln legen Zeugnis ab von der feinen Beobachtungsgabe der Hersteller. ZOLLIKOFERS reichhaltige Privatsammlungen gingen in den Besitz der Bürgergemeinde über als Grundstock zum nachmaligen Naturhistorischen Museum. Mit dem am 6. Dezember 1843 erfolgten Hinschied des ersten Präsidenten verlor die Stadt den damaligen Repräsentanten des naturwissenschaftlichen Studiums, die Naturwissenschaftliche Gesellschaft ihre Hauptstütze.

Die neugegründete Gesellschaft hatte das Glück, PETER SCHEITLIN als Vizepräsidenten und äusserst produktiven Mitarbeiter zu erhalten, den Mann, welcher der ganzen wissenschaftlichen Tätigkeit in St. Gallen in den ersten drei Dezennien des vergangenen Jahrhunderts das Gepräge seines Geistes aufdrückte. Prof. DIERAUER sagt von ihm in der „Denkschrift zur Feier des hundertjährigen Bestehens des Kantons St. Gallen“: „Man kann darüber zweifeln, in welche Richtung, die naturwissenschaftliche oder die historische, dieser merkwürdige Mann eher einzustellen sei.“ Ursprünglich zum Kaufmann bestimmt, durfte er seiner Neigung zu wissenschaftlicher Tätigkeit durch Absolvierung des Theologiestudiums folgen. In Göttingen, wo er zu seiner weitem Ausbildung sich philosophischen und naturwissenschaftlichen Studien hingab, entwickelte sich ein freundschaftliches Verhältnis zu BLUMENBACH, dem bahnbrechenden Naturforscher auf dem Gebiete der vergleichenden Anatomie und Anthropologie, einem ausgezeichneten Dozenten von unabhängiger Gesinnung. Launig bemerkt SCHEITLIN von seiner Göttinger Zeit: „Dort interessierten mich in erster Linie Naturgeschichte und Philosophie, die erstere, seit ich sehen, die andere, seit ich ein wenig denken gelernt hatte, so dass späterhin in mir die Neigung zu einer Art Naturphilosophie erwuchs. In der Naturgeschichte zog mich ihr geschichtliches Element, die feste, steinerne Basis, das Sichere, Bleibende an. An der Philosophie gewann ich das lieb, dass sie mich, gerade so wie der Engel den Habakuk, bei der Locke ergriff und in die Lüfte, selbst über Wolken, führte, so dass ich alles, selbst die Naturgeschichte, tief unter mir sah und von allem

¹ Nach E. Bächler ist Maler FRITZI in Bühler der Ersteller der Aquarelle.

Seienden eine wahrhafte Vogelperspektive bekam“, Worte, die heute noch zu beherzigen sind. Nachdem SCHEITLIN durch ein Jenaer Semester noch weiter den Reichtum des deutschen wissenschaftlichen Lebens genossen hatte, übernahm er im Frühjahr 1805 die Professur für Philosophie und Naturkunde an der Gelehrtenschule in St. Gallen, einer über das Gymnasium hinausreichenden Anstalt. Eine in sich geschlossene Persönlichkeit, wusste er seine Schüler zu begeistern, entfaltete aber auch auf pastoralem, literarischem und wissenschaftlichem Gebiet, sowie in zahlreichen offiziellen Stellungen eine überaus fruchtbare Tätigkeit, die auf seine Zeitgenossen einen tiefen Eindruck machte. In der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft behandelte er mit Vorliebe naturphilosophische Themata, doch finden wir in den Übersichten über die Verhandlungen alljährlich auch andere naturwissenschaftliche Darbietungen aus seinem Munde. An der ersten Versammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in St. Gallen im Jahre 1819 fanden SCHEITLINS Ausführungen über Tierpsychologie aufmerksame Zuhörer. Dieses naturphilosophische Studium beschäftigte ihn während seines ganzen Lebens. Erst 1840, als gereifter Mann, wagte er sein auf einer erstaunlichen Fülle von eigenen und fremden Beobachtungen aufgebautes zweibändiges Werk: Versuch einer vollständigen Tierseelenkunde (im Cotta'schen Verlag) herauszugeben, ein Werk, das SCHEITLINS Namen weit über die Grenzen seines Heimatlandes hinausstrug. Treffend charakterisiert DIERAUER das Buch als einen glänzenden Niederschlag des gemütvollen Pantheismus des Autors, der SCHEITLINS philosophische Richtung bestimmte.

Als dritter Eckpfeiler im neuerbauten Hause darf Apotheker DANIEL MEYER genannt werden. Nach gründlichen Studien in Zürich, Halle und Berlin kehrte er in die Heimat zurück, ausgerüstet mit für jene Zeit ungewöhnlich vielseitigen Kenntnissen. Dort gründete er zusammen mit dem Arzte C. T. ZOLLIKOFER die Apotheke zum „blauen Himmel“ an der Speisergasse, die während vielen Jahren als die erste in der Gegend angesehen wurde. Von lebhaftem geselligem Naturell, mit Witz und Humor begabt, spielte er in den Kreisen, in denen das junge, durch die Revolution umgestaltete St. Gallen sich geltend machte, eine erste Rolle. Neben seiner Betätigung in den damals neu entstandenen literarischen und wissenschaftlichen Vereinen fand er noch Zeit, dem Staate in öffentlichen Ämtern zu dienen. Er bemühte sich, in seinen Haupt-

fächern, Physik und Chemie, mit der Wissenschaft fortzuschreiten durch eifriges Studium der zeitgenössischen Literatur.

MEYER trat schon im Gründungsjahr der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft bei, deren Versammlungen er bis zum Jahre 1858, seinem achtzigsten Lebensjahre, regelmässig besuchte, gern gesehen seiner gediegenen Kenntnisse, seiner Gewandtheit im Reden, seiner Unterhaltungsgabe wegen. Die von der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft angeordneten meteorologischen Beobachtungen für die Station St. Gallen besorgte es bis 1826 mit der gewissenhaftesten Pünktlichkeit. Die von ihm veröffentlichten Tabellen, von vielfachen meteorologischen Notizen begleitet, bleiben ein vorzügliches Hilfsmittel für Vergleichen. Von bleibendem Wert sind seine beiden barometrischen Messungen des hohen Säntis im Jahre 1812. In der St. Gallischen Gesellschaft bekleidete er von der Gründung bis zum Jahre 1843, während 24 Jahren, das Aktuariat und übernahm nach dem Rücktritt Zollikofers, obschon im 65. Lebensjahre stehend, den Präsidentensitz für weitere 15 Jahre. Seine zahlreichen Vorträge, oft von Experimenten begleitet, beschlagen vorwiegend physikalische, chemische und meteorologische Themen. Im Jahr 1854 übernahm er, nicht ohne Bangigkeit, wie er in seinem Eröffnungswort sagt, das Amt eines Jahrespräsidenten für die dritte Tagung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in St. Gallen. Doch trägt die von erstaunlicher Frische zeugende Eröffnungsrede des Sechundsiebzigjährigen nichts Greisenhaftes an sich. Als das vornehmste Ziel der naturwissenschaftlichen Forschung stellt er das Streben zum Lichte der Wahrheit hin.

ANTISTES STEINMÜLLER in Rheineck (1773—1835), ein geborner Glarner, wurde schon unter den ersten Mitgliedern der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft genannt. Er nahm besonders in den ersten Jahren tätigen Anteil am Gesellschaftsleben. Die vaterländische Naturgeschichte verdankt seiner trefflichen Beobachtungsgabe manche Bereicherung. Gemeinsam mit seinem Freund ULYSSES VON SALIS unternahm er die Herausgabe einer „Alpina“ genannten, fast ausschliesslich der schweizerischen Naturkunde gewidmeten Zeitschrift, von der vier Bände von 1806—1809 erschienen. In dieser und der von 1821—1827 von ihm allein herausgegebenen „Neuen Alpina“ legte er ausser beachtenswerten Arbeiten st. gallischer Autoren seine eigenen zoologischen und orni-

thologischen Studien nieder, die wesentlich zur Kenntnis der Alpenvögel beitrugen.

Der originellste Kopf unter den Gründern der Gesellschaft war unstreitig **GEORG LEONHARD HARTMANN**, seines Zeichens Maler, Naturforscher und Historiker. Treffend kennzeichnet **BERNHARD WARTMANN** diese eigenartige Persönlichkeit mit den wenigen Worten: Er war um vierzig Jahre zu früh geboren. Von Gestalt unscheinbar, verwachsen, hatte sich der geistig reichbegabte Mann mit Feuereifer den revolutionären Ideen angeschlossen und vorübergehend eine politische Rolle gespielt. Seine herbe, vor verletzender Kritik nicht zurückschreckende Art war mit ein Grund, dass seine hochstehenden geistigen Gaben nicht zur vollen Würdigung gelangten, obwohl „das Überwuchern des Krämergeistes in seiner Vaterstadt, die Konzentration auf das Materielle, die Nichtbeachtung geistiger Qualitäten“, Komplimente, die Hartmann seinen lieben Mitbürgern macht, nicht des realen Hintergrundes entbehrten. In dem von ihm während zwei Jahren (1798 und 1799) redigierten „Wochenblatt vom Kanton Säntis“ veröffentlichte er zwischen den politischen Nachrichten ein Verzeichnis der Säugetiere und Vögel dieses ephemeren Kantons als Beitrag zu einer allgemeinen helvetischen Fauna. Unter dem Titel: „Skizze einer Geschichte der Naturwissenschaften in den Kantonen St. Gallen und Appenzell“ ist der Übersicht über die Verhandlungen der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft 1822 eine Arbeit beigegeben, die von der unabhängigen Denkweise und der unbeschränkten Wahrheitsliebe des Verfassers beredtes Zeugnis ablegt, anderseits jedoch in der persönlichen Kritik vor Übertreibung nicht frei ist. Sein anno 1827, ein Jahr vor seinem Tode, erschienenes Hauptwerk „Helvetische Ichthyologie oder ausführliche Naturgeschichte der in der Schweiz sich vorfindenden Fische“ findet in Fachkreisen noch heute Anerkennung. Die Art und Weise, wie er die zur damaligen Zeit übliche Arbeitsweise in den beschreibenden Naturwissenschaften beurteilt, spricht er in der Vorrede dieses durch Gründlichkeit und neue Beobachtungen sich auszeichnenden Werkes aus: „Auch in den Naturwissenschaften nähert man sich stufenweise, nicht auf einmal, dem Vollkommenen. Mir scheint, die Faunen und Floren grösserer oder kleinerer Gegenden seien bisher zu oft entweder eine blosse Nomenklatur dessen gewesen, was innert einem gewissen Umfang anzutreffen sei; oder ihre Verfasser haben sich

andererseits zu sehr in das Allgemeine der Naturgeschichte ihrer Gegenstände eingelassen, sie nicht örtlich genug behandelt, d. h. wenn sie einmal ihre Verzeichnisse hatten, so schlugen sie zu gerne nach, was über solche Gegenstände die Naturforscher aller Nationen gesehen oder geträumt, geschrieben oder einander nachgeschrieben haben und schrieben dann, sich auf sie verlassend, selbst nach, was sie davon für gut fanden; oft ohne genügsame Selbstbeobachtungen und eigene Erfahrungen.“ Trifft das heute nicht zuweilen auch noch zu?

Auch seinen Sohn WILHELM HARTMANN verfolgte zeitlebens Missgeschick in allen seinen Unternehmungen. Bekannt als wahrhaft virtuoser Naturalienmaler, beschäftigte er sich naturwissenschaftlich vornehmlich mit Insekten und Gasteropoden. Über letztere hinterliess er zwei gedruckte Arbeiten mit vorzüglichen Beschreibungen und guten Bildern, die von gründlicher Sachkenntnis zeugen, aber wegen ihres hohen Preises unvollendet bleiben mussten.

So anziehend es wäre, an Hand kurzer Lebensbilder unsere Betrachtungen fortzusetzen, müssen wir der beschränkten Zeit wegen davon absehen und uns möglicher Knappheit in der Behandlung des weitschichtigen Stoffes befleissen. In der Denkschrift zur Feier des hundertjährigen Bestandes des Kantons St. Gallen wertet JOHANNES DIERAUER die Gründung der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft mit folgenden Worten: „Wer immer in der Stadt und auf dem Lande den naturwissenschaftlichen Forschungen ein ernsteres Interesse entgegenbrachte, schloss sich der Verbindung an und fand in ihrem Schoosse neue Anregung oder freudiges Verständnis für eigene wissenschaftliche Darbietungen. Fast ohne Einschränkung lässt sich sagen: Der Fortschritt der Naturwissenschaften im Kanton St. Gallen fiel fortan mit der Geschichte der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zusammen.“

Die in den ersten Jahren ihres Bestehens äusserst rege Tätigkeit erlahmte allmählich. — Im Jahre 1830, als eben die Allgemeine Schweizerische Gesellschaft zum zweitenmal in St. Gallen ihre Sitzungen hielt, brachten die öffentlichen Blätter die Kunde von der in der Hauptstadt Frankreichs ausgebrochenen Julirevolution und dem Sturz der Bourbonendynastie. „Plötzlich, gleichsam wie durch einen elektrischen Funken entzündet, wandten sich alle Geister der Politik und den Kantonalverfassungsarbeiten zu, was dann allerdings höchst nachtheilig auf das Leben der Na-

turwissenschaftlichen Gesellschaft einwirkte“, schreibt der damalige Aktuar DANIEL MEYER. „Ihre Sitzungen wurden seltener, unregelmässiger, weniger besucht, und ihre Arbeiten sparsamer. Es scheint dieses nachteilige Verhältnis damals auch in andern Kantonen einigermaßen stattgefunden zu haben, da selbst die Allgemeine Schweizerische Gesellschaft für die Naturwissenschaften im Jahre 1831 sich bewogen fand, keine Sitzungen zu halten.“ Bei ungefähre gleicher Stärke der beiden politischen Parteien nahm der Ideenkampf um politische und kirchliche Grundsätze in unserm Kanton mitunter äusserst heftige Formen an, die zur Zeit der Sonderbundswirren ihren Höhepunkt erreichten. Diese Verhältnisse erschwerten die gemeinsame wissenschaftliche Arbeit in ausserordentlichem Masse. Die ermahnenden und aufmunternden Rufe ZOLLIKOFERS und seiner getreuen Mitarbeiter vermochten keinen grössern Kreis von Interessenten um den immer noch lebenskräftigen Kern zu scharen. Ein Band, welches die auswärtigen und ansässigen Mitglieder immer noch zusammenhielt, waren die vom Gründungsjahre bis 1837 jährlich erschienenen „Übersichten der Verhandlungen“ mit kurzer Wiedergabe der gehaltenen Vorträge, denen der Aktuar DANIEL MEYER eine zusammenfassende Übersicht über die Tätigkeit der Jahre 1837—1842 beifügen konnte. Dann erlosch die eigene publizistische Tätigkeit.

Als erster der führenden Männer wurde G. L. HARTMANN 1828 durch den Tod abberufen; ihm folgte 1835 STEINMÜLLER, 1843 der Vorkämpfer der ersten Periode, C. T. ZOLLIKOFER, fünf Jahre später, 1848, PETER SCHEITLIN, der unermüdliche „Anreger“. Trotz aller äussern Schwierigkeiten liessen sich ihre Nachfolger nicht entmutigen. Was ihnen in der eigenen Gesellschaft versagt blieb, fanden sie teilweise im Anschluss an die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft. Unter dem Vorsitz des Nachfolgers ZOLLIKOFERS, DANIEL MEYER, konnte die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft in den Julitagen des Jahres 1854, wie bereits erwähnt, zum dritten Male in St. Gallen empfangen werden. Die Hoffnung des damaligen Jahrespräsidenten, diese Versammlung und die Aussicht auf die endliche Vereinigung der bisher zerstreuten naturhistorischen Sammlungen in einem gemeinsamen Lokale werden die Mitglieder zu erneutem Eifer als tätige Arbeiter im schönen, grossen und weiten Gebiet der Naturwissenschaft anspornen, begann allmählich in Erfüllung zu gehen. In der nächsten

Dekade von 1858 bis 1868, unter der Leitung von Bibliothekar WARTMANN, hob sich die Mitgliederzahl, mit ihr die Zahl der Sitzungen und der Darbietungen.

Die erste Periode der Gesellschaft hatte ihren Abschluss gefunden. Nach vielversprechendem Anfang hatte sie bald mit der Ungunst der Zeitläufte zu kämpfen. BERNHARD WARTMANN legt in seinem Rückblick am fünfzigjährigen Jubiläum der Gesellschaft noch ein anderes Moment auf die Waagschale, das der Entwicklung hemmend im Wege gestanden habe. „Es lässt sich nicht leugnen“, führt er aus, „dass sie anfangs, den damaligen Anschauungen entsprechend, eine Art Akademie sein wollte und sich einen so gelehrten Anstrich gab, dass jeder sich beizutreten scheute, welcher nicht gründliche naturwissenschaftliche Kenntnisse besass oder sonst zur Zunft gehörte. Auch die grosse Mehrzahl der Vorlesungen war nur für Fachmänner eingerichtet und ebenso fehlten in der Zirkulation jene Journale, die für jeden Gebildeten verständlich sind.“ Dieses strenge Urteil mag eine gewisse Berechtigung haben, doch muss anerkannt werden, dass sich die Leiter der Gesellschaft je und je bemühten, ihre Tätigkeit den Forderungen des praktischen Lebens anzupassen.

* * *

Im Spätjahr 1856 war der erst 26jährige Dr. BERNHARD WARTMANN als Professor der Naturkunde an die neugegründete sankt gallische Kantonsschule berufen worden, eine initiative Persönlichkeit, ein Mann, dessen Wirken während beinahe eines halben Jahrhunderts die Entwicklung und die Leistungen der kantonalen Gesellschaft und der naturwissenschaftlichen Bestrebungen in der Ostschweiz mit zielbewusster Energie bestimmte. BERNHARD WARTMANN, 1830 in St. Gallen geboren, war als Erbstück von väterlicher und mütterlicher Seite die Liebe zur Naturwissenschaft auf den Lebensweg mitgegeben worden. Vielfache Anregungen in dieser Hinsicht empfing er schon im Knabenalter durch seinen Vater, den früher genannten Bibliothekar WARTMANN und seinen Oheim, Professor PETER SCHEITLIN. An der Universität Zürich eignete sich der angehende Lehrer der Naturwissenschaften eine gründliche wissenschaftliche Allgemeinbildung an unter dem Physiker MOUSSON, dem Chemiker LÖWIG, dem Physiologen LUDWIG, dem Geologen ESCHER VON DER LINTH, dem Zoologen FREI. Besonders angezogen

fühlte er sich zu den Vertretern seiner Lieblingswissenschaft, der Botanik, OSWALD HEER und CARL NÄGELI und dem Direktor des Botanischen Gartens, REGEL, ferner dem Algen- und Flechtenkenner HEPP. Mit seinem Studiengenossen CARL CRAMER folgte er seinem verehrten Lehrer, Professor NÄGELI, als Assistent nach Freiburg i. B. Aus den gemeinsamen Studien der drei Forscher ging die epochemachende pflanzenphysiologische Schrift über die Stärkekörner hervor. Das Jahr 1855 sah die beiden Freunde wieder in Zürich, wo CRAMER die erste Professur für Botanik am Eidgenössischen Polytechnikum übernommen hatte und WARTMANN sich als Privatdozent habilitierte. Einem Ruf REGELS, eine Assistentenstelle am Botanischen Garten in Petersburg anzunehmen, Folge zu geben, konnte er sich nicht entschliessen, um so weniger, als ihm eine vielversprechende Lebensstellung in seiner Vaterstadt in Aussicht stand.

Mit WARTMANN beginnt die zweite Periode unserer kantonalen Gesellschaft, in deren Verlauf sie sich zu ungeahnter Blüte erhob dank verschiedener glücklicher Umstände. Denn allmählich, wenn auch im Schicksalskanton St. Gallen zögernder als in andern homogenen Schweizerkantonen, fanden sich die Verfechter der alten und neuen politischen Ideen zu gemeinsamer kultureller Arbeit. In richtiger Erfassung der Zeitströmung suchte WARTMANN schon während der zehn Jahre, von 1858—1868, da er als vorwärtsdrängender Aktuar neben seinem das Präsidium führenden Vater tätig war, die Gesellschaft auf einen demokratischen Boden zu stellen. Wir entnehmen seiner am fünfzigsten Stiftungstage gehaltenen Rede die folgende, seine Auffassung charakterisierende Stelle: „Die Idee, dass die Naturwissenschaften Gemeingut Aller sein sollen und nicht bloss einer Kaste von Gelehrten, sowie den Ärzten zu dienen haben, fand immer allgemeineren Anklang und konnte auch auf unsern Kreis nicht ohne Einfluss sein. Die Vorträge nahmen teilweise einen populäreren Charakter an. Nach Schluss der Sitzung ging nicht jeder steif nach Hause, sondern es wurden noch einige Stunden der geselligen Unterhaltung, sowie der Besprechung naturwissenschaftlicher Themata gewidmet.“ Diesen Leitsätzen folgend, führte WARTMANN die Gesellschaft, als er 1868 zu ihrem geistigen Haupte erkoren wurde, während vollen 34 Jahren, kräftig unterstützt von einem ihm freudig ergebenen Kreis von Freunden und früheren Schülern. Der Beginn seines Wirkens

fällt zusammen mit der seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts einsetzenden gewaltigen Entwicklung der naturwissenschaftlichen Forschungen. Ihr mächtiger Einfluss auf Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft, Verkehr trug das Interesse an ihnen in immer weitere Kreise. Diese günstigen Umstände mit der ihm eigenen Tatkraft und zähen Zielbewusstheit verständnisvoll ausgenützt zu haben, ist das bleibende Verdienst WARTMANN'S. In der richtigen Erkenntnis, dass ein wesentliches Erfordernis zu erspriesslicher Tätigkeit der Gesellschaft nach innen und aussen auf der Herausgabe eines Publikationsorgans beruhe, nahm er die seit fast zwanzig Jahren unterbrochene Veröffentlichung der Jahresberichte mit seinem Amtsantritt als Aktuar wieder auf. Schon das erste Bändchen der „Berichte über die Tätigkeit der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft“, die Jahre 1858—1860 umfassend, enthält sechs Originalarbeiten von Mitgliedern. Jahr um Jahr folgten die immer stattlicher werdenden Bände bis zur Zahl 42 mit den mit peinlicher Sorgfalt redigierten Tätigkeitsberichten, den Forschungsergebnissen von Mitgliedern und den wichtigsten Vorträgen aus allen Gebieten. Manches Wort des Dankes und der Anerkennung für die Reichhaltigkeit und Gedeihen seiner Jahrbücher durfte er empfangen. Nicht ohne berechtigten Stolz verfolgt er den stets zunehmenden Tauschverkehr mit naturwissenschaftlichen Vereinen und Institutionen des In- und Auslandes. Die Gesellschaft zählte im Gründungsjahr 50 Mitglieder, eine Zahl, die während der ganzen ersten Periode sich ungefähr gleichblieb, weist doch das 1860 zum erstenmal wieder publizierte Verzeichnis 51 Namen auf. Unter dem Regiment WARTMANN'S stieg die Mitgliederzahl auf 723, der höchsten bisanhin von einer kantonalen Gesellschaft erreichten, dank der unablässig ertönenden Werbetrommel des Führers.

Nicht weniger als das Gedeihen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft lag WARTMANN der Ausbau der naturhistorischen Sammlungen am Herzen. Die Personalunion im Präsidium der Gesellschaft und der Direktion des Museums, die schon unter WARTMANN'S Vater bestanden hatte, führte zu engsten gegenseitigen Beziehungen, die in den Jahresberichten ihren Niederschlag fanden. Unablässig war er für die Äufnung der zoologischen, botanischen und mineralogisch-petrographischen Schätze besorgt.

Auf die Vortragstätigkeit auch nur andeutungsweise einzutreten, ist in diesem Rahmen nicht möglich. Seit ihrem Bestehen war die Gesellschaft imstande, dieses Arbeitsgebiet mit eigenen Kräften zu bebauen, dabei auch dankbar die Gaben in Empfang nehmend, die ihr von den Hochschullehrern, vorab ihren Zürcher Freunden, gespendet wurden. Auch eine Erwähnung aller in den Jahrbüchern niedergelegten Originalarbeiten würde Ihre Geduld, meine Damen und Herren, auf eine harte Probe stellen. Wir müssen uns daher auf die Nennung der wichtigsten Dokumente beschränken, welche sich auf die Förderung der naturwissenschaftlichen Untersuchungen im Gebiete der engeren Heimat, der Kantone St. Gallen und Appenzell, beziehen.

Der meteorologischen Tätigkeit DANIEL MEYERS haben wir früher gedacht. Von 1883 an erschienen die Wetterbeobachtungen aller St. Galler Stationen mit Einschluss des Säntis bis zum Jahre 1911 in den Jahrbüchern. Physikalisch-geographische Ortsbestimmungen für St. Gallen führte am Anfang des letzten Jahrhunderts ADRIAN VON SCHERER aus; die magnetischen Konstanten bestimmte Prof. DEICKE. — Seit 1908 begegnen wir im Jahrbuch den Mitteilungen FRIEDRICH SCHMIDS über das Zodiakallicht. Wie vor hundert Jahren ADRIAN VON SCHERER, erstellte sich dieser ausgezeichnete Beobachter ein eigenes Observatorium in seinem toggenburgischen Heimatorte Oberhelfenswil, ausgerüstet mit vorzüglichen Instrumenten. Dank seiner zähen Energie und nie erlahmenden Arbeitskraft erwarb er sich, obwohl Autodidakt, einen geachteten Namen unter den Jüngern der meteorologischen Optik.

Mineralogie und Petrographie kommen ausser in einer zusammenfassenden Arbeit EMIL BÄCHLERS über die Höhlen des Säntisgebirges (1904 und 1913) nur in kleineren Mitteilungen zu Worte.

Um die Geologie unseres Vereinsgebietes machte sich in der ersten Periode neben ARNOLD ESCHER VON DER LINTH besonders sein Schüler CARL DEICKE verdient. Seinem lebhaften Tauschverkehr von Petrefakten mit auswärtigen Gelehrten ist es zu verdanken, dass die Appenzeller und St. Galler Versteinerungen allgemein bekannt wurden und in den meisten grössern Museen zu finden sind, wobei DEICKE wesentlich unterstützt wurde durch Pfarrer REHSTEINER, Dr. WILD-SULZBERGER und Architekt KUNKLER,

später durch seine Schüler CHARLES MEIER und RIETMANN. Nach vieljährigen Untersuchungen über die Lagerungsverhältnisse unserer Molasse fasste er die Resultate in einer an der Versammlung der Schweizerischen Naturforscher in Glarus 1851 vorgetragenen Abhandlung zusammen, warmes Interesse bei den Fachgenossen, auch bei LEOPOLD VON BUCH, erweckend. Grundlegende Arbeiten über das Diluvium unserer Gegend verdanken wir ANDREAS GUTZWILLER, der von 1869—1876 an der städtischen Mädchenrealschule lehrte. Schon früh beteiligte sich GUTZWILLER an der geologischen Kartierung der Schweiz durch Aufnahme der Molasse und der jüngern Ablagerungen unserer Gegend auf Blatt IX, IV und V der Dufourkarte. Er bearbeitete auch die unsere Gegend behandelnden Lieferungen 14 und 19 der Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. J. FRÜH unterhielt während seiner Lehrtätigkeit an der Kantonschule in Trogen enge Beziehungen zu unserer Gesellschaft, welche auch nach seiner Übersiedelung nach Zürich weiter gepflegt wurden. „Geologische Begründung der Topographie des Säntis und der Molasse“ betitelt sich seine erste grössere Abhandlung im Jahrbuch 1879/80. Später folgen Beiträge zur Geologie von St. Gallen und Thurgau mit besonderer Berücksichtigung der Kalktuffe, dann die Drumlins-Landschaft mit spezieller Berücksichtigung des alpinen Vorlandes. — Einem Bedürfnis entsprach die unter dem bescheidenen Titel: „Beiträge zur Geologie der Umgebung St. Gallens“ 1901 und 1903 erschienene Arbeit von CHRISTIAN FALKNER und ANDREAS LUDWIG, eine Zusammenfassung der bisherigen Forschungsergebnisse unter kritischer Beleuchtung und Hinzufügung eigener neuer Beobachtungen, mit Beigabe einer kolorierten geologischen Karte. LUDWIG führte die Bearbeitung der Molasse, FALKNER die der diluvialen und alluvialen Erscheinungen durch. Eine genaue Kartierung der südlichen Rheingletscherzungen von St. Gallen bis Aadorf veröffentlichte FALKNER 1908. — Von der rastlosen, neben einem vollen Schulpensum geleiteten Arbeit A. LUDWIGS legen unsere Jahrbücher seit 1893 bis heute Zeugnis ab. Einer grössern Abhandlung über die Kurfürsten-Alvierkette schliessen sich Untersuchungen über glaziale und fluviatile Erosion, über die Ursachen der Eiszeit, die Entstehung des Rheintals und Bodensees und der st. gallischen Molasse an. Eingehende Detailstudien über die Vergletscherung des Säntisgebirges wurden im vergangenen Jahrzehnt von FREY, RUTISHAUSER und TAPPOLET ausgeführt.

Im Namen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft hatte der Genfer ALPHONS FAVRE im Jahre 1867 einen Appell zur Erhaltung der grössten erratischen Blöcke erlassen. Diese Bestrebungen nahm die St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft schon im folgenden Jahre auf und übertrug ihre Ausführung und das Studium der Quartärgebilde einer besonderen Kommission unter DEICKES Führung. In der Folge konnte die Erhaltung der wichtigsten Findlinge vertraglich gesichert werden. Von GUTZWILLER (J. 1873/74), C. W. STEIN (J. 1879/80) und C. REHSTEINER (1900/1901) finden sich Verzeichnisse der erratischen Blöcke mit petrographischen und Herkunftsangaben, deren Zahl sich Anno 1901 auf 175 belief.

Von paläontologischen Arbeiten sind zu nennen ROBERT KELLERS „Beiträge zur Tertiär-Flora des Kantons St. Gallen“ aus den Jahren 1890—1895 und H. BROCKMANN'S „Fossile Pflanzenreste des glazialen Deltas von Kaltbrunn bei Uznach und deren Bedeutung für die Auffassung des Wesens der Eiszeit“ (J. 1908).

An der Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft 1906 in St. Gallen konnte EMIL BÄCHLER, der Nachfolger WARTMANN'S als Vorstand des naturhistorischen Museums, die Belege für die Auffindung einer prähistorischen Kulturstätte in der Wildkirchli-Ebenalphöhle im Säntisgebirge, 1500 m ü. M. vorlegen und ihre Bedeutung für die prähistorische Erforschung unseres Landes kennzeichnen. Noch grösserem Aufsehen weit über die Grenzen unseres Landes hinaus rief die Entdeckung der höchstgelegenen menschlichen Niederlassung des Paläolithikums, des Drachenloches ob Vättis im Taminatale, 2445 m ü. M., welche den Beweis erbrachte, dass der altsteinzeitliche Mensch auf seinen Wanderungen bis ins Hochgebirge vorgedrungen ist. Eine eingehende Würdigung des Drachenloches und seiner Bedeutung als paläontologische Fundstätte und prähistorische Niederlassung aus der Altsteinzeit findet sich im Jahrbuch 1920 und 1921. Als letztes Glied im Trio der st. gallischen Höhlenfundstätten ist das Wildenmannsloch am Selun in den Kurfürsten zu nennen. Der Auswertung dieser Ergebnisse liegt der unermüdliche Forscher zurzeit ob. Das ausserordentlich reiche Fundmaterial dieser drei Höhlen bildet unstreitig den wertvollsten Bestandteil unseres Heimatmuseums; seinem Entdecker und wissen-

schaftlichen Bearbeiter EMIL BÄCHLER sichert es einen bleibenden Ehrenplatz unter der Gelehrtengilde der Prähistoriker.

Die Botanik zählte schon unter den ältesten Mitgliedern der Gesellschaft viele Freunde. Der Botaniker der ersten Periode haben wir eingangs gedacht. Die systematische Erforschung der Kantone St. Gallen und Appenzell nahm BERNHARD WARTMANN sofort nach Übernahme der Leitung der Gesellschaft an die Hand, unterstützt in intensivster Weise von THEODOR SCHLATTER, seinem frühern Schüler, der vor allem als Sammler von Tatsachenmaterial in den noch wenig bekannten Gebietsteilen, aber auch in hervorragendem Masse an dessen Verarbeitung sich verdient gemacht hat. Als reife Frucht dieser Zusammenarbeit erschien in den Berichten der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft von 1880 an die „Kritische Übersicht über die Gefässpflanzen der Kantone St. Gallen und Appenzell“, ein Werk, das lange Jahre hindurch als Muster einer kantonalen Flora galt. — THEODOR SCHLATTER prädestinierten alte Familientradition, persönliche Neigung und Studiengang zum Botaniker. Schon in seiner ersten Publikation „Über die Verbreitung der Alpenpflanzen mit spezieller Berücksichtigung der Verhältnisse in den Kantonen St. Gallen und Appenzell 1872/73“ umschreibt er die Arbeit des Floristen in folgender Weise: „Das Studium einer Flora führt nicht nur zur Kenntnis und systematischen Einregistrierung des vorhandenen Materials, sondern nötigt den Botaniker, diese scheinbar so bunt zusammengewürfelte Vegetation auf ihre Zusammenhänge mit den Nachbarflora zu prüfen und den ursächlichen Bedingungen nachzuspüren, deren Resultat die jetzige Verbreitung der Arten und der zusammengehörigen Gruppen darstellt.“ — Die monographische Bearbeitung einzelner Gebiete in bestimmter Richtung setzte mit Beginn dieses Jahrhunderts ein durch G. BAUMGARTNERS Abhandlung über „Das Kurfirstengebiet in seinen pflanzengeographischen und wirtschaftlichen Verhältnissen“ (J. 1899/1900). 1912 folgte A. ROTHS „Murgtal und die Flumseralpen“, 1920 REINHOLD BOLLETTERS „Vegetationsstudien aus dem Weisstannental“ und MARGRIT VOGTS „Pflanzengeographische Studien im Obertoggenburg“. Mit dem Studium der „Wurzeloorte (Wuchsorte) der gefässführenden Felsenpflanzen des Kurfirsten- und Säntisgebietes und der ihnen entsprechenden Sonderanpassungen“, befassten sich MAX OETTLIS „Beiträge zur Ökologie der Felsflora“ (J. 1903). Als Parallele zu dieser ausschliesslich kalk-

reiche Felsen berücksichtigenden Arbeit unternahm ERNST WETTER eine Bearbeitung der Gefäßpflanzen des Silikatgesteines des Gott-hardgebietes in seiner „Ökologie der Felsflora kalkarmer Gesteine“. H. KÄGI ergänzte diese Arbeiten durch seine Sammeltätigkeit im Mattstock-Speergebiet an der Südwestgrenze unseres Kantons.

Dem Ausbau des jüngsten gegenwärtig in reger Entwicklung begriffenen Sprosses der botanischen Wissenschaft, der mit der Ökologie in enger Wechselbeziehung stehenden Gesellschaftslehre (Pflanzensoziologie) widmete J. BRAUN-BLANQUET seine „Prinzipien einer Systematik der Pflanzengesellschaften auf floristischer Grundlage“ (J. 57. Bd. 1920/21). — Im Sinne der oben genannten „Prinzipien“ ist WALO KOCHS systematisch-kritische Studie „Über die Vegetationseinheiten der Linthebene“ geschrieben.

Der höhern Pilze des Vereinsgebietes war nur in kurzen Mitteilungen gedacht worden bis zum Jahre 1911, als EMIL NÜESCH eine „Übersicht über die Pilze unserer Heimat“ gab. An diese schlossen sich Spezialarbeiten über einzelne Pilzgruppen an.

Zweier verstorbener, in Fachkreisen heute noch geschätzter Botaniker sei noch ein Wort des Gedenkens und des Dankes gewidmet. Der als Flechtenforscher weltbekannte Konstanzer Arzt STIZENBERGER (1827—1894), der schon 1860 der Gesellschaft beitrug, benutzte mit Vorliebe die st. gallischen Berichte, denen er von 1861 bis 1894 eine Reihe grundlegender Arbeiten anvertraute. Besonders hervorragend sind seine in den Bänden 1880 bis 1882 veröffentlichten „Lichenes Helvetici eorumque stationes et distributio“. An seine Seite zu stellen ist der allzufrüh verstorbene Moosforscher AUGUST JÄGER, Besitzer der Hofapotheke in Freiburg i. B. (1842—1877). Seine von 1869 bis 1878 in neun Jahrbüchern erschienene „Adumbratio Florae muscorum totius orbis terrarum“ (Moosflora der ganzen Erde) und die gemeinsam mit SAUERBECK herausgegebenen Nachträge werden bis in die neueste Zeit zu Rate gezogen. Beispielsweise wurden die betreffenden Bände kürzlich vom Museum in Honolulu verlangt. — Die Laub- und Lebermoose des Alviergebietes sammelte A. SCHNYDER (J. 1927), Bryophyten aus dem Toggenburg MARGRIT VOGT (J. 1920).

Der Algenflora hatte sich einzig BERNHARD WARTMANN zu Beginn seiner Laufbahn gewidmet. Sehr zu begrüßen war daher der aus 11jähriger Beobachtung hervorgegangene „Grundriss einer Algenflora des appenzellischen Mittel- und Vorderlandes“ von

A. KURZ, eine Arbeit, die die Feststellung der im Gebiete vorkommenden Algenarten, ihre Vergesellschaftung und ihre ökologischen Eigentümlichkeiten sich zur Aufgabe gemacht hat.

Neuland betrat FRITZ OCHSNER mit seinen Studien über die „Epiphytenvegetation in der Schweiz“, insbesondere des schweizerischen Mittellandes, einer Abhandlung, die versucht, die kryptogame Epiphytenvegetation, die sich aus Algen, Flechten und Moosen rekrutiert, nach modernen Gesichtspunkten der Pflanzensoziologie zu bearbeiten.

Mit variationsstatistischen Untersuchungen und Vererbungsfragen befasste sich PAUL VOGLER.

Sehr interessante Resultate zeitigten PAUL KELLERS „Pollenanalytische Untersuchungen an einigen Mooren des st. gallischen Rheintals“. Sie bestätigten die auf geologischer Ueberlegung beruhende Auffassung TAPPOLETS, dass der Salezer Bergsturz postglazial sei, entschieden ferner die viel diskutierte Frage, ob die essbare Kastanie im nördlichen Alpengebiete autochthon (CHRIST) oder erst zur Römerzeit eingeführt worden sei (ENGLER und SCHLATTER), in letzterem Sinne.

Einen Blick werfend auf die ältesten Überlieferungen im Sankt Gallerlande erinnern wir an eines der kostbarsten Denkmäler aus der frühesten Zeit des Klosters St. Gallen, ein in der Stiftsbibliothek aufbewahrtes, aus vier Häuten zusammengesetztes Pergamentblatt, das den Plan zu einer grossartigen Klosteranlage enthält. Im Jahrbuch 1872/73 erläuterte der Historiker JOHANNES DIERBAUER die Gartenanlagen dieses Klosterplanes vom Jahre 830 und suchte zu entziffern, welche Obstsorten, Heil- und Küchenkräuter bei den Mönchen vor 1100 Jahren in Gebrauch standen.

Zu allen Zeiten hat auch die Zoologie berufene Vertreter gefunden. STEINMÜLLERS, der beiden HARTMANN, PETER SCHEITLINS haben wir bereits eingangs gedacht. Neben den grössern Abhandlungen ALBERT GIRTANNERS, auf den wir nachher noch zu sprechen kommen, enthalten die Jahrbücher eine Fülle von Mitteilungen über einheimische Säugetiere aus der Feder BERNHARD WARTMANNS und EMIL BÄCHLERS. Eine eingehende Würdigung durch EMIL BÄCHLER fand der fossile Elchfund im Rügetswilermoos in der Nähe von Gossau anno 1914.

Auch die vom Wildpark Peter und Paul in St. Gallen, mit dem unsere Gesellschaft stets enge Beziehungen pflegte, im Jahre

1911 ausgegangene Wiedereinbürgerung des Steinwildes in den Schweizeralpen, vorerst im Gebirgsmassiv der Grauen Hörner im St. Galler Oberland und des Piz d'Aela, fand ihren Monographen in EMIL BÄCHLER.

Reichlichen Stoff zur Betätigung bietet unsere Ornithologie. Wir haben in erster Linie eines Namens dankbar zu gedenken, des im schönsten Mannesalter vom unerbittlichen Tode dahingerafften KARL STÖLKER (1839—1878). Die schwankende Gesundheit legte dem warmherzigen Arzte völlige Entsagung von jeder öffentlichen Tätigkeit auf. So widmete er sich ganz der Ornithologie. Seine literarische Tätigkeit stand in enger Beziehung zu der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft. Als Erstlingsarbeit übergab er schon in den Jahren 1865 bis 1867 seinen „Versuch einer Vogelfauna der Kantone St. Gallen und Appenzell“ der Öffentlichkeit, später folgten vier Reihen „ornithologischer Beobachtungen“ mit interessanten Mitteilungen über die Lebensweise seiner Schützlinge. Unendlich viel Zeit und Mühe verwandte er auf die Präparation der umfangreichen, zahlreiche Raritäten aufweisenden Vogelsammlung, deren Objekte dank ihrer lebendigen, naturgetreuen Darstellung heute noch eine Zierde der städtischen Sammlungen bilden. — Weit über seine engere Heimat hinaus als zoologischer Schriftsteller bekannt und geschätzt war STÖLKERS Altersgenosse und Fachkollege ALBERT GIRTANNER (1839—1907). Einer seit einem halben Jahrtausend in St. Gallen ansässigen Bürgerfamilie entsprossen, wird sein Talent, das er in der Erforschung der Tierwelt bekundete, erklärlich durch den Umstand, dass dem Geschlecht der GIRTANNER im Laufe der Zeit eine Reihe tüchtiger Gelehrter in der Schweiz und im Ausland angehört haben. Vor allem zog er die gefiederten Bewohner unserer Alpen in den Kreis seiner Beobachtungen und Forschungen, sich besonders der gefährdeten und aussterbenden Arten annehmend. Seine Stellung als vieljähriges Mitglied der Museumskommission, sowie seine ausgedehnten in- und ausländischen Verbindungen kamen wiederholt unserem naturhistorischen Museum zugute, indem er ihm seltene Vertreter der höhern Tierwelt teils schenkte, teils kaufweise zukommen liess. — Dem im Frühjahr dieses Jahres verstorbenen ERNST ZOLLIKOFER, Präparator, einem Künstler von Gottes Gnaden in seinem Fache, verdankt das Museum zahlreiche Prachtstücke aus der einheimischen Vogelwelt und der Kleinsäugetierfauna. Auch seine Publikationen

zeugen von peinlicher Gewissenhaftigkeit. — H. NOLL-TOBLER in Glarisegg, früher in Kaltbrunn, und HANS KUBLI in Rheineck führen heute die wissenschaftliche Beobachtung der einheimischen Ornithologie weiter.

BERNHARD WARTMANN'S im Jahrbuch 1867/68 erschienene Abhandlung über „Unsere Fischerei“ bietet nicht allein eine klare Übersicht über die einheimischen Fischarten in gedrängter Form; sie ist auch vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus äusserst wertvoll, beleuchtet sie doch das unfassbare Chaos, das noch vor 60 Jahren auf diesem so bedeutsamen Zweig der Urproduktion in unserm gewässerreichen Lande herrschte. Neben der Einführung des Fischregals durch den Staat wird der Förderung rationeller Fischzucht durch Brutanstalten energisch das Wort geredet.

Um die Insektenkunde hat sich in erster Linie MAX TÄSCHLER in St. Fiden verdient gemacht mit der Bearbeitung der Coleopteren- und Lepidopterenfauna der Kantone St. Gallen und Appenzell. Das unübersehbare Heer der Kleinschmetterlinge fand in dem über hervorragendes Zeichnungstalent verfügenden J. MÜLLER-RUTZ einen berufenen Spezialisten und Darsteller. — Unter dem Titel „Zoocecidien von St. Gallen und Umgebung, ein Beitrag zur schweizerischen Gallenkunde“, erwähnt PAUL VOGLER 136 st. gallische und 4 ausserkantonale Gallenarten, begleitet von allgemeinen Betrachtungen über das Wesen der Gallenbildung (J. 1905).

Teils auf eigener Beobachtung, teils auf Grund des Studiums früherer Arbeiten und Sammlungen von G. L. und W. HARTMANN, STEINMÜLLER, J. BLUM und anderer beschrieb ED. VON MARTENS 1889/90 „Die lebenden Mollusken (Schnecken) in den Kantonen Appenzell und St. Gallen“, denen 1892/93 ein Nachtrag von AUGUST ULBRICH folgte.

Auf Anregung unserer Gesellschaft wurden die in ihrem Forschungsgebiete gelegenen Alpenseen durch G. ASPER und J. HEUSCHER in geologischer, hydrogeographischer und faunistischer Richtung untersucht.

Eines St. Gallers, der sich um die Popularisierung der Naturwissenschaften vor allen verdient gemacht hat, wollen wir auch an dieser Stelle gedenken, des feinsinnigen Verfassers eines Volksbuches im besten Sinne des Wortes, des Tierlebens der Alpenwelt, FRIEDRICH VON TSCHUDI.

Die auf Naturschutz hinzielenden Bestrebungen zu unterstützen liess sich unsere Gesellschaft stets angelegen sein. Wir haben bereits der Erhaltung der erratischen Blöcke und der Mithilfe bei der Wiedereinbürgerung des Steinwildes gedacht, sie arbeitete mit an der ersten Pflanzenschutzverordnung, sie gründete 1914 das Reservat für Sumpf- und Wasservögel im Linthgebiet bei Kaltbrunn, das sich schönsten Gedeihens erfreut, sie besitzt kleinere Pflanzen- und Vogelschutzareale im Altrheingebiet und beteiligt sich an der Aufsicht über das Schmidheinsche Reservat bei Heerbrugg im mittleren Rheintal.

Die engsten Beziehungen zu unserer Gesellschaft unterhielt von Anbeginn an der Ärztestand. Haben wir bisanhin derjenigen unter den Ärzten gedacht, die ein naturwissenschaftliches Fachstudium pflegten, so erübrigt uns noch, das allgemein hygienische Gebiet zu berühren. Hier fesselt uns vor allem die überragende Persönlichkeit LAURENZ SONDEREGGERS. Ausgezeichneter Arzt, feinführender Mensch, geistsprühender Redner und Schriftsteller, nie ermüdender Idealist, war SONDEREGGER wie geschaffen, als Vorkämpfer für Hygiene im ganzen Schweizerlande bahnbrechend zu wirken. Wir dürfen ihn mit Stolz auch den unsrigen nennen. Unsern Jahrbüchern hat er jene populären Vorträge anvertraut, die er von 1874 an vor einem gemischten Auditorium gehalten hat und welche später in teilweise veränderter Form in die „Vorposten der Gesundheitspflege“, jenes klassische Volksbuch, übergingen. Die Vorposten haben den Namen SONDEREGGER weit über die Grenzen des Vaterlandes hinausgetragen und ihm einen bleibenden Platz unter den Vertretern der Gesundheitspflege verschafft, wurde doch die Schrift, nachdem sie früher schon in verschiedene Sprachen übersetzt worden war, vom deutschen Reichsausschuss für hygienische Volksbelehrung kürzlich auszugsweise neu herausgegeben. Seine Stellung zu den Naturwissenschaften bekundete er mit folgenden Worten: „Die Naturwissenschaft führt die Pflugschar, welche den ganzen Boden unseres Kulturlebens umackert, und säet in aller Stille Körner, aus denen das geistige Brot für Generationen gemacht wird. Die Naturwissenschaften haben das Leben der Völker tiefer und nachhaltiger verändert und verbessert als die grössten Staatsaktionen und die verheerendsten Kriege. Wenn es ein Stolz ist, unter der Fahne eines grossen und siegreichen Feldherrn zu marschieren, so ist es ein noch viel grösseres Glück,

unter dem Panier der friedfertigen, schöpferischen und erziehenden Naturwissenschaften zu stehen.“

Diese skizzenhafte Übersicht mag Ihnen, hochverehrte Gäste und liebe Freunde, gezeigt haben, dass die St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft je und je, nach Zeitumständen und Vermögen, bestrebt war, einige Knospen am Baume der Wissenschaft zur Entfaltung zu bringen, bescheidene, unscheinbare Blüten, was die eigene Forschertätigkeit anbelangt, erfolgreicher in ihrem Bestreben, naturwissenschaftliche Kenntnisse und Errungenschaften in den Dienst der allgemeinen Volksbildung zu stellen.

In der frohen Zuversicht, es werden die kommenden Tage mit ihren reichen wissenschaftlichen Darbietungen auch der naturwissenschaftlichen Tätigkeit in st. gallischen Landen einen kräftigen Impuls verleihen, erkläre ich die 111. Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft für eröffnet.

Die Bedeutung der Fermente im Haushalte der Natur und das Wesen ihrer Wirkung

VON

EMIL ABDERHALDEN, Halle a. S.

Gewaltig gross sind die Fortschritte naturwissenschaftlicher Erkenntnis, die uns die letzten Jahrzehnte und insbesondere die letzten Jahre gebracht haben. Der Entwicklungsgedanke, der sich bei der Erforschung der Lebewesen als so fruchtbar erwiesen hat, ist jetzt auch auf die unbelebte Natur übertragen. Das Atom ist nicht mehr die letzte Einheit. Wir wissen jetzt, dass alle Elemente in engster genetischer Beziehung zueinander stehen. Umwandlung eines Elementes in ein anderes ist möglich geworden. Das Weltall erhält, vom Entwicklungsgedanken ausgehend, ein ganz anderes Gesicht. Gewiss gibt es Gestirne, deren stoffliche Anteile noch nicht den Grad der Entwicklung erreicht haben, wie er z. B. unserer Erde eigen ist. Es ist weiterhin denkbar, dass es über den jetzigen Zustand hinaus weitere Entwicklungsmöglichkeiten in Gestalt weiterer Elemente gibt. Es kommt alles darauf an, unter welchen Bedingungen die Bausteine der Elemente, die Elektronen, untereinander in Beziehung treten. Noch von einer ganz anderen Seite her hat die Idee der Möglichkeit des Abbaus von Atomen zu den sie zusammensetzenden Elementarteilen grösste Bedeutung erlangt. Wir wissen jetzt, dass der Motor, der alle energetischen Vorgänge in der belebten und in der unbelebten Natur auf Erden direkt oder indirekt treibt, nämlich die Sonne, seine Energie dem Zerfall von Atomen verdankt.

Den fast atemraubenden Fortschritten, insbesondere der physikalischen und chemischen Forschung, hat eine Festung bisher standgehalten, ja, es sind nicht einmal ihre Vorwerke genommen! Es ist dies das Rätsel des Lebens. Was ist Leben? Woher kommt es, und wohin geht es? Wir wissen nur eines, nämlich, dass es Ewigkeitswert hat, und dass Leben von Leben kommt. Wir sind

ausserstande, das Leben als solches zu definieren. Wir können wohl Lebensvorgänge beschreiben, jedoch sein Wesen zurzeit nicht ergründen. Wir können den besonderen Zustand des Zellinhaltes mit all seinen Feinheiten, die Wechselbeziehungen, in denen die einzelnen in ihm enthaltenen Stoffe zueinander stehen usw., als das für Lebensvorgänge Grundlegende bezeichnen, gewonnen ist damit für deren Erkenntnis wenig. Auch die Hervorhebung dessen, dass in Lebewesen Selbstregulationen eine entscheidende Rolle spielen, d. h. ein Vorgang selbsttätig anderen ruft und Kettenreaktionen sich in endloser Folge aneinanderreihen, führt uns nicht über die blosse Feststellung von Erscheinungen hinaus, die eben lebenden Zellen eigen sind!

Die einzelne Zelle lebt. Das gilt auch für den aus solchen zusammengesetzten Organismus. In ihm ist das Leben nicht irgendwo zentralisiert. Daher kommt es, dass das Individuum als solches sterben kann, ohne dass im Augenblick des Eintritts des Todes die einzelnen Zellen ihre Lebensfähigkeit gleichzeitig einbüßen. Das Herz, selbst des Menschen, kann nach dem Tode des Individuums unter geeigneten Bedingungen noch stundenlang schlagend erhalten werden. Es erfüllt ausserhalb des Organismus seine mechanischen Funktionen weiter. Wir können Zellen von einem Individuum im Reagensglas züchten. Sie vermehren sich unter geeigneten Bedingungen und können bei sorgsamer Kultur viele Jahre hindurch funktionstüchtig erhalten werden. Das Individuum, von dem sie herkommen, ist seit Jahren tot und schon längst verwest! Es lebt in gewissem Sinne ein Anteil von ihm im Reagensglas weiter. Im Laufe der Zeit können, von wenigen Zellen ausgehend, gewaltige Gewebemassen im Kulturversuch erzeugt werden.

Lange Zeit hindurch begnügte man sich damit, die Unterschiede zwischen belebter und unbelebter Natur festzustellen. Ja, eine Zeitlang schien es, als ob die Forschung vor dem Problem Leben ein für allemal haltzumachen beabsichtigte. Man begann von einer der unbelebten Natur fehlenden Lebenskraft zu sprechen und führte auf diese die Besonderheit der Lebensvorgänge zurück. Gegen eine solche künstlich errichtete Schranke wurde jedoch mit Recht Sturm gelaufen. Nichts wäre verkehrter, als der wissenschaftlichen Erkenntnis Grenzen zu setzen. Der Forscher muss, soll er seine Aufgaben in vollem Umfang erfüllen, allen ihm entgegenstehenden Schwierigkeiten trotzen. Er muss auf der einen

Seite genau wissen, was an tatsächlicher Erkenntnis vorhanden ist, gleichzeitig jedoch danach streben, Aufgaben, die heute noch als unlösbar erscheinen, zu lösen. Fortschritte in unserer wissenschaftlichen Erkenntnis bahnen sich in der Regel dann an, wenn klare Fragen gestellt werden. Es hat dies zur Voraussetzung, dass die Wissenschaft einen bestimmten Stand erreicht hat.

Es bedeutete einen grossen Fortschritt, als der Frage nachgegangen wurde, ob Gesetzmässigkeiten, die Vorgänge in der unbelebten Natur beherrschen, auch in der belebten Natur wirksam sind. Es konnte in exakter Weise nachgewiesen werden, dass das der Fall ist. So gilt, um nur eines hervorzuheben, das Gesetz der Erhaltung der Energie für die belebte Natur genau ebenso wie für die unbelebte. Mit dem Abrücken von der Annahme einer besonderen Lebenskraft war die Bahn freigegeben für die experimentelle Forschung. Sie wurde besonders stark durch jene Entdeckung beeinflusst, die vor kurzem in der ganzen Welt gefeiert worden ist, nämlich die Beobachtung der Bildung von Harnstoff ausserhalb des Organismus durch WÖHLER. In rascher Folge reihte sich Synthese an Synthese von Naturstoffen. Kaum ist in der heutigen Zeit die Struktur einer von der Organismenwelt hervorgebrachten Verbindung auf analytischem Wege aufgeklärt, so hat auch schon in der Regel der Chemiker die betreffende Verbindung auf verschiedenen Wegen künstlich dargestellt. Es sei in dieser Beziehung an die Darstellung von Pflanzenfarbstoffen, von verschiedenen Alkaloiden erinnert und insbesondere auf die Synthese von Hormonen, d. h. jener Stoffe hingewiesen, die in unserem Organismus von bestimmten Zellarten gebildet und dann ausgesendet werden, um bestimmte Funktionen entscheidend zu beeinflussen. So ist das Hormon der Schilddrüse, das Thyroxin, und ferner dasjenige des Nebennierenmarkes, das Adrenalin, der Synthese zugänglich. Unabhängig vom lebenden Organismus lassen sie sich in beliebiger Menge herstellen und in Organismen zur Wirkung bringen.

Trotz grosser Fortschritte auf dem Gebiete der Nachahmung von Leistungen lebender Organismen blieb zunächst die Kluft, die zwischen Lebensvorgängen und jenen Reaktionen zu klaffen schien, die der Chemiker im Reagensglas zum Ablauf bringt, unvermindert gross, waren doch die Bedingungen, unter denen im Laboratorium bestimmte chemische Vorgänge herbeigeführt werden, ganz andere als die, die in der lebenden Zelle vorhanden sind. Mit der Zeit lernte je-

doch der Chemiker bestimmte Reaktionen unter Verhältnissen durchzuführen, die den in Lebewesen vorhandenen sich stark nähern. Es war die Entdeckung, dass Reaktionen, die unter gewöhnlichen Verhältnissen zu ihrem Verlauf z. B. einer sehr hohen Temperatur benötigen, sich bei erheblich niedrigerer mit mehr oder weniger grosser Geschwindigkeit vollziehen, wenn bestimmte Stoffe zugegen sind, die in dieser Richtung bahnbrechend wurde. Sie wirken allein durch ihre Gegenwart. Geringe Mengen von ihnen genügen, um den zeitlichen Verlauf bestimmter Reaktionen umfassend zu beeinflussen. Nach deren Ablauf sind sie in der Regel unverändert zur Stelle und bereit, neue entsprechende Reaktionen zu beeinflussen. Man hat von Katalysatoren gesprochen. Sie haben eine ungeahnte Bedeutung erlangt. Ungezählte chemische Reaktionen werden jetzt in der Technik unter Zuhilfenahme von Katalysatoren durchgeführt. Es sei an der Vereinigung von Stickstoff und Wasserstoff (Verfahren von HABER) und an die Härtung von Ölen (Anlagerung von Wasserstoff an ungesättigte Fettsäuren erinnert, um nur einige Beispiele aus der kaum mehr übersehbaren Anzahl von Einzelfällen zu erwähnen.

Mit der Feststellung, dass sich mittels Katalysatoren chemische Reaktionen unter Bedingungen zum Ablauf bringen lassen, die den in lebenden Organismen herrschenden sich nähern, war die oben erwähnte Kluft zwar noch nicht beseitigt, wohl aber sind Vorstösse gemacht, die vielleicht in nicht zu ferner Zeit zu ihrer Überbrückung führen. Wir wissen nämlich, dass in den Zellen bei der Durchführung von Reaktionen Stoffe eine grundlegende Rolle spielen, die manche Analogien mit den Katalysatoren besitzen. Sie sind Fermente genannt worden. Sie wirken in Spuren und bedürfen, um ihren Einfluss entfalten zu können, ganz bestimmter Bedingungen. So ist z. B. ein bestimmter Wasserstoffionenbereich für ihre Wirkung besonders günstig. Man spricht von einem Optimum der Wasserstoffionenkonzentration. Von grosser Bedeutung ist auch ein bestimmter Temperaturbereich. Die Fermente befinden sich nach Ablauf der Reaktion unverändert wieder. Sie können von neuem wirksam werden und so Umsetzungen von grossem Ausmasse herbeiführen. Für die Fermente ist charakteristisch, dass sie mehr oder weniger spezifisch auf bestimmte Verbindungen eingestellt sind. In der Regel finden sich in Zellen, die bestimmte zusammengesetzte Verbindungen enthalten, auch die zugehörigen Fermente,

das imstande sind, jene zu verändern. Die Zugehörigkeit von Ferment und Substrat kommt in der Namengebung zum Ausdruck. So nennt man z. B. jens Ferment, das Milchzucker = Laktose in seine Bausteine Glukose (Traubenzucker) und Galaktose zu spalten vermag, Laktose. Maltase spaltet Maltose = Malzzucker in zwei Traubenzuckermoleküle, Saccharase Saccharose (Rohrzucker) in ein Molekül Glukose und ein Molekül Fruktose (Fruchtzucker). Proteasen spalten Proteine (Eiweisskörper) unter Aufnahme von Wasser auf.

Die Natur der Fermente ist von verschiedenen Forschern und zu verschiedenen Zeiten verschieden beurteilt worden. Trotz heissen Bemühens wollte es nicht gelingen, Fermente in reinem Zustand zu isolieren. Einen grossen Fortschritt bedeuten in dieser Hinsicht die Forschungen von R. WILLSTÄTTER und von H. v. EULER. Wir verdanken insbesondere dem ersten Forscher Methoden, die Fermente weitgehend von Beimengungen zu befreien gestatten. Durch Adsorption von in Lösungen enthaltenen Fermenten an bestimmte Adsorbentien gelingt es, unter Innehaltung bestimmter Bedingungen Fermente anzureichern. Für die Fermentwirkung nicht erforderliche Beimengungen bleiben in Lösung. Es wird dann das adsorbierte Ferment wieder vom Adsorbens abgetrennt (eluiert). Der Vorgang kann wiederholt werden. Es glückte so, hochwertige Fermentlösungen zu erzielen. Das gestellte Ziel jedoch, Fermente in reinem Zustand zu gewinnen, ist bisher auf diesem Wege nicht erreicht worden. Einen grossen Fortschritt bedeuten Beobachtungen der allerneuesten Zeit über kristallisierte Fermente. So hat SUMNER mitgeteilt, dass es ihm gelungen sei, Urease (ein Ferment, das Harnstoff spaltet) in Kristallform zu gewinnen. NORTHROP berichtet über kristallisiertes Pepsin. In beiden Fällen liegen offenbar Eiweisskristalle vor. Es ist möglich, dass diese nicht in ihrer Gesamtheit Ferment sind, vielmehr könnte dieses in der Oberfläche der in Frage kommenden Proteine adsorbiert sein. Es spricht jedoch sehr vieles dafür, dass sowohl die Urease als auch das Pepsin mit den isolierten Kristallen identisch sind. Trifft diese Annahme zu, dann ist endgültig bewiesen, was ja an und für sich in höchstem Grade wahrscheinlich ist, dass die Fermente wirklich stoffliche Natur haben. In früheren Zeiten dachte man an rätselhafte Wirkungen, die von einem unbekanntem X ausgehen sollten. Es wurde an Energieübertragungen (Schwingungen und dergleichen) gedacht.

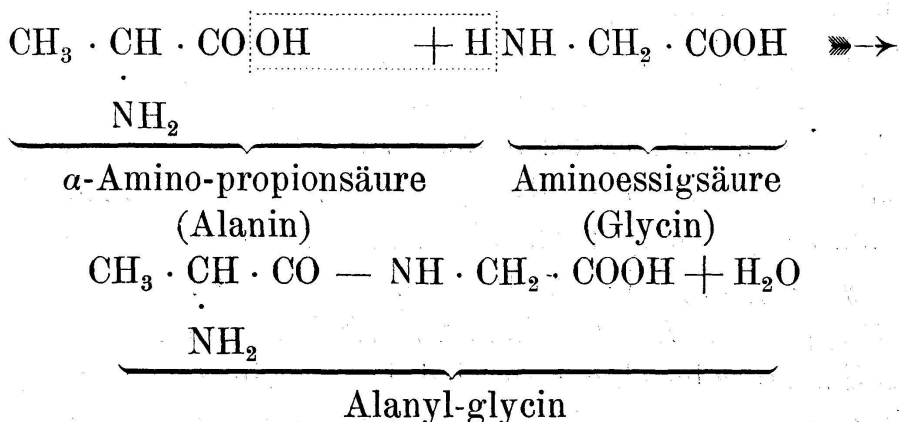
Wie schon erwähnt, ist die Wirkung der einzelnen Fermente an bestimmte Bedingungen geknüpft. Unter diesen hat von jeher die Wasserstoffionenkonzentration besonderes Interesse hervorgerufen. Man überlegte, welche Bedeutung ihr zukommt. MICHAELIS, NORTHROP und andere Forscher stellen sich vor, dass die Fermente in einem bestimmten Zustand wirksam sind, teils als Kation, teils als Anion. FODOR denkt an einen bestimmten Zustand des Fermentkolloids, bzw. eines im kolloiden Zustand vorhandenen Begleitkörpers, der in gewissem Sinne als Vermittler der ganzen Fermentreaktion dient. Es ist ferner auch an eine Beeinflussung des Substrates gedacht worden.

Immer wieder ist versucht worden, tiefer in das Wesen der Fermentwirkung einzudringen. Beherrscht wurde der ganze Vorstellungskreis über dieses durch die Definition der Wirkung der Katalysatoren, die ohne weiteres auf Fermente übertragen wurde. Sie besagt, dass bereits im Gange befindliche Reaktionen durch die Anwesenheit bestimmter Stoffe zeitlich mehr oder weniger stark beschleunigt werden. Nach dieser Ansicht vermögen Katalysatoren und somit auch Fermente nicht Reaktionen auszulösen.

Bei der Erforschung von Möglichkeiten, wie Lebensvorgänge sich im einzelnen abspielen, haben sich von jeher sogenannte Modellversuche als fruchtbar erwiesen. Freilich muss bei der Übertragung der mit ihrer Hilfe gewonnenen Ergebnisse auf Lebensvorgänge sehr kritisch und vorsichtig verfahren werden. Es darf nicht die bloße Analogie mit Identität verwechselt werden. Auch auf dem Fermentgebiete sind Modelle zur Erforschung des Wesens der Fermentwirkung mit Erfolg zur Anwendung gekommen. EMIL FISCHER, dem wir sehr viele grundlegende Entdeckungen auf dem Gebiete der physiologischen Chemie verdanken, nahm die Beobachtung der ausserordentlich weitgehenden spezifischen Einstellung von Fermenten auf bestimmte Substrate zum Anlass, bestimmte Vorstellungen über die Art der Beziehungen von Ferment und Substrat zueinander zu entwickeln, und zwar dachte er an die Bildung einer Zwischenverbindung. Er zeigte, dass geringe Veränderungen in der Anordnung von an asymmetrischen Kohlenstoffatomen verankerten Massen im Raum genügen, um einem bestimmten Fermentkomplex die Wirkung zu nehmen oder aber sie zu ermöglichen. EMIL FISCHER stellte sich vor, dass die Fermente selbst asymmetrisch gebaut sind und mittels bestimmter Atom-

gruppierungen an entsprechende des Substrates verankert werden. Es erfolgt dann die durch das Ferment veranlasste Reaktion. Das Ferment wird hierauf wieder frei und kann mit neuem Substrat eine Verbindung eingehen. Diese Vorstellung hat sich als sehr fruchtbar erwiesen und ist auch zur Erklärung der Wirkung von Katalysatoren der unbelebten Natur mit Erfolg herangezogen worden. Wir wissen, dass der Reaktionsverlauf bei Vorhandensein der gleichen Stoffe stark abhängig ist von der Art des Katalysators, d. h. es finden sich auch bei den Katalysatoren der unbelebten Natur spezifische Wirkungen. Sie finden ihre Erklärung am ungezwungensten in der Annahme der Bildung einer Zwischenverbindung.

Einen weiteren Einblick in das Wesen der Fermentwirkung ergaben Beobachtungen der folgenden Art. Es sei kurz eingefügt, dass Eiweiss aus Aminosäuren aufgebaut ist. Es sind dies Verbindungen, die sich im wesentlichen von Fettsäuren ableiten, und zwar ist in solche bestimmter Art in α -Stellung eine Aminogruppe (NH_2 -Gruppe) eingefügt. Wir kennen zurzeit 22 verschiedene derartige Eiweissbausteine. Sie gehören zum Teil der aliphatischen und zum Teil der aromatischen Reihe an. Die einzelnen Aminosäuren sind im Eiweiss in bestimmter Weise untereinander verknüpft. Sicher feststeht die säureamidartige Verknüpfung von Eiweissbausteinen, d. h. es vereinigt sich unter Wasseraustritt der eine Eiweissbaustein mit seiner Karboxylgruppe (COOH -Gruppe) mit der Aminogruppe (NH_2 -Gruppe) einer weiteren Aminosäure u. s. f. EMIL FISCHER hat derartige Verbindungen Polypeptide genannt. Das beifolgende Beispiel zeigt, wie die Struktur einer solchen Verbindung beschaffen ist:



Eine grosse Zahl von Kombinationen von Aminosäuren der genannten Art wird von bestimmten Fermenten unter Wasserauf-

nahme gespalten. Auch verdünntes Alkali hydrolysiert manche davon und zwar bereits bei gewöhnlicher Temperatur. Es sind nun zahlreiche Polypeptide der Einwirkung von *n*-Alkali bei 37° unterworfen worden. Es wurde der zeitliche Verlauf der Hydrolyse bestimmt. Er kann sehr leicht verfolgt werden, bildet sich doch bei jeder Lösung einer OC-NH-Bindung eine NH₂- und eine COOH-Gruppe. Wir besitzen sehr exakte Methoden, um das In-Erscheinung-treten der genannten Gruppen festzustellen. Es zeigte sich nun, dass die Spaltbarkeit von Polypeptiden, an deren Aufbau verschiedene Aminosäuren beteiligt sind, eine sehr verschiedene ist. Auch die Reihenfolge, in denen die einzelnen Eiweissbausteine zusammengesetzt sind, macht sich geltend. Es ergab sich nun, dass Polypeptide, die von *n*-Alkali bei 37° innerhalb gewisser Zeit nicht merkbar angegriffen werden, von Fermenten (Trypsin-Kinase, Erepsin) rasch aufgespalten werden. Andere, die von verdünntem Alkali rasch in ihre Bausteine zerlegt werden, widerstehen dem Angriff durch die genannten Fermente. Diese Beobachtungen zeigen, dass die Definition der Fermente als Stoffe, die ausschliesslich im Gange befindliche Reaktionen zeitlich beschleunigen, nicht zu Recht bestehen kann. Das Ferment löst vielmehr bestimmte Reaktionen aus.

Von besonderem Interesse sind Beobachtungen der folgenden Art. Es lassen sich sehr leicht Derivate von Polypeptiden herstellen. Vor allen Dingen bietet ihre NH₂-Gruppe Gelegenheit, bestimmte Gruppen einzuführen. Es sind in grosser Zahl Polypeptid-Derivate dargestellt worden, bei denen die NH₂-Gruppe besetzt ist, und in geringer Zahl auch solche, deren Karboxylgruppe eine Abdeckung erfahren hat. Es zeigte sich nun, dass mit der Einführung bestimmter Gruppen weitgehende Änderungen in dem Verhalten der Polypeptide gegenüber verdünntem Alkali vor sich gehen. Je nach der Art der eingeführten Gruppe wird der zeitliche Verlauf der Hydrolyse durch verdünntes Alkali beschleunigt oder aber weitgehend gehemmt. Aus der grossen Zahl von Beobachtungen sei nur hervorgehoben, dass die Einführung der Benzoyl- und Phenylisozyanatgruppe in der Regel bewirkt, dass die Lösung von OC-NH-Gruppen bei Anwesenheit von Hydroxylionen in bestimmter Konzentration stark beschleunigt wird. Durch Einführung der β -Naphthalinsulfogruppe lassen sich Polypeptide, die von *n*-Alkali bei 37° in bestimmter Zeit weitgehend aufgespalten werden, stabilisieren, so dass eine Hydrolyse mehr oder weniger vollständig unterbleibt.

Die eben mitgeteilten Beobachtungen regen zu folgenden Überlegungen über das Wesen der Fermentwirkung an. Die Fermente treten mit jenen Substraten, auf die sie eingestellt sind, in Verbindung. Es entsteht ein Produkt mit vollständig neuen Eigenschaften. Die ganze Innenstruktur des entstandenen Komplexes ist weitgehend verändert. Jene Hydroxylionenkonzentration, die vor der Entstehung der Fermentsubstratverbindung ausserstande war, spaltend zu wirken, wird jetzt wirksam, weil innerhalb der Substratfermentverbindung bestimmte Atomgruppierungen in einen solchen Zustand gebracht worden sind, dass Wasseranlagerung möglich ist. Es ist sehr verlockend, die Elektronentheorie zur Erklärung der mit der Derivatbildung sich ausbildenden Umstellungen heranzuziehen!

Wir erkennen aus dieser Darstellung, dass die Hydroxylionenkonzentration als solche mancherlei Funktionen besitzt. Einmal bedarf offenbar die Verknüpfung von Ferment und Substrat bestimmter Bedingungen, unter denen die Hydroxylionenkonzentration an erster Stelle steht. Der Zustand des Fermentes und des Substrates und dann die Affinitätsbeziehungen beider zueinander werden beeinflusst. Endlich kommt es unter ihrem Einfluss zur Wasseranlagerung, und zwar im Beispiel der Polypeptide an OC-NH-Bindungen, nachdem diese durch die Bildung der Fermentsubstratzwischenverbindung eine Lockerung erfahren haben. Aus dieser Darstellung geht hervor, dass wir den grössten Wert auf den Umstand legen, dass durch die Aufnahme von Beziehungen zwischen Ferment und Substrat ein Produkt mit neuen Eigenschaften entsteht. Das Wesen der Fermentwirkung beruht somit auf der durch den Fermentkomplex hervorgerufenen Veränderung des Gefüges des Substrates. Der Umstand, dass Benzoyl- und Phenylisozyanat-Derivate von Polypeptiden von *n*-Alkali bei 37° viel rascher zur Aufspaltung gelangen als die freien Substrate, bedeutet, dass eine Hydrolyse der ersteren bei einer Hydroxylionenkonzentration möglich ist, bei der das freie Polypeptid innerhalb gewisser Zeit noch keine Aufspaltung von OC-NH-Bindungen zeigt. Tritt an Stelle der genannten Gruppen der Fermentkomplex ein, dann erfolgt die Aufspaltung des Substrates bei noch niedrigerer Hydroxylionenkonzentration. Ist die Spaltung vollzogen, dann ist die Affinität zwischen Ferment und jenem Spaltstück des Ausgangssubstrates, an dem es haftet, geringer als die zum ursprünglichen Substrat.

Es steht das Ferment nach vollzogener Funktion wieder zur Verfügung. Hierin unterscheidet sich das Fermentderivat von Substraten von den erwähnten Modellen. Die in Polypeptide eingeführte Gruppe bleibt am Spaltstück haften und tritt nicht erneut in Funktion.

Die Idee, dass Fermente sich mit Substraten verbinden, hat zur Frage geführt, ob für die Verankerung beim Substrat und beim Ferment bestimmte Gruppen in Frage kommen. Bei den Polypeptiden ist an die Amino- und an die Karboxylgruppe als die Verankerungsstelle gedacht worden (H. v. EULER, WALDSCHMIDT-LEITZ u. a.). Doch liegt einstweilen nur eine Vermutung vor. Noch weniger begründet sind Ansichten über jene Atomgruppierungen, die dem Ferment die Bindung mit dem Substrat ermöglichen, kennen wir doch bis jetzt noch kein einziges Ferment seiner Struktur nach.

Es sind zahlreiche weitere Beobachtungen gemacht worden, die die Hoffnung als berechtigt erscheinen lassen, dass mittels Modellversuchen tiefer in das Problem des Wesens der Fermentwirkung eingedrungen werden kann. Hierher gehört z. B. der Befund dass Halogenazylaminosäuren und Halogenacylpolypeptide sich bei der Einwirkung von Ammoniak bzw. Alkali in Hinsicht auf den Austausch des Halogens sehr verschieden verhalten. Als Beispiel sei angeführt, das α -Bromisovaleryl-leucin das Halogen nur ganz langsam gegen die NH_2 -Gruppe austauscht. Es dauert viele Tage, bis auch nur ein Teil der genannten Verbindung aminiert ist. Lässt man dagegen auf α -Bromisovaleryl-prolin Ammoniak einwirken, dann erfolgt die Aminierung ausserordentlich rasch. Verknüpft man den Bromazetylrest mit allen bekannten Aminosäuren, dann zeigt sich, dass bei der Einwirkung von *n*-Alkali bei 37° die Halogenabspaltung bei den einzelnen Verbindungen verschieden rasch verläuft. Führt man die Bromazetylgruppe in Di-, Tri-, Tetra- usw. peptide ein, dann verläuft die Halogenabspaltung in der Regel um so rascher, je länger die Polypeptidkette ist. Interessant ist, dass die Schnelligkeit, mit der das Halogen zur Abspaltung kommt, verschieden ist, wenn Halogenazylverbindungen von isomeren Polypeptiden vorliegen. Diese Beobachtungen zeigen, welch tiefgehender Einfluss auf das Gesamtmolekül zur Auswirkung kommt, wenn bestimmte Verbindungen zur Verknüpfung kommen. Ohne Zweifel sind unsere ganzen Vorstellungen über die Struktur von in Lösung befindlichen Verbindungen noch in mancher Hin-

sicht recht unvollkommen und verhindern zurzeit einen klaren Einblick in jene Umstellungen, die einer Hydrolyse vorangehen und sie begleiten.

Ein ganz besonders interessanter Fall spezifischer Beeinflussung von Substraten durch die in solchen vereinigten Bausteine ist der folgende. Stellt man, von einem razemischen Halogenazylchlorid und einer razemischen Aminosäure ausgehend, die entsprechende Halogenazylaminosäure dar, dann erhält man zwei Razemkörper. Es sind in jedem zwei asymmetrische Kohlenstoffatome vorhanden. Bezeichnen wir die nach links drehenden Anteile der Halogenazylverbindungen mit *l* und die nach rechts drehenden mit *d*, dann enthält der eine Razemkörper die Kombination *l-l+d-d*. Der andere Razemkörper besteht aus der Kombination *dl+ld*. So ist z. B., ausgehend von *dl-α*-Brompropionylchlorid und *dl*-Norvalin die Verbindung *dl-α*-Brompropionyl-*dl*-norvalin dargestellt worden. Es gelang, die theoretisch möglichen beiden Razemkörper infolge ihrer verschiedenen Löslichkeit in Wasser zu trennen. Der eine erhielt die Bezeichnung A. Der andere wurde mit dem Buchstaben B bezeichnet. Es zeigte sich nun, dass das Brom aus der Verbindung A viel rascher abgespalten wird als aus dem Körper B. Diese Beobachtung war vollständig unerwartet und überraschend. Um sie sicherzustellen, wurden sämtliche in den beiden Razemkörpern vorhandenen optisch-aktiven Komponenten synthetisch dargestellt, nämlich *d*-Brompropionyl-*d*-norvalin, *l-α*-Brompropionyl-*l*-norvalin, *l-α*-Brompropionyl-*d*-valin und *d-α*-Brompropionyl-*l*-norvalin. Es ergab sich, dass die *d-d*- und die *l-l*-Verbindung bei der Einwirkung von *n*-Alkali das Halogen viel rascher abgaben als die *d-l*- und *l-d*-Kombination, und zwar verhielten sich die zuerst genannten Verbindungen wie Razemkörper A und die zuletzt genannten wie Razemkörper B.

Wir haben bereits eingangs hervorgehoben, welche grosse Bedeutung den Fermenten im Zelleben zukommt. Wird dereinst das Wesen ihrer Wirkung vollkommen aufgeklärt sein, und wird darüber hinaus ihre Struktur erkannt und glückt im Anschluss daran die Synthese von Fermenten, dann ist ohne jeden Zweifel das Rätsel des Lebens weitgehend gelöst. Beim jetzigen Stand der Wissenschaft müssen wir hervorheben, dass zur Definition der Fermentnatur einstweilen noch der Hinweis gehört, dass sie von Zellen hervorgebracht werden. Freilich ist ihre Wirkung auch ausserhalb

von solchen möglich. Früher glaubte man, dass ein Unterschied bestehe zwischen Fermenten, die in Sekreten zur Abgabe gelangen und solchen, die in Zellen festgehalten ihre Wirkung entfalten. Seitdem BUCHNER gezeigt hat, dass die alkoholische Gärung, deren Fermentnatur frühzeitig erkannt worden ist, auch dann vor sich geht, wenn Hefezellen vollkommen zerstört sind, und aus ihnen Presssaft bereitet wird, ist der Unterschied zwischen Zellfermenten und Fermenten, die von Zellen nach aussen abgegeben werden, gefallen. Es bedeutet einen grossen Fortschritt, dass eine einheitliche Betrachtung der Fermentwirkungen möglich geworden ist.

Die Fermente spielen über den Einzelorganismus hinaus in der gesamten Natur eine hervorragende Rolle. Sie sind Arbeiter an ihrem Fliessband! In unendlicher Mannigfaltigkeit bauen Zellen der verschiedensten Art organische Verbindungen auf, zum Teil kombiniert mit anorganischen. Jede Zellart enthält besondere Baustoffe. Die Gesamtheit des Zellinhalts mit all seinen chemischen, physikalischen und physikalisch-chemischen Eigenschaften bestimmt den Funktionscharakter der Zellen. Daneben weist jede Zelle einen bestimmten Charakter auf. Auch zusammengesetzte Organismen enthalten Zellen mit arteigenem Charakter. Zugleich sind die in den einzelnen Geweben vorhandenen Stoffe zusammengesetzter Natur, und das gilt insbesondere für die Eiweissstoffe, zelleigen. Wie kann nun jede einzelne Organismenart, gleichgültig, ob sie einzellig oder mehrzellig ist, ihren Artcharakter bewahren? Es ist dies dadurch möglich, dass jede Zelle Fermente besitzt, mit Hilfe derer sie Verbindungen zusammengesetzter Art zerlegen kann. Nun finden wir in der Natur zwar eine ungeheure Mannigfaltigkeit an zusammengesetzten Verbindungen. Zerlegt man diese jedoch in ihre Bausteine, dann erkennt man, dass im grossen und ganzen immer wieder dieselben wiederkehren. Ihre Anzahl ist weitgehend beschränkt. Betrachten wir z. B. unsere Nahrungsstoffe, dann kommt trotz der grossen Mannigfaltigkeit der Kohlenhydrate, insbesondere der Pflanzenwelt, im wesentlichen als Zellnahrungstoff nur der Traubenzucker in Betracht. Die Fette liefern Glycerin und Fettsäuren. Die Eiweissstoffe enthalten eine grössere Anzahl verschiedener Bausteine. Ihre Zahl ist aber auch beschränkt. Im Verdauungskanal wird aus den kunstvoll gebauten Bestandteilen der Nahrung, die ja in jedem Falle aus Zellen besteht, mittels der Fermente der Verdauungssäfte Baustein von Baustein gelöst, bis

schliesslich ein Gemisch von indifferenten Verbindungen übrigbleibt. Unsere Körperzellen erfahren nie, welcher Art die aufgenommene Nahrung war. Das Blut führt den einzelnen Zellen jahraus, jahrein immer wieder dieselben Baustoffe und Energiematerialien zu. Jede Zelle kann die übernommenen Produkte entsprechend dem vorhandenen Bedarf verwenden und aus ihnen nach eigenen Plänen zusammengesetzte Verbindungen aufbauen. Zellfermente sind es, die solche wieder zum Abbau bringen und damit Stoffwechselfvorgänge einleiten. In den Zellen sind ferner Fermente vorhanden, die Bausteine von zusammengesetzten Verbindungen weiter zu zerlegen imstande sind, wobei zugleich Energie in fein abgestuftem Ausmasse in Freiheit gesetzt wird. Schliesslich kommt es zur Bildung von Stoffwechselfprodukten, die aus unserem Körper ausgeschieden werden.

Unser ganzer Zellstaat stellt eine Einheit dar. Die Zahl der Fermente ist insofern beschränkt, als nur solche vorhanden sind, die eine Einstellung auf jene Produkte besitzen, die jenseits des Darmkanals vorkommen. So fehlt in unseren Geweben z. B. ein Ferment, das Rohrzucker spalten kann. In der Tat kommt unter normalen Verhältnissen dieser Zucker niemals jenseits der Darmwand vor. Er wird im Darmkanal in seine Bausteine gespalten. Nur diese werden resorbiert.

Es ist die Frage aufgeworfen worden, was geschieht, wenn man art- bzw. blutfremde Stoffe ins Blut einführt. Wird der bei normaler Zufuhr im Magendarmkanal vor sich gehende Abbau nachgeholt? Es ist dies in der Tat der Fall. Die Versuchsanordnung zur Prüfung der gestellten Frage ist eine sehr einfache. Entnimmt man z. B. einem Hunde Blut, und lässt man das nach dessen Gerinnung sich bildende Serum auf Eiweiss einwirken, dann beobachtet man keine Veränderung desselben. Führt man dem betreffenden Tier jedoch Eiweiss parenteral, d. h. mit Umgehung des Darmkanals zu, dann zeigt sein Blutserum ganz neue Eigenschaften. Es vermag jetzt den zugeführten Eiweisskörper abzubauen. Diese Beobachtung hat zur Frage geführt, ob nicht z. B. während der Schwangerschaft Verhältnisse entstehen, die eine Überführung von zwar arteigenem, jedoch blutfremdem Material in das Blut zur Folge haben. In der Literatur finden sich nämlich Angaben, denen zufolge von der Plazenta aus Chorionzottenzellen in die mütterliche Blutbahn verschleppt werden. Mit der Zeit verschwinden diese aus dem Blute. Es konnte nun gezeigt werden, dass Blutserum von

Schwangeren in der Regel Plazentaeiweiss abzubauen vermag, während die genannte Körperflüssigkeit von Nichtschwangeren das genannte Protein unangetastet lässt.¹ In der Folge liess sich zeigen, dass auch bei Geschwülsten (Karzinom, Sarkom), bei Infektionen usw. im Blute Fermente mit spezifischer Einstellung auf bestimmte Substrate auftreten. Sie konnten aus diesem isoliert und für sich zur Wirkung gebracht werden. Ferner glückte der Nachweis, dass die in Frage stehenden Fermente durch die Nieren ausgeschieden werden. An Stelle von Serum kann ebensogut Harn zum Nachweis der als *Abwehrfermente* bezeichneten Fermente verwendet werden. Ohne Zweifel spielen Fermente bei Beseitigung von fremdartigen Produkten zusammengesetzter Natur eine grosse Rolle. In dem Augenblick, in dem sich z. B. Mikroorganismen (z. B. Tuberkelbazillen) im Organismus ansiedeln, ist die Einheit des Zellstaates durchbrochen. Die Eindringlinge haben ihren eigenen Stoffwechsel. Gehen sie zugrunde, dann kommen fremdartige, zusammengesetzte Produkte ins Blut. Sie zerstören ferner vielfach Gewebszellen und bewirken, dass auch von dieser Seite aus zwar arteigene, jedoch blutfremde Produkte dem Blut übergeben werden. Der Organismus bringt diesen Produkten gegenüber Fermente zur Wirkung. Es kommt zu Abbauvorgängen. Ich zweifle nicht daran, dass die zahlreichen sogenannten Immunitätsreaktionen in direkter oder indirekter Beziehung zu Produkten stehen, die ihre Entstehung Fermentvorgängen verdanken. Man wird ohne Zweifel in nicht allzu ferner Zeit an Stelle von Blut Harn verwenden, um dem Wesen der einzelnen Immunitätsvorgänge näherzukommen. Harn steht in beliebiger Menge zur Verfügung. Aus ihm können wirksame Produkte isoliert werden. Es eröffnet sich hier ein Forschungsgebiet von grösstem Ausmasse.

Die Fermente vermitteln nicht nur den Übergang der an sich körperfremden Nahrung in Produkte, denen die Artfremdheit genommen ist, vielmehr gliedern sie das einzelne Individuum nach dessen Tode wieder in den Kreislauf der Stoffe ein. Der kunstvolle Bau des einzelnen Lebewesens wird unter Fermentwirkung weitgehend zerstört. Es bleiben schliesslich einfachste Produkte übrig, die wiederum Nahrungsstoffe für Mikroorganismen und vor allen Dingen für die Pflanzenwelt sind. Da wo eben der Tod seine Ernte gehalten hat, erblüht neues Leben in Gestalt von Pflanzen!

¹ Vgl. hierzu: Abderhaldensche Reaktion. 5. Aufl. J. Springer, Berlin 1922.

Aus der Werkstätte eines mineralogisch-petrographischen Instituts

Von

P. NIGGLI

Professor an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich

In dem bald hundert Jahre alten, heute noch lesenswerten Werk: „Die Geschichte der induktiven Wissenschaften“ hat W. WHEWELL die Geschichte der Mineralogie mit folgenden Worten eingeleitet:

„Die Mineralogie, so wie sie bisher besteht, ist nur ein sehr unvollkommenes Abbild von dem, was sie sein sollte. Die Versuche, die man bisher gemacht hat, bestanden grösstenteils in der Aufsammlung verschiedener Beobachtungen und Erfahrungen über Mineralien; allein die Wissenschaft, die wir suchen, ist ein vollständiges, festklassifiziertes System aller unorganischen Körper.“

Es ist das Vorrecht jeder Wissenschaft, dass der erste Satz, der von der Unvollkommenheit der Erkenntnis im gegebenen Zeitpunkt und dem Dasein eines, weitere Forschung bedingenden Zieles spricht, zeitlose Berechtigung hat. Der zweite Teil des Zitates gibt das Ziel an, das WHEWELL erstrebenswert schien, wir haben zu prüfen, ob es das heute noch ist.

Den verschiedenen Systemen der Naturwissenschaften ist im allgemeinen gemeinsam, dass sie der Mineralogie eine Stellung zwischen der Gruppe Physik-Chemie, den biologischen und den geologisch-geographisch-astronomischen Wissenschaften zuordnen. Diese Lage im Schnittpunkt verschiedener Wege der Forschung ist unzweifelhaft für diejenigen, die den Sinn für das Gesamtgebiet der Naturwissenschaften offen behalten wollen, eine besonders günstige; andererseits zwingt sie zur Nachprüfung, ob überhaupt die Disziplin eine Einheit darstelle, ob nicht eine Auflösung und Einordnung in andere grosse Fachgebiete zweckmässiger ist.

Die Systematik der Wissenschaften, in mancher Hinsicht unlogisch und nur durch die Entwicklung bedingt, ist in erster Linie eine Frage der Organisation, sie muss daher da gestellt werden, wo Wissen in zweckmässiger Weise vermittelt wird. Das wollen unsere Hochschulen. In der Tat zeigen uns deren Lehrpläne, dass die Frage der Erteilung des Mineralogieunterrichtes (in weitestem Sinne) verschiedene Lösungen gefunden hat. Man hat zum Beispiel den Versuch unternommen, den einen Teil, etwa die Kristallographie (insbesondere Kristallphysik, Kristallgeometrie und Kristallstrukturlehre) als Sonderzweig enger der Physik anzugliedern und die Petrographie und Lagerstättenlehre der Geologie. Es wird nicht lange dauern, bis die Chemiker die Kristallchemie, die ja im wesentlichen eine Stereochemie der Kristallverbindungen geworden ist, für sich beanspruchen werden. So erfreulich die Erkenntnis ist, dass die Mineralogie ein Gebiet behandelt, das mit anderen Disziplinen in engster Wechselwirkung steht, so wünschenswert Vermehrung der Zahl der Lehrkräfte sind, so sehr gilt es auch hier, wie bei jeder Spezialisierung, abzuwägen, ob die Vorteile allfällige Nachteile wirklich überwiegen.

Abspaltungen treten gewöhnlich da auf, wo die besondere Arbeitsrichtung und die Institutseinrichtungen zur wissenschaftlichen Behandlung nur eines Teilstückes des Gesamtgebietes zwingen. Es wird dann die Wünschbarkeit einer anderen Forschungsrichtung besonders dringend empfunden, und es ist verständlich, dass die Kreise, die den Anstoss hierzu geben, eine engere Verbindung neugeschaffener Institute mit den ihrigen wünschen.

Das mineralogisch-petrographische Institut beider Hochschulen Zürich ist seit der Übersiedlung in das neue Gebäude in der glücklichen Lage, die verschiedensten Richtungen innerhalb der Mineralogie pflegen zu können. Es ist dies auch notwendig, da es wie wenige Institute als Glied einer vollausgebauten Technischen Hochschule und einer Universität mannigfaltigsten Bedürfnissen gerecht werden muss. Neben den Mathematikern und Physikern, den Chemikern und Naturwissenschaftlern im allgemeinen hat es der Ausbildung der Architekten, Ingenieure, Land- und Forstwirte zu dienen. Ein ausgezeichnete Stab von Mitarbeitern hat bis jetzt ermöglicht, nebeneinander verschiedene Forschungsrichtungen auszubauen. Vielleicht lässt sich daher gerade im Rückblick auf eine zwölfjährige Tätigkeit des erweiterten, von U. GRUBENMANN ge-

schaffenen Institutes beurteilen, ob ein gemeinsames Ziel die Arbeiten noch verbindet und der Begriff Mineralogie etwas in sich Geschlossenes darstellt. Natürlich ist auch in diesem Institut eine nur einigermaßen gleichmässige Pflege aller Sonderrichtungen nicht möglich gewesen, aber es scheint besser, die Frage nach der Stellung der Mineralogie im System der Wissenschaften auf Grund persönlicher Erfahrung und Einstellung zu erläutern, als sie rein akademisch zu behandeln. Würde man nach den üblichen Bezeichnungen die Arbeiten sondern, so müsste man sie etwa verteilen auf deskriptive Mineralogie, Methoden der Mineraluntersuchung, geometrische Kristallographie und Kristallstrukturlehre, Kristallphysik, Kristallchemie, allgemeine und regionale Petrographie, physikalisch-chemische Mineralogie und Gesteinslehre, Lagerstättenlehre, technische Mineralogie und technische Kristallkunde. Sowohl die Betrachtungsweisen der exakten Naturwissenschaften, als auch die der beschreibenden oder klassifikatorischen und der historischen kamen zur Anwendung.

Und trotzdem lässt sich, wie im folgenden zu zeigen ist, unter zwei Haupttiteln alles zusammenfassen, nämlich unter den Titeln Lehre von den Mineralien und Lehre von den Mineralvergesellschaftungen.

Eine reine Gesetzeswissenschaft sagt aus, dass zwischen gewissen messbaren, einen Vorgang charakterisierenden Grössen eine exakt angebare funktionelle Abhängigkeit besteht. Diese Beziehung soll so formuliert werden, dass sie möglichst allgemeine Gültigkeit besitzt und innerhalb der Gültigkeitsgrenzen, unter Einsetzen der Zahlenwerte eines beliebigen Beispiels, ein richtiges Resultat ergibt. Es ist jedoch vollkommen gleichgültig, ob ein spezieller Fall in der Natur verwirklicht ist oder durch Zutun des Menschen verwirklicht werden kann.

Ursprünglich haben diese naturwissenschaftlichen Gesetze, wie sie lange Zeit für die Physik als Ganzes typisch schienen, den Bereich des an sich Möglichen und Denkbaren unter nur allgemeinen Voraussetzungen umschreiben wollen. Ist daher eine gewisse Voraussetzung oder Konstellation gegeben, lässt sich mit ihrer Hilfe der Ablauf weiter verfolgen.

Solange, sei es im reellen oder statistischen Sinne, die Zwangsläufigkeit feststeht, ist selbstverständlich, dass für jeden Zweig der Naturwissenschaften die Kenntnis dieser, gewöhnlich als „physi-

kalisch“ bezeichneten Gesetzmässigkeiten notwendig ist. Es erhebt sich nur die Frage, ob die verschiedenen Disziplinen daneben noch andere wissenschaftlich zu lösende Probleme aufweisen oder ob sie letzten Endes nichts anderes wollen, als „Physik werden“. Nun können wir vielleicht folgenden Standpunkt einnehmen: Physik in diesem Sinne fragt nicht, was wirklich ist, sondern was sein muss, wenn etwas Bestimmtes, bereits Vorgegebenes da ist; die anderen Naturwissenschaften aber fragen ausserdem, jede nach ihrer Art, was wirklich ist und warum die Wirklichkeit nur einen bestimmten Ausschnitt aus dem an sich mit den allgemeinen Naturgesetzen nicht in Widerspruch Stehenden darstellt. In diesem Sinne sind sie alle deskriptiv oder klassifikatorisch, denn sie wollen einzig das Realisierte oder Realisierbare beschreiben und überblicken. Sie behandeln nicht nur die dynamischen Gesetze, sondern auch die Formmannigfaltigkeit der naturwissenschaftlich darstellbaren Welt.

Stellen wir die Frage nach dem Umfang und Inhalt einer bestimmten Mannigfaltigkeit, das heisst eines Kollektivgegenstandes im weitesten Sinne des Wortes, so setzt dies voraus, dass es Einheiten, Grundelemente gibt, in die wir die Gesamtheit zerlegen können. Nun gibt uns trotz der Verknüpfung aller Dinge schon das vorwissenschaftliche Weltbild die Berechtigung, zu vermuten, dass es solche Individualeinheiten gibt, wie sie sich z. B. in einer bestimmten Pflanze oder einem bestimmten Tier offenbaren. Die Naturwissenschaft selbst hat ins Kleine und Grosse diese Betrachtungsweise fortgesetzt, denn sowohl unter Atomen, Molekülen, wie unter Erde oder Sonnensystem stellt sie sich zunächst etwas vor, das sinnvoll als Einheit und als Einzelgegenstand betrachtet werden kann. Indem sie aber die gleichartigen Einheiten zusammenfasst, um die Gesamtvariation überblicken zu können, fügt sie zu der grundlegenden Gesetzeswissenschaft die Einzeldisziplinen, die Lehren von den Atomen, den Molekülen, den Mineralien, den Pflanzen und Tieren usw. Allen diesen Disziplinen muss der analogen Zielsetzung wegen etwas Gemeinsames zukommen. Wir können es als eine morphologische Komponente bezeichnen, gilt es doch, etwas Gegebenes in seiner Auswahl, seiner Gesamtheit, seiner Form und Gestalt zu charakterisieren. Wir würden es in der modernen Atomlehre, der sogenannten Atomphysik, der Chemie, beispielsweise der Topochemie, der Stereo-

chemie und der Lehre vom periodischen System der chemischen Elemente, bereits vorfinden, aber zum ersten Male wird äusserlich in der Mineralogie diese Betrachtungsweise derjenigen biologischer Disziplin analog. Denn die Mineralogie hat es, in Anlehnung an die WHEWELL'sche Definition mit den zur sichtbaren Grösse ausgewachsenen anorganischen Individuen zu tun.

Die Einheit, in der sich uns die anorganische Natur in erster Linie offenbart, ist der Kristall. Die Lehre von den Bauelementen unserer festen Erde, die Mineralogie, ist daher zu einem wesentlichen Teil Kristallkunde. Es ist durchaus kennzeichnend, dass es äussere, echt gestaltliche Erscheinungen waren, die eine erste Präzisierung des Kristallbegriffes ermöglichten, dass aber ausschliesslich innere, von der Begrenzung nicht nur unabhängige, sondern die Unbegrenztheit in der Definition an sich voraussetzende Eigenschaften die Aufstellung eines einfachen, mathematisch präzisierten Ideals „Kristall“ gestatteten. Dass nur eine Idealisierung zum Ziele führt, braucht nicht zu verwundern und ist allen Wissenschaften, die sich mit einer Summe von Einzelindividuen beschäftigen, gemeinsam. Es ist dies übrigens durchaus mit der Tatsache in Parallele zu setzen, dass auch die Vorgänge nur nach Zerlegung in einfache (an sich nur gedachte) Elementarprozesse der gesetzmässigen Behandlung zugänglich sind.

So haben die Erfahrungen gezeigt, dass es unter Vernachlässigung mancher, wie wir jetzt sagen sekundären, Einzelheiten möglich ist, ein das Wesentliche enthaltendes Idealbild vom Feinbau des Kristalles zu entwerfen. Wir müssen die kristalline Materie als diskontinuierlich struiert ansehen und ihr Homogenität und Anisotropie zuschreiben. Im statischen Bild läuft dies darauf hinaus, dass die Raumerfüllung oder die Lokalisierung der den Kristall aufbauenden Massenteilchen bestimmten geometrischen Gesetzen gehorchen muss. Wir können die Gesetze dem von kristalliner Materie besetzten Raum als Ganzes zuschreiben und daher von bestimmten Eigenschaften des Kristallraumes sprechen. Grundphänomene sind die folgenden:

1. Im unendlich ausgedehnt gedachten Kristallraum lässt sich im allgemeinen jeder Punkt von jedem seiner Nachbarpunkte unterscheiden. (Diskontinuum.)

2. Es gibt jedoch zu jedem Punkte unendlich viele, durch keinerlei Mittel von ihm unterscheidbare, gleiche, bzw. identische Punkte (Periodizität, Raunggitterstruktur).

Es ist nun selbstverständlich, dass es eine der ersten Aufgaben der Kristallographie sein muss, dieses Idealstrukturbild vollständig zu beschreiben und in seiner ihm noch zukommenden Variationsmöglichkeit zu überblicken. So ist auch eine grosse Zahl von Arbeiten des Zürcher Institutes diesem Thema gewidmet. Zunächst handelt es sich um analytisch-geometrische Untersuchungen und Definitionen, die gestatten sollen, jede mit dem Grundprinzip verträgliche Massenverteilung eindeutig zu charakterisieren und nach verschiedenen Gesichtspunkten zu analysieren. Es ergeben sich hierbei mannigfache Beziehungen zur Arithmetik, Zahlen- und Gruppentheorie. Die Forderung, dass zu jedem Punkt unendlich viele identische Punkte gehören, ist gleichbedeutend mit der Aussage, dass es möglich sein muss, unendlich viele Punkte zu finden, für die sich nach blosser Parallelverschiebung des Koordinatensystems Invarianz der Beschreibung ergibt. Es muss daher auch Deckoperationen (in diesem Fall Parallelverschiebungen, Translationen) geben, die den Kristallraum in sich selbst überführen. Diese Tatsache ruft aber sofort die Frage wach, ob mit den Eigenschaften des Kristallraumes nicht weitere Decktransformationen verträglich sind, welcher Art diese Operationen sein dürfen, mit anderen Worten, welche möglichen Symmetrieeigenschaften die Strukturen besitzen können. Bekanntlich führte gerade die Prüfung dieser Frage die Klassiker der Kristallstrukturlehre, wie BRAVAIS, SCHOENFLIES und FEDOROW, zur Überzeugung, eine das Wesentliche umfassende Theorie des Kristallaufbaues gefunden zu haben. Damit aber ergibt sich die Notwendigkeit, weitere mathematische Untersuchungen anzugliedern, so z. B. über die Beziehungen der verschiedenen Symmetriefälle zueinander und die Möglichkeiten, durch verschiedene Anordnungen gleiche Gesamtsymmetrie zu erlangen.

Sind die Kristallräume in ihrer Bestimmtheit und ihrer möglichen symmetriebedingten Eigenart bekannt und miteinander in Beziehung gesetzt, so lassen sich durch Lokalisierung von Massenteilchen alle irgendwie denkbaren, mit der Grundannahme verträglichen Massenverteilungen, das heisst alle denkbaren Kristallstrukturen aufbauen. Dabei werden verschiedene Zusammenhänge innerer

Art deutlich, die als Ganzes in der sogenannten topologischen Strukturanalyse einer systematischen Bearbeitung fähig sind.

Alle derartigen, trotz der Einfachheit der Voraussetzungen noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen haben zum Ziel, einen vollständigen Überblick über die Möglichkeiten zu erlangen, die unter den allgemeinsten Annahmen dem Kristallbau zur Verfügung stehen. Nichts anderes will man, als ein umfassendes Rahmenwerk schaffen, das gewisse generelle Gesetzmässigkeiten bereits in sich enthält, und das ausserdem so umfassend ist, dass die gesamte Wirklichkeit darin Platz hat. Jetzt erst kann man sich wieder dieser Wirklichkeit zuwenden und versuchen, sie als Teilausschnitt des Reiches der Möglichkeiten zu verstehen. Dabei ist natürlich notwendig, die Methoden, die eine Zuordnung gestatten, das heisst die Methoden der Strukturbestimmung, möglichst eindeutig zu gestalten, und auch diesem Problem wurden manche Arbeiten gewidmet.

Wenn wir heute den Feinbau vieler Kristallarten wenigstens in den Grundzügen kennen, dürfen wir nicht vergessen, dass dazu nicht nur die geniale Tat v. LAUES und der beiden BRAGGS, Röntgenstrahlen zur Kristalldurchleuchtung anzuwenden, nötig war, sondern auch die Übertragung der Kristallstrukturgeometrie auf die Deutung der physikalischen Effekte. Der hierzu vor allem notwendige Schritt war die Untersuchung, ob es möglich sei, Auswahlregeln aufzustellen, die zur Bestimmung genau definierter Unterabteilungen der Strukturmöglichkeiten, sogenannter Raumsysteme, dienen. Systematisch konnte diese Problemstellung erst vor kurzem zum Abschluss gebracht werden.

Dass die Verteilung der wirklichen Kristallstrukturen auf die mathematisch gegebenen Möglichkeiten keine gleichmässige oder regellose ist, zeigt uns die Erfahrung allüberall. Die näher bekannten Mineralien bevorzugen jedoch ausgesprochenerweise einzelne Klassen. Ein einfaches Beispiel möge an dieser Stelle genügen.

Die Symmetrieuntersuchung ergibt, dass man die Strukturen in 32 bereits makroskopisch voneinander unterscheidbare, an sich gleichberechtigte Klassen einteilen kann.

Es beginnt nun die eigentliche Aufgabe der Kristallstrukturlehre: Prinzipien zu suchen, die gestatten, in Abhängigkeit von dem Charakter der Aufbauelemente das Auftreten bestimmter Strukturen und Strukturtypen

zu verstehen, mit andern Worten, die Selektion gesetzmässig zu erfassen. Wenn z. B. Na- und Cl-Ionen zu einem Kristallgebäude zusammentreten, so ist dies, ohne dass etwas von den Kristalleigenschaften als solchen verlorengehen würde, auf unendlich viele verschiedene Arten möglich. Wir aber wollen wissen, ob es möglich ist, gewisse Prinzipien von grossem Geltungsbereich zu finden, die uns verstehen lassen, warum die Kristallisation nach den ganz bestimmten Regeln der Steinsalzstruktur erfolgt.

Wir wollen wissen, welches die Voraussetzungen sind, die beim Zusammentritt zweier Teilchen A und B im Verhältnis 1 : 1 diesen und keinen andern Strukturtypus bedingen. Dass gewisse Vorbedingungen erfüllt sein müssen, zeigt uns der Umstand, dass sich z. B. Cs- und J-Ionen zu einem andern, K- und Cl-Ionen, jedoch zum gleichen Strukturtypus vereinigen.

Um einen Einblick in diese Bedingtheit zu erlangen, sind verschiedene Wege gangbar und auch mit Erfolg im letzten Jahrzehnt beschritten worden. Bei einigermassen komplexen Substanzen ist natürlich die genaue analytische Untersuchung der chemischen Variationsbreite eines Strukturtypus erstes Erfordernis, das verlangt die Mitarbeit eines zuverlässig arbeitenden mineral-chemischen Laboratoriums. Im übrigen kann man, wie GOLDSCHMIDT und andere, von bestimmten Eigenschaften, wie der Grösse der Einzelteilchen, ausgehen, oder, wie das in Zürich versucht wurde, durch eine vergleichende Betrachtung der Strukturtypen das Gemeinsame und Unterscheidende herausarbeiten und auf diese Weise Grundprinzipien empirisch finden. An sich scheint die Aufgabe lösbar zu sein.

Eine vergleichende Kristallstrukturlehre lässt die Verwandtschaft zwischen den einzelnen Strukturtypen erkennen und auf Grund des Wechselspiels anziehender und abstossender Kräfte verstehen, unter welchen Umständen der eine Typus den anderen ablösen muss. Gewisse Grundtendenzen treten deutlich hervor, so dass sich individuelle Fälle als durch niedriger symmetrische Kräftewirkung bedingte Deformation deuten lassen. Als Ganzes beherrscht das Symmetrieprinzip weitgehend die beobachtbare Selektion. Gleichgestaltigkeit bei verschiedenem Chemismus, d. h. Isomorphismus als Konvergenzerscheinung, und Strukturvariabilität bei gleichem Chemismus, d. h. Polymorphismus in Abhängigkeit von den äusseren Bedingungen, sind nur Sonderfälle dieser Verwandtschaftslehre, die den Bau der kristallisierten anorganischen Körper in einem natür-

lichen System darstellt. Die physikalischen Eigenschaften der Körper müssen teils als typenbedingt, teils als Folge der individuellen Zusammensetzung verstanden werden.

Obschon diese Bemerkungen dargetan haben, dass bereits eine Kristallkunde, die von der Struktur ausgeht, notwendig morphologische Probleme zu behandeln hat, mag es doch scheinen, dass die Analogie mit den Methoden und Darstellungsformen biologischer Wissenschaften weniger deutlich sei als diejenige, die unsere Wissenschaft mit Atomphysik und Molekularchemie verbindet. Es beruht dies im wesentlichen auf der Homogenität des Feinbaues, die zur Folge hat, dass die Probleme, wie sich besondere Organe zum Ganzen verhalten, nicht aktuell werden. In einem gewissen Grade allerdings lässt sich damit in manchen Kristallstrukturen die Frage nach der Gestaltung und Anordnung innerer Bauzusammenhänge, die als Inseln, Ketten, Netze in Erscheinung treten, parallelisieren.

Nun aber müssen wir uns erinnern, dass das uns unmittelbar Gegebene, einzelne, endlich begrenzte Kristallindividuen sind, genau wie das Pflanzenreich die Summe einer grossen Zahl, durch gemeinsame Merkmale nur lose verbundene Individuen darstellt. Die geometrischen Grundgesetze der Kristallstrukturlehre geben uns keine Anhaltspunkte, warum eine derartige Begrenztheit der Körper zum Wesen der Wirklichkeit gehört, im Gegenteil, eine einfache Formulierung war nur möglich unter der Annahme, jeder Kristall sei unendlich ausgedehnt. In Übereinstimmung mit den Beobachtungstatsachen über das Wachstum der Kristalle müssen wir somit die Begrenztheit eines Kristalles, die Bildung besonderer Kristallindividuen, deren Form und Gestalt und schliesslich als Ganzes die Heterogenität im Aufbau der Erdkrinde genetisch zu verstehen suchen, als Folge einer vorgegebenen Mannigfaltigkeit der Aufbauelemente und als Resultat der Wechselwirkung der bei der Bildung wirksamen inneren und äusseren Umstände. Das erste führt uns zu Problemen der Geochemie und der Genesis der chemischen Elemente, das zweite zu den Fragen der phänomenologischen Kristallmorphologie.

Wie in den biologischen Wissenschaften, ist eine der schwierigsten und selten mit genügender Schärfe formulierten Aufgaben diejenige der Zusammenfassung gewisser Individuen zu Arten unter genauer Charakterisierung des neuen Kollektivgegenstandes. Dem

Laien mag es ja scheinen, dass dies in der Mineralogie weit einfacher sei als bei Pflanzen und Tieren. Allein die nähere Untersuchung zeigt uns die Variabilität der sogenannten Konstanten. Statistische Berechnungen lassen sich auch hier nicht vermeiden. Ganz besonders treten sie in Erscheinung, wenn es sich darum handelt, auf Grund der äusseren Formen, der Morphologie freigewachsener Individuen, Zusammenfassungen und Trennungen vorzunehmen. Man braucht nur in der Geschichte der Mineralogie zurückzuverfolgen, wie lange es gedauert hat, bis überhaupt das Gestaltliche als etwas Gesetzmässiges erkannt wurde, bis feststand, dass der Gesamtheit aller zu den Individuen einer Art gehörigen Gestalten, die sich bei ungehindertem Wachstum bilden, trotz grosser Variabilität eine statistische und eine messbare, deutliche Eigenart zukommt. Man musste von vielem absehen, um das Beharrende zu finden, man musste auch hier typisieren und idealisieren, um mathematisch fassbare Grössen zu erhalten.

Die ebenflächige Umgrenzung, als das eine Gemeinsame, ist die elementarste Feststellung, das relativ Beharrende der Flächenlagen gegenüber der Flächengrösse die zweitwichtigste. Daraus ergab sich die Konstruktion der Kristallmodelle, wobei zugunsten genauer Darstellung dieser Verhältnisse von allen übrigen Phänomenen abgesehen wurde. Ein wesentlicher Fortschritt war die Beobachtung, dass die Flächenlagen einer Kristallart untereinander in einer engen Beziehung stehen, die als Rationalitäts- oder Zonengesetz bekannt ist. Aber auch hier wiederholt sich etwas, das bei der Betrachtung der Strukturgesetze bereits unsere Aufmerksamkeit erregte. Das Rationalitätsgesetz verbietet wohl gewisse Flächenlagen und Kombinationen, so wie die Grundgesetze des Kristallaufbaues nur gewisse Voraussetzungen erfüllende Strukturmöglichkeiten zulassen, aber es bringt, wie jene, weitere unzweifelhaft vorhandene Selektionen und Eigentümlichkeiten dem Verständnis nicht näher. Es ist ein erstes, aber nicht das letzte Auswahlgesetz. Deshalb gilt es, genau so wie in der Kristallstrukturlehre innerhalb des durch das Gesetz gegebenen Rahmens des Möglichen, die Wirklichkeit näher zu erfassen, zu beschreiben und zu präzisieren. Da gerade in dieser Hinsicht manche methodische Unklarheit bestund, schien es eine der wichtigen Aufgaben, nach Verbesserungen der Darstellungen zu forschen. Die Aussagen des Rationalitätsgesetzes gestatten innerhalb

einer Art, jede Flächenlage durch drei ganze, teilerfremde Zahlen zu charakterisieren. Nun zeigt sich, dass unter den denkbaren primitiven Tripeln ganzer Zahlen nur wenige häufigen oder überhaupt realisierten Flächenlagen entsprechen und, dass je grösser das Beobachtungsmaterial, d. h. die Zahl der Individuen, wird, um so deutlicher eine charakteristische Abstufung, eine durch Häufigkeitszahlen gegebene Reihenfolge der Flächenlagen in Erscheinung tritt.

Genau Analoges gilt für beobachtete Kombinationen von Flächenlagen, so dass statistische Behandlung verbunden mit graphischer Veranschaulichung ermöglicht, die Formenvariationen einer Art gesetzmässig zu erfassen. Jede Kristallart scheint ihre individuelle Variationsbreite zu besitzen; die zunächst chaotisch erscheinende Formenmannigfaltigkeit löst sich in empirisch feststellbare statistische Gesetzmässigkeiten auf, die nicht selten relativ einfachen mathematischen Regeln gehorchen.

Ist so die Grundlage für eine Beschreibung der Formverhältnisse gegeben, so kann die besonders reizvolle Aufgabe in Angriff genommen werden, das Bestreben nach bestimmter äusserer Form mit der Struktur in Beziehung zu setzen. Dieser den biologischen Wissenschaften sicherlich nicht fremden Problemstellung sind wiederum manche Arbeiten gewidmet worden. Schon der Vergleich der mathematisch formulierbaren Gesetzmässigkeiten führt zu interessanten Beziehungen. Aber sowohl eine genaue Untersuchung der Korrelation innerhalb der Formenvariation als auch eine experimentelle Behandlung der Frage zeigen sehr deutlich, wie die an sich einmalige äussere Gestalt das Produkt zweier Faktoren ist, nämlich der gegebenen Struktur als Innenanlage und dem Milieu, aus dem das Wachstum erfolgt, als innerhalb gewisser Grenzen modifizierend wirkendem Aussenfaktor. Aus einer Gesamtheit unter möglichst verschiedenen Entstehungsbedingungen entstandenen Individuen einer Kristallart muss das Generelle, der Phänotyp, abgeleitet werden. Es ist mit der Struktur, dem Genotyp, in Beziehung zu setzen. Es gilt, gewissermassen das Korrespondenzprinzip, das beide Erscheinungen verbindet, aufzusuchen. Andererseits muss durch Spezialversuche und Berechnungen besonderer, unter jeweiligen gleichen Bedingungen entstandenen Gesamtheiten der Wachstumsprozess in seiner Beeinflussung durch äussere Umstände untersucht werden.

All das hat bereits schöne Resultate gezeitigt, gleichzeitig aber dargetan, dass die mineralogische Forschung nicht bei der Beschreibung der Einzelminerale stehen bleiben darf. Denn deutlich zeigt diese Betrachtungsweise, dass das Mineral, soll es seiner ganzen Erscheinungsweise nach verstanden werden, nicht von der Umwelt losgelöst werden darf. Es steht in der Erdrinde in einem natürlichen Verband, der seine Entstehungsbedingungen charakterisiert und seine spezielle Ausbildung zur Folge hatte. Die Zahl der gleichzeitig gebildeten Individuen einer Kristallart ist durch das Verhalten der Lösungen, der Art der Keimbildung und der für das Wachstum günstigen Umstände bestimmt, die Ausbildung, Verwachsungsart eine Folgeerscheinung aller äusseren Faktoren, die zugleich festlegten, was für andere Kristallarten bei dem gegebenen Chemismus mitausfallen konnten oder in bestimmter Succession sich bilden mussten. So tritt als neue Einheit und neues Untersuchungsobjekt die natürliche Mineralassoziation oder Mineralvergesellschaftung auf, so etwa wie die Pflanzengesellschaft als Ganzes Gegenstand botanischer Forschung ist. Auch in diesem Fall ist es möglich, die wissenschaftliche Untersuchung unter relativ günstigen Auspizien zu beginnen. Wiederum zeigt sich, dass unter gewissen Voraussetzungen wesentliche Erscheinungen, die eine Mineralassoziation kennzeichnen, durch relativ einfache Abhängigkeiten bedingt werden. Chemische Zusammensetzung, Temperatur und Druck sind in allererster Linie zu berücksichtigen. Ein ordnendes, umfassendes und an sich genau so morphologisches Prinzip, wie die früher genannten, ist durch die Phasenregel gegeben. Sie umschreibt den nach Phasenzahl morphologisch gegliederten an sich möglichen Zustand eines Systems in Abhängigkeit von Chemismus, Temperatur und Druck. Auch sie schafft nur ein Rahmenwerk, in das die Wirklichkeit oder die idealisierte Wirklichkeit einzuordnen ist.

Wie man, ausgehend von der Grundannahme, über die Struktur der Kristalle alle Möglichkeiten, z. B. ihrer Symmetrie nach, überblicken kann, so lassen sich, ausgehend von thermodynamischen Prinzipien, die ja der Phasenregel zugrunde liegen, alle Phasengemeinschaften, Phasenbildungen und -Umbildungen ihrer Bedingtheit nach aufstellen.

Diese ganze Betrachtungsweise liegt dem Kristallographen wohl viel näher als dem zur Atomphysik tendierenden modernen Physiko-

chemiker. Es ist daher nicht zu verwundern, dass am Ausbau dieses Abschnittes der physikalischen Chemie die Mineralogen regen Anteil genommen haben. Für sie liegt ja auch die Notwendigkeit vor, in Anpassung an die natürlichen Mineralbildungsprozesse komplexe Systeme unter für das Laboratorium anormalen Bedingungen zu untersuchen. Es sei hier nur auf zwei Problemstellungen hingewiesen, die im Zürcher Institut mitbearbeitet wurden. Sie betreffen das Verhalten komplexer magmatischer Systeme, an denen sich Komponenten ganz verschiedenen Flüchtigkeitsgrades beteiligen, und das Verhalten von praktisch nur aus festen Phasen bestehenden Systemen, wenn sie unter andere Bedingungen gelangen, d. h. einer Metamorphose anheimfallen.

So folgt die physikalisch-chemische und genetische Betrachtungsweise zwangsläufig aus den Problemen, die eine natürliche Mineralassoziation darbietet. Dass die Mineralvergesellschaftungen, zu denen als Sonderfälle die Gesteine gehören, in ihren Einzel-elementen und nach ihren inneren Verbandsverhältnissen genau beschrieben und statistisch erforscht werden müssen, ist selbstverständlich. Denn letzten Endes wollen wir ja etwas schon Vorhandenes, früher Entstandenes verstehen, indem wir die Eigenschaft auf Umstände zurückführen, die bei der Genesis, die wir nicht miterlebten, wirksam waren. Das ist nur möglich, wenn minutiös alle Einzelheiten registriert werden, so dass unter Berücksichtigung theoretischer und experimenteller Erkenntnisse eine Folgerung von der Wirkung auf die Ursache möglich wird. Hier wird die Betrachtungsweise eine solche, wie sie historischen Wissenschaften eigen ist.

Die Verbindung mit der Geologie, der sie Grundlagen schafft (beispielsweise in der Zonen- und Gefügelehre der Gesteine) und von der sie selbst Ergebnisse zur Deutung benötigt, ist hergestellt. Wir erlangen Einblicke in längst abgeschlossene Prozesse, die bei der Bildung eines Erdrindenstückes wirksam waren und die den Mineralvergesellschaftungen den besonderen Charakter gaben.

Allerdings darf gerade, um dieses Ziel zu erreichen, die Untersuchung nicht bei der Charakterisierung der Einzelassoziationen stehen bleiben. Denn auch diese Assoziationen haben in unserer heterogenen Erde einen beschränkten Bildungsraum, sie werden durch andere abgelöst, die vielleicht in der gleichen geologischen

Epoche mitgebildet oder neugebildet wurden. Den Zusammenhang der verschiedenen Bedingungskomplexe können wir daher nur erfassen, wenn wir die Untersuchung auf geologische Einheiten ausdehnen und das Charakteristische der Verbandsverhältnisse der Mineralassoziationen in den Kreis der Betrachtungen ziehen. Mit andern Worten, eine gegebene natürliche Mineralvergesellschaftung muss selbst wieder Einheit eines Kollektivgegenstandes werden. Die neue Gesamtheit ist der Verband genetisch zusammengehöriger Lagerstätten, die Lagerstättenprovinz, die als Folge regionalweiter Mineralisierungsprozesse der Erdkruste selbst wieder durch gewisse Kennzeichen sich von anderen Provinzialeinheiten unterscheidet. Über die Gesteinsvergesellschaftungen hatte ich die Ehre, vor zehn Jahren an der Versammlung in Neuenburg berichten zu können, so dass diese kurze Bemerkung genügen wird. Erwähnt sei nur, wie gerade die Mitberücksichtigung der akzessorischen Minerallagerstätten, z. B. der mit Eruptivgesteinsbildung verbundenen Erzlager, erst gestattet, die ganze Folge notwendigerweise miteinander verbundener Prozesse zu überblicken.

So mündet, von der Lehre der Bauelemente der Kristalle, der Atome, ausgehend, die Mineralogie in der Geologie, die ihrerseits die Erde als Ganzes und in ihrer Veränderung im Laufe der Zeiten betrachtet.

Und wenn wir versuchen, das Gemeinsame aller dieser Fragestellungen herauszuschälen, so scheint uns *WHEWELL's* Definition: „Man sucht ein vollständiges, festklassifiziertes System aller unorganischen Körper“ heute noch zutreffend zu sein. Im kristallisierten Zustand beginnt sich die anorganische Materie zu sichtbaren Einheiten zu individualisieren. Diese Einheiten für sich und als Glieder weiterer Gesamtheiten sind Untersuchungsobjekt. Und da es sich um die Beschreibung einer gegebenen Wirklichkeit handelt, wird jeder Fortschritt klassifikatorisch auswertbar sein, denn nur durch natürliche Zusammenfassungen und Untersuchungen lässt sich das Ganze überblicken. All das ist, wie die Betrachtungen gezeigt haben, jeweilen bloss möglich, durch eine Idealisierung, die bezweckt, Wesentliches vom Unwesentlichen zu unterscheiden. Man hat, da die wissenschaftliche Wahrheit Leitstern aller Untersuchungen sein muss, oft die Naturwissenschaften als rein deskriptive menschliche Tätigkeiten in Gegensatz zu den künstlerischen

gestellt, die aus der Fülle der Eindrücke für sie Wesentliches herausgreifen. Dass dies eine Verkennung der Tatsache ist, weiss jeder Naturforscher. Das naturwissenschaftliche Weltbild ist kein photographisches Abbild der Wirklichkeit, sondern eine durch Intuition und auf dem mühsamen Wege der Nachprüfung erworbene Synthese einer idealisierten Wirklichkeit. Die Aufgabe, aus der grossen Mannigfaltigkeit das herauszugreifen, was für die wissenschaftliche Behandlung zum Typischen, zum umspannenden Grundbegriff wird, ist die vornehmste und fruchtbarste Tätigkeit des Forschers.

Fast mag es überflüssig scheinen, in aller Kürze noch zu erwähnen, dass auch in der Mineralogie die aus reinem Erkenntnistrieb erfolgte Problemstellung die besten Aufschlüsse gewährt für die Fragen der Anwendung. So ist die Strukturforschung berufen, über das Verhalten aller kristallisierten, technischen Materialien wertvolle Auskunft zu geben, wobei nicht nur der Einzelkristall, sondern auch der Verband der Kristalle, die künstliche Mineralassoziation, in Rechnung zu stellen sind.

Andererseits bedarf gerade die Lehre von den natürlichen Mineralassoziationen, den Gesteinen und Minerallagerstätten, des vorhin skizzierten Ausbaues, um für die Fragen der Rohstofflieferung von Bedeutung zu werden. Denn hier gilt es, auf Grund der Kenntnisse über das Zusammenvorkommen von Mineralien und Mineralvergesellschaftungen die nutzbaren Vorkommnisse aufzusuchen. So schliessen sich auch die im mineralogischen Institut der Hochschulen Zürichs ausgeführten Arbeiten über die Bausteine der Schweiz, die chemischen Verhältnisse der schweizerischen Gesteine, die Gesteinsverwitterung, die Erzlagerstätten in den Rahmen des Ganzen zwanglos ein.

Überblicken wir diese rohe Skizzierung des Stoffgebietes mineralogischer Teilforschung, so erkennen wir, dass wohl einzelne Teile enge an andere Wissenschaften anschliessen, dass jedoch alle zusammen wieder eine ausgesprochene Einheit bilden. Sicherlich wird der Physiker häufig mit Kristallen zu experimentieren haben, der Chemiker die Kristallisation zum Nachweis neuer Molekülbildungen benötigen, der Geologe die Gesteine kennen müssen; den Kristall und die Mineralassoziation als eigentliches Untersuchungsobjekt zu betrachten, fällt jedoch der Mineralogie zu. Genau wie in der Wissenschaft von den Pflanzen und Tieren

ergibt sich hierbei von selbst eine Gliederung, je nachdem innerer Aufbau, äussere Morphologie, die Beziehung zwischen beiden, oder die Lehre von den Vergesellschaftungen in den Vordergrund gestellt werden. Diese methodische Analogie darf für die Probleme des Lebens nicht überschätzt, für die formale Behandlung aber auch nicht unterschätzt werden. Jeder, der sich in die Mineralogie vertieft, weiss, wie viele Begriffe biologischer Wissenschaft, die fälschlicherweise mit dem Nimbus vitalistischer Bedingtheit umgeben werden, bereits in voller Schärfe in der Mineralogie auftreten. Der Biologe, dem es wirklich darum zu tun ist, die Eigenart des Lebens zu erforschen, wird zur Vorbereitung nichts Zweckmässigeres tun können, als Wesen und Begriffsbildung der Mineralogie kennen zu lernen. Denn diese versucht (um es zum Schlusse zusammenzufassen) ein Teilgebiet, in dem das natürliche, der Beobachtung direkt zugängliche Individuum anorganischer Natur zum erstenmal deutlich in Erscheinung tritt, vollständig zu behandeln, gestützt auf die Erkenntnis, die Physik und Chemie gewonnen haben, und bewusst der besonderen Aufgabe, die eine Beschreibung des natürlich Gegebenen verlangt.

La Symbiose des Lichens et la théorie de la spécificité en général

Par

R. CHODAT

Le terme de Symbiose a été employé pour la première fois par DE BARY en 1879, pour désigner l'association permanente d'Algues avec des Champignons particuliers connue sous le nom de Lichens. Ce terme n'implique en lui-même aucune idée de finalité, ni de comportement physiologique. Le terme de Symbiose n'implique pas non plus la notion d'utilité au profit de l'un des conjoints ou même seulement une aide réciproque de l'Algue et du Champignon que l'on pourrait appeler Symbiose mutualiste. Il y a, en effet, une grande variété de Symbioses; les unes paraissent être indifférentes, l'organisme vert n'étant le plus souvent qu'indirectement utile à l'assimilation de l'organisme incolore. D'autres fois, cette vie en commun de deux catégories d'organismes aboutit finalement à une altération de la plante chlorophyllée; quelques fois cette dernière est, en quelque sorte, parasitée par le symbiote incolore; mais, d'une manière ou d'une autre, les effets de cette vie en commun se traduisent par des avantages ou des désavantages nutritifs. D'autres fois, comme dans les galles, aussi bien chez celles qui sont provoquées par des organismes végétaux que chez celles qui sont l'effet d'excitants de nature animale, il se produit des effets morphologiques remarquables, p. ex. des tumeurs ou tout au moins des déviations dans le développement des tissus, lesquelles confèrent aux organismes chlorophyllés atteints, un faciès particulier. Ainsi dans les bactérioses des Légumineuses, l'effet de ces organismes incolores dans les radicelles, en voie de développement, se traduit par l'apparition de bulbilles. Cependant, la présence de ces bactéries, à l'intérieur des cellules, ne modifie pas la forme du noyau des cellules infectées et la présence du parasite ne se caractérise, dans la cellule, que par une hypertrophie du noyau. La présence des bactéries confère à ces galles

ou à la plante infectée un pouvoir certain d'assimilation pour l'azote élémentaire. Mais, dans d'autres cas analogues, comme dans les bulbilles des *Alnus* et des *Hippophae*, le noyau des cellules de la plante hospitalière exhibe un métabolisme très particulier, qui montre que l'équilibre entre l'organisme incolore et la plante verte hospitalisée n'est pas aussi parfait que dans le cas des galles bactériennes des Légumineuses. Depuis qu'on a montré la nature double des Lichens, de nombreux exemples de Symbioses ont été trouvés et décrits. A chaque niveau de l'évolution végétale, on rencontre des associations de ce type. Déjà chez les Flagellées, on trouve, comme dans le genre *Paulinella*, avec ses faux plastides, représentés par des Algues bleues immergées dans le plasma incolore, des complexes qui n'ont pas été jusqu'à présent, dissociés. Chez les Ciliés, nombreux sont les cas de Symbiose d'infusoires et de cellules vertes appartenant au genre *Chlorella* et *Protococcus*. Plus haut dans la série, des Coelentérés vivent de même avec des chlorelles. On connaît aussi depuis assez longtemps les Zoochlorelles qui vivent en associations avec divers animaux inférieurs. Enfin, même chez des plantes relativement supérieures, on trouve des cavités ou des tissus qui contiennent habituellement des Nostocacées du genre *Anabaena* et qui par conséquent réalisent une sorte de Symbiose entre une Algue bleue et les tissus d'une Fougère, d'une Cycadée ou d'un *Gunnera*.

Mais c'est surtout dans le monde des Champignons que ce mode de vie double présente une grande importance, tous les degrés pouvant se trouver entre le parasitisme et la simple Symbiose.

On connaît la fameuse Symbiose des Orchidées avec des champignons microscopiques, ces derniers présidant à la germination des petites graines et facilitant les premiers développements; ces mycètes pénétrant ensuite dans les tubercules et les racines en formation, servent d'intermédiaires entre la plante et le sol.

La Symbiose des champignons Hyménomycètes, les gros champignons communs en automne dans nos bois de conifères et de feuillus, est d'une plus grande importance encore. Le mycélium de ces champignons, traversant l'humus de nos forêts, vient s'associer aux jeunes racines de ces arbres, les recouvrant d'un revêtement cotonneux et produisant ces êtres doubles appelés Mycorhizes ectotrophiques. D'après les recherches de plusieurs auteurs, en particulier MANGIN, MELIN, MOELLER, etc., ce revêtement mycélien est nécessaire au bon développement des racines de ces arbres forestiers

et leur confère des aptitudes nutritives nouvelles, les champignons servant d'intermédiaires entre les combinaisons azotées présentes dans le sol et la nutrition nitrogénée de nos arbres.

RAYNER a attiré naguère l'attention des botanistes sur le cas très particulier de l'envahissement de la Bruyère commune par un champignon qui suit la plante, dans ses tissus, de la germination jusqu'à la production des graines.

Mais si les effets physiologiques de la vie en commun de ces champignons avec la plante hospitalière sont parfois remarquables, les effets morphogènes qu'ils provoquent sont souvent peu apparents: tout au plus, faut-il signaler quelques réactions des tissus avoisinants le symbionte. Plus importants sont les effets morphogènes qui caractérisent les galles proprement dites, c'est-à-dire les Zoocécidies, tumeurs provoquées sur des tissus de plantes vertes par des piqûres d'insectes. On sait qu'à chaque type de piqûre correspond une morphologie spéciale de la galle produite, laquelle est en quelque sorte une riposte morphologique à l'excitation d'un virus spécifique ou simplement provoquée par la présence de l'organisme animal en voie de développement.¹ Ces curieuses morphologies dont chacune possède une anatomie qui n'appartient en propre ni à l'organisme excitant, ni à l'organisme excité, dépendent évidemment, d'une part, de la faculté spécifique de réagir de la plante hospitalisée et d'autre part, de la nature spécifique de l'excitant secrété par l'animal. Ce sont là des Biomorphoses, qu'on peut mettre en parallèle avec celles qu'exhibent certains champignons Ascomycètes (Lichens) qui vivent en associations (Symbioses) avec des Algues spécifiques. Au point de vue physiologique, ces associations confèrent à ces espèces de champignons le pouvoir de se passer, pour leur nutrition hydrocarbonée, soit du parasitisme, soit du saprophytisme et de vivre en conséquence comme des organismes verts indépendants. Cela leur permet de conquérir des territoires dont les vrais champignons, à cause de leur parasitisme, sont absolument exclus. Mais la morphologie de ces Ascomycètes est si différente de celle des champignons de la classe correspondante non symbiotique, qu'il est bien évident que les appareils végétatifs des Lichens^{2 et 3}

¹ CHODAT, R.: *Principes de Botanique*, Genève (1907).

² Fr. MOREAU, F., *Les Lichens, Morphologie, Biologie, Systématique*, Paris, chez P. Lechevalier (1927).

³ TOBLER, F., *Biologie der Flechten*, Berlin (1925).

semblent ajustés, ainsi que ceux des plantes vertes supérieures, en vue de la distribution des corpuscules chlorophylliens qui président à l'assimilation du carbone atmosphérique. Une semblable morphologie fait totalement défaut aux champignons Ascomycètes incolores et aux autres champignons, dont certains représentants, s'associant avec des Algues, s'écartent du type général. Mais l'activité de ces cellules vertes étrangères n'est jamais très intense, dans les Lichens, car nous savons que la vitesse de croissance de ces plantes est très faible.¹ Il est rare que les disques des Lichens foliacés s'accroissent plus de 1 cm. en diamètre par année. Le plus souvent il faut des années avant que le Lichen atteigne sa grandeur définitive.

Le nombre des genres de Lichens et plus encore celui de leurs espèces est énorme. Il a fallu à les énumérer et à les décrire, plus d'un siècle de patientes recherches.² Ce sont les seuls êtres végétaux qui, en tant que « Classe », vivent en Symbiose obligatoire, et dont toute l'hérédité ne se comprend que sous l'angle de cette vie en commun.

Sollicité par le Comité annuel de St-Gall, de présenter une conférence à l'Assemblée générale de notre Société (1930), j'ai choisi parmi les objets de mes études, le sujet qui me paraissait avoir, pour nos amis de St-Gall, le plus d'intérêt local, et en même temps présenter aussi un intérêt général. En effet, la découverte de la Symbiose des Lichens a été faite par un St-Gallois, SIMON SCHWENDENER, que la science botanique considère, avec raison, comme l'un des maîtres du XIX^e siècle. D'autre part, j'ai été amené, par de minutieuses études d'algologie, poursuivies pendant quarante ans, et plus particulièrement par des recherches sur la spécificité et la culture des Algues unicellulaires, à envisager le problème de la Symbiose des Lichens, sous un jour nouveau, ce qui m'autorise à exposer ce sujet difficile entre tous, à notre Assemblée annuelle générale.

Pour ce qui concerne l'étude des gonidies des Lichens (cellules

¹ FINCK, BRUCE, *The rate of growth and ecesis in Lichens*, Mycologia IX (1917).

² ZAHLBRUCKNER, A., *Catalogus Lichenum universalis*, Leipsig (1922) se continue: Id. *Flechten*: A. Allgemeiner Teil von M. FUNFSTÜCK. B. Spezieller Teil von A. Z., Leipsig (1907) in Engler, *Die Nat. Pflanzenfamilien*, I. Teil, 1. Abteil.

vertes qui vivent en symbiose avec des champignons, la plupart Ascomycètes), j'ai été aidé par plusieurs élèves collaborateurs, dans mon laboratoire: M^{lle} T. RAYSS, M^{lle} KORNILOFF, M^{lle} STABINSKA, MM. BIALOSUKNIA, LETELLIER, et last not least, par M. OTTO JAAG.

Mais j'ai aussi songé à présenter ce travail ici-même, parce que dès le début de son existence, la lichénologie a fait partie des préoccupations de notre Société. Pour une partie importante, la lichénologie est une science éminemment helvétique.

Déjà en 1817, deux ans après la fondation de la Société Helvétique des Sciences Naturelles, E.-L. SCHAEERER faisait paraître, dans le premier numéro de notre première publication scientifique, un mémoire intitulé « Gyrophorarum helveticarum adumbratio »;¹ c'est le premier mémoire scientifique édité par les soins de notre Société.

Méconnus par les anciens botanistes ou négligés par ces derniers, les Lichens sont classifiés par HALLER, en 1769.²

SCHAEERER de Berne,³ un des maîtres de la Lichénologie systématique, de 1817 à 1850, sans relâche, observe, collectionne, classe. Son œuvre devenue classique est continuée par HEPP, aidé et conseillé par NÄGELI de Zurich. Ils éditent un bel ouvrage illustré qui est destiné à expliquer la collection de Lichens qui fait suite à l'œuvre de SCHAEERER. Cet ouvrage, ils le dédient aux mânes de l'illustre Bernois. On précise mieux qu'on ne l'avait fait jusqu'alors, les caractères des Lichens, en utilisant l'apparence et la dimension des spores qui se forment dans les conceptacles appelés apothécies, et qui correspondent à des appareils fructifères de même nature, qui se produisent à partir des champignons Pyrénomycètes et Discomycètes.

Dès 1800, à l'étranger et en Suisse, se développe peu à peu une vraie science lichénologique: ACHARIUS (1745 à 1818), FRIES, E. M., FRIES, TH. M. FRIES.

Mais dès le milieu du siècle dernier, l'intérêt grandit pour ces êtres végétaux énigmatiques et l'on peut bien dire que de 1852

¹ Id. Naturwissenschaftlicher Anzeiger der allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die Gesammten Naturwissenschaften (1817), Berne, p. 6.

² HALLER, A. v., *Nomenclator ex historia plantarum indigenarum Helvetiae excerptus*. auct. A. v. H., Bernae (1769).

³ SCHAEERER, L. M., *Lichenes helvetici exsiccati*, Bernae (1826 et seq.). — Id. *Spicilegium Lichenum helveticorum*, Bernae (1823—1850).

Id. *Enumeratio critica lichenum europaeorum*. 327 p. (1850).

à 1865, l'attention d'un grand nombre de botanistes se concentre sur cette étude captivante :

TULASNE (1852); HEPP, PH. (1853—1867) — KOERBER (1846—1865) — KREMPELHUBER, V. (1867) — MASSALONGO (1852) — NYLANDER (1852—1885) — MÜLLER, J. (1862).¹

EDMOND BOISSIER, lui-même, s'est fait acquéreur, à ce moment, des fameuses collections de E.-L. SCHAEERER. J. MÜLLER, alors conservateur de l'Herbier de CANDOLLE, devient possesseur des collections et documents de HEPP.² A ce moment, la lichénologie occupe vraiment une première place parmi les préoccupations des systématiciens-cryptogamistes. Chacun s'efforce de perfectionner les méthodes d'investigation et le système de la classification des Lichens. SCHWENDENER, dans le laboratoire de NÆGELI, s'occupe de la constitution du thalle, de la nature de l'écorce et du mode de croissance de leurs différents tissus ainsi que de la nature des cellules vertes qu'on appelle gonidies.

En 1849 paraissent les deux grandes contributions de NÆGELI sur les Algues et plus particulièrement son fameux ouvrage: « Gattungen einzelliger Algen » (1849).³ Ses recherches algologiques permettent alors à SCHWENDENER de porter son attention sur l'analogie et sur l'homologie des Algues et des Gonidies. Il se pose des questions relatives à l'origine de ces Algues vertes qu'il considère au début comme produites par des renflements de branches mycéliennes.

Mais, à l'instar de DE BARY,⁴ il s'aperçoit de la remarquable similitude que présentent ces éléments verts (ou vert-bleuâtres) avec certaines Algues unicellulaires décrites par les algologues et plus particulièrement par NÆGELI, RABENHORST et d'autres.

Il se demande alors par quelle singulière fantaisie la nature a répété, chez les Lichens, des structures cellulaires identiques à celles qu'on rencontre dans certaines Algues et ceci à un tel point

¹ MÜLLER, J. argov., *Principes de la classification et énumération des lichens des environs de Genève*. Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, XVI (1862).

² HEPP, PH. Dr., *Abbildungen und Beschreibungen der Sporen zum I., II., III. und IV. Band der Flechten Europas* in getrockneten, mikroskopisch untersuchten Exemplaren. Zürich (1853—1867).

³ NÆGELI, *Gattungen einzelliger Algen*, Zürich (1849).

⁴ DE BARY, *Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten*. Leipzig (1866).

qu'un expert ne saurait distinguer entre ce qui est algue et ce qui est gonidie.

De même, DE BARY qui venait de publier (1866) son fameux livre « Morphologie und Physiologie der Pilze und Flechten », lui aussi se pose, à propos des Gonidies des Lichens cette question : Ou bien ce sont des Algues, de forme et de contenu identiques aux Gonidies des Lichens, ou ces soi-disant Algues sont des Gonidies de Lichens détachées, errant librement comme propagules de ces plantes.

Il semble bien que SCHWENDENER¹ ait été fortement impressionné par les remarques de DE BARY, car peu après la parution de ce livre, il reprend cette étude des Gonidies et reconnaît l'erreur qu'il avait commise précédemment, lorsqu'il avait cru à un lien génétique entre ces Gonidies et les filaments incolores du Lichen.

C'est alors que paraît le fameux mémoire de FAMINTZIN et BARANETSKY,² annonçant que ces botanistes ont réussi à obtenir des zoospores (cellules propagatrices mobiles) à partir de ces gonidies de Lichens, ces dernières étant du type de l'Algue connue alors sous le nom de *Cystococcus humicola*, Naeg. FAMINTZIN et BARANETSKY ne concluent pas cependant à la nature algologique de ces productions ; ce sont pour eux des Gonidies libérées. Les Algues du même type qui vivent en liberté, proviendraient de cette libération des Gonidies lichéniques. C'était en 1866. SCHWENDENER, alors, subitement (1867), saisit la vérité et il profite de la réunion annuelle de la Société Helvétique des Sciences Naturelles à Rheinfelden,³ pour présenter sa nouvelle théorie de la nature double des Lichens.

Cette communication, suivie bientôt de son bel ouvrage publié comme discours du Recteur à l'Université de Bâle, en 1869 : « Die Algentypen der Flechtengonidien », fit naturellement sensation.⁴ Accepté d'emblée par les anatomistes et les physiologistes, sa théorie

¹ SCHWENDENER, S. *Untersuchungen über den Flechtenthallus*, in Naegeli, Beiträge z. wiss. Bot.

² FAMINTZIN et BARANETSKY, *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Gonidien- und Zoosporenbildung bei Physcia parietina*, Bot. Ztg. 25 (1868).

³ SCHWENDENER, S., *Über die wahre Natur der Flechten*, in Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, in Rheinfelden (1867), p. 88-90.

⁴ SCHWENDENER, S., *Die Algentypen der Flechtengonidien*. Programm für die Rektoratsfeier der Universität Basel (1869).

fut vivement attaquée par les spécialistes, par les gens compétents en lichénologie comme V. KREMPELHUBER, FRIES, NYLANDER, et MÜLLER Argoviensis, systématiciens habiles et savants qui accumulèrent argument sur argument pour rendre suspecte la théorie de SCHWENDENER, même pour la rendre ridicule. Chacun de ces spécialistes s'était fait connaître avantageusement par des œuvres lichénologiques et aujourd'hui encore, leurs travaux et leurs collections sont consultés par tous ceux qui s'intéressent à la question du Lichen.

En parcourant les textes des polémiques publiés par les adversaires de SCHWENDENER, on est étonné de l'aveuglement des lichénologues et de la pauvreté de leurs arguments, tandis qu'on admire d'autant plus, la digne réserve de SCHWENDENER devant le déluge d'imprécations de ses opposants, critiques souvent rédigées en excellent latin, lesquelles s'efforcent toutes « *ejusdem farinae* » d'ensevelir l'hérésie nommée Schwendenérisme et de la noyer sous leurs sarcasmes. Comparez, au contraire, une des rares répliques de SCHWENDENER :¹ « *Erörterungen zur Gonidienfrage* », Flora, Regensburg (1872), dont j'extrais cette conclusion page 22 : « Ich hoffe, durch vorstehende Auseinandersetzungen gezeigt zu haben, dass in der Tat die Algennatur der Flechtengonidien in einer Reihe von Fällen festgesetzt, in anderen höchst wahrscheinlich, in keinem unwahrscheinlich ist. » Et autre part : Diese Beispiele sollen bloss zeigen, dass das Studium der Gonidien noch lange nicht abgeschlossen ist.

Peu après, ED. BORNET, le grand algologue français,² qui était aussi un distingué lichénologue, confirmait d'une manière éclatante les conclusions de SCHWENDENER sur la nature des gonidies et ajoutait à ceux décrits par SCHWENDENER de nouveaux types d'Algues vivant en symbiose.

Les Lichens sont des êtres doubles ; ils se reproduisent d'une part, comme les Champignons Ascomycètes, par des spores éjaculées hors de conceptacles nommés asques ; mais il est bien évident que ces spores sont des spores de champignons, et à leur germination, déjà observée par TULASNE, puis par BORNET, ces spores produisent

¹ SCHWENDENER, S. *Erörterungen zur Gonidienfrage*, Flora, Regensburg (1872), p. 22.

² BORNET, ED., *Recherches sur les gonidies des Lichens*. Ann. sc. nat. bot. 5^e série. 17. 1. (1873) 45.

des hyphes de champignons. Pour constituer un Lichen, il faut que ces hyphes rencontrent des Algues et les entourent de leurs filaments crampons, les emprisonnent et les excitent à un développement ultérieur. On pouvait alors objecter à la théorie de SCHWEN-DENER qu'elle ne serait complètement démontrée que lorsqu'on aurait pu, par analyse, isoler les germes d'Algues en culture pure d'une part, et les spores de l'Ascomycète d'autre part, et qu'on aurait dès lors, dans des conditions de pureté absolue, et par des méthodes inéquivoques, reconstitué, par synthèse, le Lichen primitif.

L'analyse du Lichen est chose récente, pour ce qui est des Algues, mais la synthèse, à ma connaissance, n'a pas été réalisée de telle manière que la critique soit désarmée. Je m'abstiens donc de discuter les synthèses décrites par G. BONNIER. Ce botaniste travaillait à un moment où la question des cultures pures était encore dans l'enfance, même autour de l'École de Pasteur, lequel était plus préoccupé de résultats physiologiques que de constatations morphologiques.

Des essais de cultures pures de champignons-lichens ont été entrepris par E. STAHL (1877)¹ à propos de Lichens Pyrénocarpés et par un heureux hasard, la synthèse s'effectuait sans trop de difficultés. Mais il ne s'agit pas, dans ce cas, de cultures pures. A. MOELLER (1887)² a réussi, à partir de spores et de spermaties, à cultiver le champignon d'un certain nombre de Lichens crustacés. HÄYREN,³ TOBLER⁴ et d'autres encore ont obtenu également des mycéliums, plus ou moins purs et même des ébauches de différenciation lichénique, pour ce qui est des couches corticales et médullaires.

Mais ce n'est que tout récemment que KILIAN et WERNER,⁵

¹ STAHL, E., *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Flechten*, Leipzig (1877).

² MOELLER, A., *Über die Kultur flechtenbildender Ascomyceten ohne Algen*. Dissert. Münster, 52 p. (1887).

³ HÄYREN, *Beobachtungen bei der Kultur von Flechtengonidien*. C.-R. du Congrès des naturalistes et méd. du Nord, à Helsingfors (1902).

⁴ TOBLER, F., *Das physiologische Gleichgewicht von Pilz und Alge in den Flechten*. Ber. d. d. bot. Ges. 27 (1909).

Id. *Zur Ernährungsphysiologie der Flechten*, *ibid.* 29 (1911) 3.

Id. *Zur Biologie der Flechten und Flechtenpilze*. *Jahrb. f. wiss. Bot.* 49 (1911) 389.

Id. *Biologie der Flechten*. Berlin (1925), avec une planche coloriée.

⁵ KILIAN, CH. et WERNER, R. G., *Cultures pures des Champignons de Lichens*. C.-R. Acad. Sc. Paris 179 (1924), 1339—1342.

puis WERNER¹ ont fait croître, dans des conditions d'asepsie complète, des thalles de divers Lichens qu'ils ont amenés assez loin pour qu'à partir de ces exemples, on puisse désormais s'appliquer à la synthèse des Lichens, qu'ils n'ont pas non plus réalisée.

Dans la nature, la multiplication des Lichens se fait souvent par des propagules de nature double, nommés « Sorédies », déjà anciennement signalées, par exemple par SCHAEERER, sous le nom de « Keimpulver » et dont l'origine et la structure ont été soigneusement décrites par SCHWENDENER (1860). Il s'agit ici de réseaux d'hyphes détachés dans l'intérieur du thalle, emprisonnant des gonidies et s'isolant de plus en plus, perçant l'écorce du thalle et constituant finalement des poudres gris-verdâtres ou jaunâtres. Ces globules submicroscopiques qui contiennent, dans une pelote d'hyphes, un groupe de gonidies, sont donc de nature double. Expulsés du thalle, ces globules sont dispersés par le vent et sont l'origine de nouveaux Lichens. C'est souvent à partir de ces sorédies que se forment, sur les troncs d'arbres ou sur les surfaces rocheuses, des enduits grossièrement pulvérulents et finalement finement poussiéreux, verdâtres, dans lesquels les cellules des Algues sont libres ou plus souvent associées à des lacis minuscules de hyphes, trahissant ainsi leur origine ou leur évolution lichénique. La composition exacte de ces poussières vertes n'a pas encore été étudiée avec précision, par la méthode des cultures pures. Nous en avons isolé: *Pleurococcus Naegelii*, Chod., *P. Monas* (Aghd.), *Stichococcus* sp. et des Algues unicellulaires appartenant à des Protococcacées.

Il y a, sans doute, dans ces poussières vertes, un matériel complexe, tout prêt à fournir des gonidies de Lichen et pourtant certaines des Algues unicellulaires, présentes dans ces enduits verts, ne paraissent pas, autant qu'on le sait jusqu'à présent, être aptes à constituer, avec un champignon correspondant, des Lichens définitifs.

Du temps de SCHWENDENER et de BORNET, l'identification des Algues-gonidies avec celles rencontrées dans la nature, à l'état libre, présentait apparemment moins de difficultés qu'aujourd'hui.

¹ WERNER, R. G., *Xanthoria parietina*, Lichen, son champignon en culture pure. Bull. Soc. mycol. Fr. 41 (1925), III^e fasc., 385 (1 pl.).

Id. *Recherches biologiques et expérimentales sur les Ascomycètes de Lichens*. Thèse (Paris), Ser. A. n. 1094, n^o d'ordre 1939. Mulhouse, Braun & C^{ie}, Impr. (16, Rue Louis-le-Grand, Paris (1927)).

L'évaluation spécifique des Algues unicellulaires vertes se faisait par comparaison, au microscope, et les ouvrages de RABENHORST et de NÆGELI permettaient seulement des comparaisons grossières, mais que l'on croyait alors suffisantes. Aussi, voyons-nous, SCHWENDENER et BORNET rapporter les gonidies vertes, unicellulaires, à un petit nombre d'espèces que chacun croyait pouvoir aisément reconnaître, au microscope et à première inspection: *Cystococcus humicola* Naeg., *Pleurococcus vulgaris*, *Protococcus* (au sens de Rabenhorst, Fl. Europaea Algar. III et qui, selon SCHWENDENER, ne pouvait être distinguée, à l'état de gonidie, de l'espèce précédente). On citait, éventuellement, comme capables de fonctionner aussi comme gonidies: *Stichococcus bacillaris*, *Palmella botryoides*, *Botrydina vulgaris*, *Gloeocystis rupestris*, etc.

Mais avec le développement de l'algologie moderne, qui utilise, pour la définition des espèces, la méthode des cultures pures, et qui tient compte non seulement de la morphologie cellulaire, mais qui compare les espèces au moyen du faciès colonial, de même qu'elle utilise la physiologie comparée des espèces isolées en milieu aseptique, on s'est aperçu que des désignations comme *Pleurococcus vulgaris*, *Chlorella vulgaris*, *Stichococcus bacillaris*, sont des termes collectifs appliqués à des groupes d'espèces élémentaires lesquelles, sur des milieux appropriés et standardisés, sont aussi distinctes les unes des autres que le sont les espèces linnéennes de plantes supérieures.¹

On pouvait se demander, dès lors, si cette multiplicité d'espèces élémentaires, constatée dans le monde des Algues, se retrouverait aussi dans celui des gonidies vertes. L'analyse de deux premiers Lichens examinés par nous: *Solorina saccata* du Petit-Salève, à Genève, et *Solorina crocea*, des Alpes du Valais (2600 m.), confirma cette supposition. Tout d'abord, les deux Lichens en question sont caractérisés par un genre de gonidie mal défini ci-devant et appelé *Dactylococcus*, mais qui doit être classé définitivement dans le genre *Coccomyxa*. Les gonidies de ces deux espèces de Lichens diffèrent nettement l'une de l'autre, par la dimension des cellules et aussi par l'apparence des cultures pures. Elles-mêmes diffèrent des *Coccomyxa* trouvés autre part dans la nature, par des caractères assez nets, pour qu'on puisse en faire des espèces élémentaires particulières.

¹ CHODAT, R., *Monographies d'Algues en cultures pures (Gonidies de lichens)* in Beitrage zu Kryptogamenflora der Schweiz, Bd. IV, Heft 2 (1913).

De même, nos recherches sur les espèces de *Cladonia* nous ont révélé que chez toutes, comme cela était déjà connu depuis SCHWENDENER, la gonidie est une Algue verte unicellulaire, qui peut porter le nom approximatif, donné par NÆGELI: *Cystococcus humicola*, algue que ce savant avait rencontrée sur des milieux humides.

Cependant, chaque espèce de *Cladonia* possède une race particulière ou espèce élémentaire de ce *Cystococcus*. Chacune de ces races, en culture pure, exhibe, sur le milieu Agar sucré, un faciès colonial (macro-colonie) particulier. Parfois même, le *Cystococcus* de la même espèce lichénique se présente, selon la localité géographique, comme gonidie spécifique.

Ainsi donc, contrairement à l'opinion simpliste de SCHWENDENER et de ceux qui l'ont suivi, le *Cystococcus humicola* n'est pas une espèce unique d'Algue, commune, comme gonidie, à différents genres et espèces de Lichens foliacés ou fruticuleux, mais c'est une désignation collective, comprenant des espèces élémentaires particulières, chacune spéciale à une espèce de Lichens. Le genre *Cystococcus* comprend dès lors un grand nombre d'espèces (plusieurs ont été sélectionnées en dehors des Lichens), les unes libres, les autres symbiotiques et spécifiques pour chaque espèce de Lichen correspondante.

D'autre part le *Cystococcus* isolé, dans mon laboratoire, par mon élève LETELLIER,¹ à partir du Lichen *Xanthoria parietina*, est encore une autre espèce, distincte des gonidies caractérisant les espèces de *Cladonia*.

WARREN² a confirmé ces résultats et les a étendus à d'autres espèces de Lichens, trouvant partout, également, la spécificité.

Pour vérifier cette intéressante théorie, j'ai fait faire à M. OTTO JAAG³ une enquête analogue sur le genre *Parmelia*, genre de Lichens riche en espèces bien définies. Ici encore, les espèces (*Parmelia tiliacea*, *Parmelia caperata*, etc.) se sont montrées cha-

¹ LETELLIER, *Etude de quelques gonidies de Lichens*. Bulletin de la Société botanique de Genève, II^e série (1917).

² WARREN, H., *Reinkultur von Flechtengonidien*. Finska vetensk. Soc. Förh. 61, Abt. I, n^o 14, 79 (1918—1919).

³ JAAG, O., *Recherches expérimentales sur les gonidies des Lichens appartenant aux genres Parmelia et Cladonia*. Bull. Soc. bot. Genève, XXV, fasc. 1 (1). (1929).

une munie d'une gonidie spécifique. Mais le résultat le plus important de cette dernière enquête était que l'ensemble des races ou espèces élémentaires de gonidies, extraites des diverses espèces de *Parmelia*, présentait par rapport aux gonidies extraites par nous des diverses espèces de *Cladonia*, un comportement qu'on peut appeler générique; ces gonidies du genre *Parmelia* se ressemblant plus les unes aux autres qu'elles ne ressemblent, comme ensemble, aux gonidies des *Cladonia*.

Nous n'avons pas encore pu reconnaître à quel Lichen correspondrait le *Pleurococcus Naegelii* Chod. et qui en constituerait la gonidie. Cette espèce d'Algue est cependant très commune dans la nature et y constitue les enduits verts bien connus.

J'ai étendu ensuite ces analyses aux Lichens qui ont, dit-on, des gonidies du type *Pleurococcus*,¹ et ici encore, nous les avons trouvées spécifiques. Chez *Toninia* et chez *Verrucaria*, elles sont d'un type que nous avons appelé précédemment *Cocobotrys*, chez les Endocarpacés, d'un type rappelant le *Pleurococcus Monas* (Aghd.) Chod.; d'un autre type enfin chez les *Umbilicaria*.

Nous sommes donc amenés, par ces résultats et par ces considérations, à la conclusion que la société représentée par les Lichens n'est pas seulement un mariage qui se ferait entre le Champignon-lichen, au hasard des rencontres, avec une Algue quelconque, mais que les espèces *Cladonia*, par exemple, s'associent avec des espèces de *Cystococcus* d'un type, qui diffère par un ensemble de caractères du type des espèces de *Cystococcus* qui s'associent aux Champignons-lichens participant à la constitution des espèces lichéniques de *Parmelia*.

L'ancienne idée d'une rencontre fortuite de divers Champignons-lichens avec une seule et même Algue le *Cystococcus humicola*, espèce qui serait commune à beaucoup de genres de Lichens, doit donc être abandonnée.

Les lichénologues du temps de SCHWENDENER défendaient par de mauvais arguments la théorie de l'unicité des Lichens, croyant que le dogme de l'espèce lichénique était en danger si l'opinion de SCHWENDENER se vérifiait: que les Lichens sont des mycètes vivant en parasites ou en symbiotes sur des Algues. Alors, il n'y

¹ CHODAT, R., *Nouvelles recherches sur les gonidies des Lichens*. Comptes-rendus de l'Académie des Sciences 191 (1930), 469.

aurait plus eu de Lichens, puisque les genres et les espèces que ces savants avaient patiemment étudiés disparaîtraient en tant qu'unités systématiques. Si cela se confirmait, il n'y aurait plus eu d'autre solution que de distribuer les deux symbiotes l'un parmi les Champignons pour ce qui est du Champignon-lichen, et l'autre, parmi les Algues, pour ce qui est des gonidies.

Mais tout en reconnaissant la réalité du phénomène de la symbiose, des lichénologues comme REINKE ont fait remarquer que la distribution des Champignons-lichens parmi les Ascomycètes n'est pas chose facile. C'est alors comme si, au cours de l'évolution de ces Ascomycètes, certains champignons, proprement dits, avaient été déviés de leur évolution habituelle, en raison de leur mode de croître en symbiose; cette catégorie de mycètes forme une classe de plantes, avec ses familles, ses genres et ses espèces définis, tout d'abord par leur comportement symbiotique, mais ayant, au cours de leur évolution, acquis des caractéristiques nouvelles qui les séparent, comme morphologie spéciale, de leurs congénères non symbiotiques.

Il devenait donc peu probable que l'on pourrait réellement, dissociant ce complexe, refouler le Champignon vers des classes correspondantes d'Ascomycètes parasites ou saprophytes, tandis que la gonidie trouverait tout naturellement sa place parmi les espèces des Algues.

En réalité, le Champignon-lichen est comme adapté à cette vie symbiotique et ce n'est qu'avec peine ou exceptionnellement qu'on peut faire vivre le mycète en l'absence de la gonidie et l'amener jusqu'au stade reproducteur ascospore.

Tout semble, en effet, prouver que ces Champignons-lichens ne réalisent, *en nature*, leur évolution ontogénique complète qu'en présence de gonidies particulières. Dès lors, si cette manière de voir se précise, les Lichens constitueraient, dans leur ensemble, une classe de végétaux qui ont acquis, en symbiose, une évolution spéciale, ce qui en fait des êtres à part. De là, le maintien des Lichens en tant que groupe systématique par tous les lichénologues et mycologues modernes.

Au point de vue systématique, les lichénologues de jadis étaient partiellement dans le vrai. Les Lichens ne sont pas seulement des symbiotes, mais ils sont des êtres dont la double évolution s'est faite sous le signe de l'enchaînement d'une Algue et d'un Champignon.

Chez eux l'espèce est une notion sociale qu'il ne faut pas confondre avec celle d'espèce habituelle. Leur spécificité est pour une part dans l'Algue qui est, comme nous l'avons dit, particulière à une espèce de Champignon-lichen et d'autre part dans le Champignon-lichen qui lui aussi se comporte corrélativement. Il y aurait donc là un double génotype.

Mais à préciser ces notions de spécificité particulières, soit au point de vue physiologique, soit au point de vue morphologique, il faudra encore bien des expériences avant de pouvoir exprimer en termes précis la causalité de ces biomorphoses!

Peut-on, par synthèse, réunir en de nouvelles associations des Champignons-lichens d'un genre défini avec des Algues unicellulaires, former des sortes d'hybrides et construire ainsi de nouveaux Lichens; ce serait un problème du plus haut intérêt et qui permettrait de résoudre cette importante question de morphologie: dans quelle mesure le Champignon-lichen est-il influencé par la présence de l'Algue, pour adopter une morphologie spéciale, de même que les « Galles » d'un même chêne sous l'excitation de divers insectes, exhibent une morphologie et une anatomie spécifiques?

Les Lichens, que j'ai, en 1907, classés parmi les biomorphoses présentent, pour chaque espèce, une morphologie particulière; celle-ci, à n'en pas douter, est le résultat de cette symbiose, laquelle se montre dès lors morphogène.

Comme, au cours des temps, les Lichens répètent une même morphologie et que ce sont cependant des êtres doubles, constituant en quelque sorte une unité supérieure d'un type social particulier, il y a là un problème de génétique du plus haut intérêt. Il y a même un problème de phylogénie; l'évolution phylogénétique de la classe des Lichens, considérée à la lumière de la symbiose, est encore à décrire, car, si incomplète que soit encore la systématique des Lichens, cette étude a abouti à les classer, comme les unités systématiques indépendantes, en Ordres, en Genres et en Espèces. Cette classification est à la fois naturelle pour ce qui est des Champignons-lichens et pour ce qui est des gonidies, leurs associés. Mais c'est là un de ces problèmes qui ne pourra être résolu que par l'emploi des cultures pures.

La multiplicité des espèces élémentaires de gonidies, Algues sélectionnées par des Champignons-lichens correspondants, pose aussi une question d'origine. Sans vouloir, dès maintenant, l'expli-

quer par analogie avec ce qui se passe chez les Algues unicellulaires, je rappelle que j'ai récemment montré que la stabilité de ces races élémentaires, telle qu'elle résulte de nombreuses investigations relatives aux cultures pures des Algues, n'est qu'illusoire.

Spontanément, à certains moments, au milieu d'un matériel uniforme, issu d'une cellule unique, peuvent apparaître des formes nouvelles, par mutation.

Les mutations observées au sein de ces cultures, issues d'un seul germe, diffèrent de l'espèce élémentaire initiale par des caractères qui sont de l'ordre d'importance de ceux qui séparent les espèces élémentaires, sélectionnées de la nature.

On peut dès lors faire l'hypothèse, hautement probable, que les multiples variétés de gonidies sont, elles aussi, le résultat d'une mutation analogue et que l'action sélective des Champignons-lichens a eu pour effet de trier ces races de gonidies et de les maintenir relativement constantes et spécifiques.

Le temps nous manque pour parler des gonidies qui appartiennent à d'autres catégories d'Algues que nous étudions présentement, comme par exemple les Cyanophycées et celles qui sont connues sous le nom de *Phycopeltis*, *Trentepohlia* etc. Ainsi nous attend tout un monde de problèmes complexes, relatifs à la symbiose et à la spécificité.

* * *

Cette conférence était accompagnée de projections représentant les Lichens énumérés, les types de gonidies et la spécificité de ces dernières en culture pure.

Des mutations d'Algues unicellulaires obtenues à partir de cultures monosporées ont été aussi présentées.

Der endemische Kretinismus

Von

Prof. Dr. C. WEGELIN, Bern

Der Aufforderung, im Schosse der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft über den endemischen Kretinismus zu sprechen, bin ich nur mit einem gewissen Zögern gefolgt; denn die Frage nach dem Wesen und der Entstehung des Kretinismus ist ja aufs innigste mit dem Kropfproblem verbunden, das in den letzten zehn Jahren zweimal, zuerst von Prof. HEDINGER an der Versammlung in Neuenburg und dann von Dr. BAYARD an derjenigen in Zermatt, vor unserem Plenum behandelt worden ist. Ich hoffe aber, zeigen zu können, dass der endemische Kretinismus nach der anatomischen wie nach der funktionellen Seite doch eine gewisse Sonderstellung einnimmt, dass er biologisch als innersekretorische Störung manches Interessante bietet und dass seine Erforschung in gewisser Beziehung sogar klarere Ergebnisse gezeitigt hat als diejenige des Kropfes.

Es ist jedoch noch ein anderer Gesichtspunkt, der mir eine zusammenfassende Darstellung des endemischen Kretinismus berechtigt erscheinen lässt. Ein Rückblick auf die Geschichte unserer Gesellschaft zeigt nämlich, dass sie sich in der ersten Hälfte ihres Bestehens sehr eingehend und zu wiederholten Malen mit diesem Thema beschäftigt hat. Genau vor 100 Jahren hat Prof. TROXLER an der Versammlung in St. Gallen zum erstenmal in einem Vortrag den endemischen Kretinismus in seinen verschiedenen Formen beleuchtet und die Aufnahme einer allgemeinen topographischen Karte oder einer statistischen Übersicht seines Vorkommens in der Schweiz angeregt. Als dann in den Wirren der Regenerationszeit dieser Plan der Vergessenheit anheimzufallen drohte, wurde er an der Versammlung in Freiburg im Jahre 1840 aufs neue zum Programm erhoben, und auf eine Anfrage der Schweizerischen gemeinnützigen Gesellschaft erklärte man sich auch damit einverstanden, dass der

junge Arzt Dr. GUGGENBÜHL von Glarus, der in den Ideen Pestalozzis und Emanuel von Fellenbergs aufgewachsen war, eine Erziehungsanstalt für jugendliche Kretinen in einer Berggegend errichtete, damit diese unglücklichen Geschöpfe ihrer geistigen und körperlichen Verwahrlosung entrissen würden. Die Anträge, die zu diesen beiden Beschlüssen führten, wurden mit einer Begeisterung und einem Optimismus vertreten, die uns heute überschwenglich und etwas unkritisch anmuten, die aber der Zeit der Romantik mit ihrer Sehnsucht nach geistiger Erlösung des Menschengeschlechts und ihrem Schwelgen in Naturphilosophie durchaus entsprachen. Es ist immerhin zu betonen, dass schon damals einzelne Stimmen vor übertriebenen Hoffnungen warnten und dass die körperliche und psychische Behandlung der erwachsenen Kretinen als völlig aussichtslos bezeichnet wurde.

GUGGENBÜHL hat dann tatsächlich noch im selben Jahr die erste Heilanstalt für Kretinen auf dem Abendberg bei Interlaken eröffnet und mit grosser Hingabe und Ausdauer seine Ideen in die Tat umzusetzen versucht. Die Tatsache, dass seine Anstalt von Medizinern, Pädagogen und Philanthropen aus ganz Europa und Amerika Besuch erhielt und in der Presse fast aller Länder besprochen wurde, ist genügender Beweis für das grosse Interesse, das die gebildete Welt damals der Bekämpfung des Kretinismus entgegenbrachte. Aber 18 Jahre später hat dann die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft den schwärmerisch veranlagten Mann gänzlich von sich abgeschüttelt; sie entzog ihm ihre moralische Unterstützung mit der Begründung, dass er der Aufforderung zu einer jährlichen Berichterstattung nicht nachgekommen sei, dass er das Misstrauen gegen seine Person und die gegen seine Anstalt erhobenen Beschwerden nicht widerlegt habe und dass er bis jetzt noch keinen Fall von Heilung des Kretinismus vorgestellt habe! Mehr persönliche als sachliche Gründe scheinen dieses Verdikt herbeigeführt zu haben.

Der andere Programmpunkt, die Aufstellung einer Kretinenstatistik für die ganze Schweiz, wurde nur in unvollkommener Weise verwirklicht. Eine Kommission, der unter anderen TROXLER und der bekannte Kliniker LEBERT angehörten, sollte das Material sammeln, aber es ging offenbar trotz ständiger Mahnungen an die kantonalen Instanzen sehr langsam und spärlich ein. Im Jahre 1854 konnte dann Dr. MEYER-AHRENS in Zürich, der inzwischen mit der

Sammlung und Sichtung der von den Kantonen gelieferten Zusammenstellungen betraut worden war, die Ergebnisse seiner mühsamen Arbeit in Form eines ausführlichen Berichtes vorlegen, der in der „Schweiz. Zeitschrift für Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe“ veröffentlicht wurde. MEYER-AHRENS hat sein Material in durchaus richtiger Weise nach geographischen Gesichtspunkten geordnet, er gibt einen Überblick über das Vorkommen und die Häufigkeit des Kretinismus im Gebiet der einzelnen Flussläufe; aber er hat eine zahlenmässige Auswertung wegen der Unsicherheit der Grundlagen wohl absichtlich vermieden. Über die Anzahl der Kretinen in der ganzen Schweiz erfahren wir somit nichts Genaueres, und so ist es leider bis zum heutigen Tage geblieben. Die Arbeit von MEYER-AHRENS behält jedoch ihren Wert als Vergleichsmaterial, indem sie wenigstens für einzelne Bezirke eine ziemlich genaue Statistik enthält. Kurz nach der Herausgabe dieser Sammelforschung scheint dann das Interesse für den Kretinismus in unserer Gesellschaft völlig erlahmt zu sein; denn auf der Versammlung in Trogen im Jahre 1857 wurde die Kommission für das Studium des Kretinismus wegen „vermutlicher Fruchtlosigkeit ihrer Anstrengungen“ in aller Form aufgehoben. Man scheint also schon damals von der Bedeutung von Kommissionen für den wissenschaftlichen Fortschritt nicht ganz überzeugt gewesen zu sein.

Ich glaubte, Ihnen diese historischen Beziehungen unserer Gesellschaft zur Frage des Kretinismus nicht vorenthalten zu dürfen, zeigen sie doch, dass einsichtige Männer schon frühzeitig die wissenschaftliche und soziale Bedeutung des Kretinismus für unser Land erfasst haben. Und gewiss ist sie noch heute gross genug; denn dass der Kretinismus am Aussterben sei, das kann nur derjenige behaupten, der geschlossenen Auges gewisse Gegenden der Schweiz durchwandert. E. BIRCHER hat zwar neuerdings mitgeteilt, dass im Kanton Aargau jüngere und ausserhalb der Anstalten lebende Kretinen kaum noch anzutreffen seien, der Kanton Bern jedoch ist nicht so glücklich; denn in den Strassen der Bundesstadt, wie namentlich in den Dörfern des Mittellandes, kann der geübte Beobachter typische Kretinen noch in genügender Anzahl entdecken, und wenn er erst die verschiedenen kantonalen Armenanstalten besucht, dann wird er anerkennen müssen, dass die Belastung des Staates durch diese körperlich und geistig zurückgebliebenen Geschöpfe keineswegs zu unterschätzen ist. Und dass das Los der

ausserhalb der Anstalten lebenden Kretinen vielerorts nicht das beste ist, das wird man vom rein menschlichen Standpunkte aus zugeben müssen, auch wenn man manchen Kretinen mit seiner harmlosen Gutmütigkeit und Bedürfnislosigkeit und seiner Gabe, sich an kleinsten Dingen freuen zu können, zu den Lebenskünstlern rechnen möchte.

Es ist deshalb die Frage berechtigt, wie weit wir heute in der Erforschung des endemischen Kretinismus gekommen sind, welches sein Wesen und seine Ursachen sind und ob sich daraus Konsequenzen für seine wirksame Bekämpfung ziehen lassen.

Über die wissenschaftliche Umgrenzung des Begriffes „Kretinismus“ sind heute nicht mehr viele Worte zu verlieren. Es herrscht darüber Einigkeit, dass der endemische Kretinismus ein krankhafter Zustand ist, der sich sowohl auf die körperliche als auch auf die geistige Sphäre erstreckt. Werden die psychischen Defekte allein als charakteristisch betrachtet oder auch nur allzusehr in den Vordergrund gerückt, so gelingt es nicht, den Kretinismus von der gewöhnlichen Idiotie abzutrennen und wir verfallen in den Fehler mancher Forscher des vorigen Jahrhunderts, die mit ihrer einseitigen Einstellung den Kretinismus als eine reine Geistes- oder Gehirnkrankheit angesehen haben. Der Kretin ist aber gegenüber dem Idioten durch eine Erkrankung seiner Schilddrüse ausgezeichnet, und wir bedürfen demnach zur genauen Definition des Kretinismus noch des Zusatzes, dass die geistige und körperliche Minderwertigkeit des Kretinen mit einer funktionellen und anatomischen Veränderung der Schilddrüse verbunden ist.

Da wir nun vom endemischen Kretinismus sprechen, so setzt dies eine örtliche Gebundenheit seines Vorkommens voraus. Tatsächlich ist seit dem Ende des 18. Jahrhunderts die innige Beziehung zwischen dem Kretinismus und dem endemischen Kropf aufgefallen, und die bedeutendsten Forscher des vorigen Jahrhunderts — ich nenne hier FODÉRE, IPHOFEN, STAHL, ROESCH, VIRCHOW, A. NIÈPCE, ST. LAGER, BAILLARGER und ALLARA — haben sich für eine enge Verwandtschaft der beiden Übel ausgesprochen. Wenn FINKBEINER neuestens diese Anschauung mit dem Hinweis kritisiert, dass der Kretinismus häufiger bei Männern als bei Frauen auftrete, der Kropf hingegen das umgekehrte Verhältnis zeige, so übersieht er die Tatsache, dass im früheren Kindesalter,

d. h. in der für die Entstehung des Kretinismus entscheidenden Zeit, der Kropf bei Knaben mindestens ebenso häufig oder sogar noch häufiger als bei Mädchen auftritt. Wenigstens gilt dies für starke Kropfendemen. Jedenfalls können wir mit aller Bestimmtheit behaupten, dass der endemische Kretinismus nur da zur Beobachtung kommt, wo auch der Kropf heimisch ist. Es muss freilich betont werden, dass der Verbreitungsbezirk des Kretinismus wesentlich kleiner ist als der des Kropfes und dass sein Vorkommen auf Länder mit starker Kropfendemie beschränkt bleibt. Der Kretinismus kann demnach als Gradmesser der Intensität einer Kropfendemie bezeichnet werden.

Forschungen der neuesten Zeit haben nun wertvolle Beiträge zur Kenntnis der geographischen Verbreitung des Kretinismus geliefert. Aus der Schweiz und den übrigen Alpenländern, wo der Kretinismus wahrscheinlich seit uralten Zeiten endemisch ist, ist freilich nicht viel Neues zu berichten. Dass der Kretinismus in demjenigen Kanton, der früher wegen seiner grossen Kretinenzahl besonders berüchtigt war, nämlich dem Wallis, erheblich zurückgegangen sei, wird schon an der schweizerischen Naturforscherversammlung von 1840 berichtet. Im übrigen aber sind in der Schweiz wohl keine starken Verschiebungen eingetreten, wenn auch der Kropf nach der Karte von STINER aus dem Jahre 1925 eher eine Wanderung in der Richtung von Westen nach Osten zeigt. Die alten Kretinennester, die das Mittelland und Voralpengebiet bevorzugen, sind jedenfalls noch nicht ausgestorben. Aus Mittel- und Süddeutschland wird eine erhebliche Abnahme des Kretinismus gemeldet. In Unterfranken z. B., wo um die Mitte des vorigen Jahrhunderts nach VIRCHOWS Zeugnis noch ziemlich viele Kretinen wohnten, sind sie heute an Zahl stark zurückgegangen (WILLER). In Holland, wo in der Gegend von Utrecht eine leichte Kropfendemie herrscht, ist der Kretinismus äusserst selten (DE JOSSELIN DE JONG) und in England kennt man ihn kaum, während auffallenderweise in Südschweden auf der Hochebene Smålands nicht bloss Kropf, sondern auch Kretinismus in seiner typischen Form nicht allzu selten ist. HÖJER hat hier 1 ‰ Vollkretinen gezählt. Weitere Mitteilungen über die Verbreitung des Kretinismus sind aus Spanien gekommen, wo MARAÑÓN und GOYANES ausser den schon lange bekannten Kretinenherden in den Pyrenäen noch eine Gegend an der portugiesischen Grenze (Las Hurdes) gefunden haben, die mit

den ärgsten Kretinenherden der Alpen wetteifern kann. Während mehrerer Jahre soll dort kein einziger zum Militärdienst tauglicher Mann zu finden gewesen sein. Endlich hat FLINKER in der Bukowina, am Nordabhange der Karpathen, die Verbreitung des Kretinismus studiert, und ein ethnologisch äusserst interessantes und wertvolles Material gesammelt, auf das wir noch zurückkommen werden. Nach seinen Untersuchungen tritt der Kretinismus niemals an das Gebirge gebunden auf, sondern er bevorzugt die tieferen, breiteren Flusstäler.

Die Angaben über das Vorkommen des Kretinismus ausserhalb Europas mussten bisher einem gewissen Misstrauen begegnen, da sie zum Teil von nicht medizinisch gebildeten Forschungsreisenden stammten. Doch hat auch hier die neueste Zeit Wandel geschaffen. Durch MAC CARRISON wissen wir, dass in Indien, an den Südhängen des Himalaya, Kropf und Kretinismus in genau gleicher Weise wie in den Alpen vorkommen, wenn auch einige Fälle von Kretinismus in ihrem Symptomenbild gewisse Sonderzüge aufweisen (sog. nervöser Kretinismus). Ferner sind wir durch eine sehr schöne Studie des holländischen Arztes VAN BOMMEL über den Kretinismus in Niederländisch-Indien genau unterrichtet worden. Während Java vom Kretinismus verschont zu sein scheint, ist Sumatra an mehreren Stellen die Heimat von typischen Kretinen. VAN BOMMEL hat namentlich den Kretinismus in den Alaslanden (Gouv. Atjeh) in Westsumatra zum Gegenstand einer eingehenden Untersuchung gemacht und dort einen Prozentsatz von 0,9 der Gesamtbevölkerung gefunden. Auch bei den Bataks in der Gegend von Deli kommt Kretinismus vor. Von den übrigen Sundainseln sollen Borneo und Bali Kretinen beherbergen.

In Nordamerika ist trotz der ziemlich starken Verbreitung des Kropfes im Gebiete der grossen Seen der Kretinismus äusserst selten, was von sämtlichen dortigen Kropfforschern betont wird. Ob in Mittel- und Südamerika der Kretinismus in typischer Form vorkommt, wie von älteren Forschern behauptet wird, sollte nochmals genau überprüft werden, doch sprechen die Mitteilungen von KRAUS und seinen Mitarbeitern dafür, dass dies für gewisse Provinzen Nordargentiniens und wahrscheinlich auch Brasiliens zutrifft.

Australien und die Südseeinseln scheinen frei von Kretinismus zu sein, trotzdem z. B. in Neuseeland der Kropf endemisch vor-

kommt. Vom Auftreten des Kretinismus in Afrika ist nichts Sicheres bekannt.

An der Gebundenheit des Kretinismus an die Länder mit starker Kropfendemie, ganz unabhängig von Klima, geographischer Lage und Rasse, lässt sich nach alledem nicht im mindesten zweifeln und auch PFAUNDLERS Berechnungen unter Zugrundelegung der Zufallsziffer der Kombination zeigen mit aller Deutlichkeit, dass von einem zufälligen Zusammentreffen keine Rede sein kann. Damit aber erhebt sich auch sogleich die Frage, ob die örtliche Häufung der beiden Affektionen, die Syntropie, direkt oder indirekt durch eine ursächliche Verknüpfung hervorgerufen wird.

Die ältere Anschauung, zu der sich VIRCHOW bekannte und die später ganz besonders von den verdienten Kropfforschern H. und E. BIRCHER, von SCHOLZ und EWALD verteidigt wurde, lautet dahin, dass Kropf und Kretinismus eine gemeinsame Ursache besitzen, die bald nur die Schilddrüse beeinflusst und zur Vergrösserung bringt, bald aber auch in den übrigen Organen des menschlichen Körpers direkt mehr oder minder ausgeprägte Veränderungen hervorruft, die in ihrer Mehrzahl degenerativer Natur sein sollen. ROESCH (1844) nennt den Kropf das erste Glied in der Kette der Grade und Formen des Kretinismus, und der französische Forscher A. NIÉPCE (1851), dem wir eine ausgezeichnete Studie über den Kretinismus verdanken, sieht den Kropf als den ersten Grad einer Degeneration an, deren letzte Stufe der Kretinismus bildet. Auch nach E. BIRCHER fällt schon der gewöhnliche Kropf unter den Begriff der kretinischen Degeneration. Wenn wir aber die leichten Grade des Kropfes mitrechnen, so würde mindestens die Hälfte, wenn nicht zwei Drittel der schweizerischen Bevölkerung, die sehr zweifelhafte Ehre geniessen, kretinisch degeneriert zu sein, was wir jedoch nicht bloss aus beleidigtem Nationalstolz, sondern auch aus wissenschaftlichen Gründen ablehnen dürfen. Denn trotz Kropf kann ja glücklicherweise psychische Vollwertigkeit und gute körperliche Leistungsfähigkeit vorhanden sein. Die Auffassung von der Koordination des Kropfes und Kretinismus bringt es aber mit sich, dass beide nicht bloss dieselbe Ursache, sondern auch die gleiche Pathogenese besitzen würden, wobei man eine fast endlose Liste der in der Literatur angeführten Theorien aufstellen könnte. Daran hat auch die vor drei Jahren in Bern abgehaltene internationale Kropfkongferenz noch nichts geändert, denn nach wie vor wurden für die

Entstehung des endemischen Kropfes die allerverschiedensten Einflüsse verantwortlich gemacht.

Verschwimmt die Pathogenese des Kretinismus nach dieser Theorie ins Uferlose, so hat auf der andern Seite die zuerst von TH. KOCHER ausgesprochene Auffassung den grossen Vorteil der klaren Umgrenzung. KOCHER, dem wir die ersten tiefen Einblicke in die Funktion der menschlichen Schilddrüse verdanken, erkannte die grosse Ähnlichkeit des Kretinismus mit den Folgen des Schilddrüsenausfalles, der von ihm meisterhaft beschriebenen Kachexia thyreopriva. So geht auf ihn die Erklärung des Kretinismus aus einer mangelhaften Schilddrüsenfunktion zurück, die Hypothyreosetheorie, wie wir sie heute am einfachsten nennen können. KOCHER wurde in seiner Beweisführung von LANGHANS, WEYGANDT, WAGNER VON JAUREGG, DE QUERVAIN u. a. unterstützt, die anatomisches wie klinisches Material zusammentrugen. Nach dieser Ansicht wäre der Kropf, wie DE QUERVAIN sich sehr treffend ausdrückt, der Vater des Kretinismus, nach der BIRCHER'schen hingegen der Bruder.

Eine wesentliche Stütze erhielt die Hypothyreosetheorie durch die anatomische Untersuchung der ausserhalb des Endemiegebietes auftretenden Fälle von sogenanntem sporadischen Kretinismus oder kongenitaler Athyreosis. Das klinische Bild ist hier sehr einheitlich und äussert sich in einer hochgradigen Wachstums- und Entwicklungshemmung, die auf psychischem Gebiet meist mit vollkommener Idiotie gepaart ist.

Die genauere Untersuchung solcher Fälle, die als Missbildung aufzufassen sind, hat nun entweder den vollständigen Mangel jeglichen Schilddrüsenorgans oder, was weit häufiger vorkommt, eine dystopische Hypoplasie der Schilddrüse ergeben. In letzterem Falle fehlt zwar die Schilddrüse am Hals, aber in der Zungensbasis, an der Stelle der embryonalen Anlage der Drüse, sind kleine Inseln von Schilddrüsenorgans vorhanden, die einen Durchmesser von 5—10 mm erreichen können, aber trotz ihres normalen Baues nicht genügen, um die Funktion einer Schilddrüse auszuüben. Die Folgeerscheinungen sind im Prinzip dieselben, wie wenn einem wachsenden Individuum die gesamte Schilddrüse entfernt wird.

Trotz der unverkennbaren Ähnlichkeit zwischen sporadischem und endemischem Kretinismus setzte nun aber gerade hier die Kritik an der Hypothyreosetheorie des endemischen Kretinismus

mit Heftigkeit ein. DIETERLE und E. BIRCHER wiesen auf Unterschiede zwischen dem endemischen Kretinismus und dem kongenitalen Schilddrüsenmangel (Athyreosis oder Thyreoaplasie) hin, die in den Proportionen des Skeletts, dem Verhalten der Haut und des Gehörorgans usw. zu finden seien. Vor allem aber wurde von E. BIRCHER die Insuffizienz der Schilddrüse beim endemischen Kretinismus bestritten, denn es soll bei letzterem stets noch genug normales Schilddrüsengewebe vorhanden sein.

Gerade solche Einwände sprechen für die grosse Bedeutung morphologischer Untersuchungen in dieser Frage. Durch sie muss in erster Linie dargetan werden, ob tatsächlich ein durchgreifender Unterschied zwischen dem angeborenen oder frühzeitig erworbenen Schilddrüsenmangel und dem endemischen Kretinismus vorliegt. Solche Untersuchungen wurden nun in den letzten 15 Jahren von mir an zirka 30 Fällen von endemischem Kretinismus durchgeführt, und zwar in Fortsetzung der Studien, die schon mein Lehrer und Vorgänger LANGHANS namentlich am Skelett der Kretinen begonnen hatte. Es musste dabei nicht allein Bau und Funktion der Schilddrüse, sondern auch die ganze, mächtig und rasch aufblühende Lehre von der inneren Sekretion berücksichtigt werden, fehlte es doch nicht an Stimmen, welche im endemischen Kretinismus eine Störung der Keimdrüsenfunktion oder eine pluriglanduläre Erkrankung, d. h. eine Funktionsstörung in mehreren innersekretorischen Drüsen zugleich erblicken wollten. Zum Vergleich dienten mir mehrere Fälle von kongenitaler Athyreosis und von Kachexia thyreopriva nach Totalexstirpation der Schilddrüse.

Es würde hier zu weit führen, meine Befunde im einzelnen wiederzugeben. Ich muss mich vielmehr darauf beschränken, Ihnen zunächst den äusseren Habitus bei angeborenem Schilddrüsenmangel und endemischem Kretinismus vergleichsweise zu schildern und dann eine kurze Übersicht über die Veränderungen der inneren Organe zu geben.

Beim Athyreotiker ist unter den körperlichen Merkmalen wohl der Zwergwuchs am auffallendsten. Die Körperlänge überschreitet selten 1 Meter; es liegt also eine sehr ausgesprochene Wachstums- hemmung vor. Dazu kommt die charakteristische Gesichtsbildung mit der tief eingesunkenen, breiten Nasenwurzel, die auf dem ganz ungenügenden Wachstum der Schädelbasis beruht. Die Plumpheit der Extremitäten ist hauptsächlich die Folge einer Hautverände-

rung, des Myxoedems, während der grosse Bauch, der häufig durch einen Nabelbruch ausgezeichnet ist, mehr die Folge einer trägen Peristaltik, zum Teil auch der Schlaffheit der Bauchmuskeln ist. Das Kopfhaar ist gewöhnlich spärlich und struppig und an den Körperstellen, wo sich eine stärkere Behaarung als sekundäres Geschlechtsmerkmal ausbilden sollte, bleibt sie aus. Die Geschlechtsorgane bleiben auf vollkommen kindlicher Stufe stehen. Der hochgradigen Hemmung der körperlichen Entwicklung geht diejenige des Geistes parallel; denn fast immer bleibt die Psyche auf der Stufe des Säuglingsalters stehen und nur selten kommt es ohne eine spezifische Behandlung zur Erlernung einiger Worte. Nicht umsonst hat man von einer Myxidiotie gesprochen. Viele derartige Kinder lernen auch nicht einmal stehen und gehen.

Vergleichen wir nun die Kretinen mit dem Habitus des Athyreotikers, so begegnen wir einer viel grösseren Mannigfaltigkeit, was sich schon in der Auffassung des Glarner Arztes TRÜMPY (1839) kundgibt, der die Kretinen in Pflanzenmenschen, Tiernmenschen, Halbmenschen und Kropfmenschen einteilte. Neuere Forscher sprechen von Vollkretinen, Halbkretinen und Kretinösen oder von Kretinen und Kretinoiden, wobei gewöhnlich der Zustand der Psyche zur Einteilung herangezogen wird. Deshalb hat auch MAFFEI behauptet, es gebe keinen Prototyp des Kretinen. Aber dieser Satz ist doch nur bedingt richtig; denn die höheren Grade des Kretinismus, die wir bei den sogenannten Zwergkretinen antreffen, sind doch in ihrer äusseren Erscheinung ziemlich gleichförmig und entsprechen weitgehend dem Typus des Athyreotikers, wenn auch in etwas gemildertem Masse. Die Hemmung des Körperwachstums ist hier auch sehr deutlich, doch finden wir meistens eine Körperlänge von 120 bis 150 cm, selten bleibt sie im erwachsenen Alter unter 120 cm. Die Gesichtsbildung ist zwar fast immer durch die Einziehung der Nasenwurzel charakterisiert, zeigt aber doch eine grössere Individualisierung als beim Athyreotiker, und die myxoedematöse Schwellung der Haut tritt meistens nur im Kindesalter deutlich hervor, während später die Haut schlaff und runzlig wird. Doch kann sich das Myxoedem auch beim erwachsenen Kretin erhalten. Die Geschlechtsorgane und die Behaarung bleiben beim zwerghaften Kretin fast immer auf der infantilen Stufe stehen. Je geringer die Wachstumshemmung, desto weniger treten im allgemeinen auch die übrigen angeführten Merkmale hervor.

Auf geistigem Gebiet begegnen wir einer ganzen Stufenleiter der Entwicklung. Manche Kretinen, namentlich zwerghafte, sind vollständige Idioten und verdienen den Namen des Schleimtiers, den ein alter Arzt ihnen beigelegt hat. Von dieser tiefsten Stufe finden wir alle Grade bis zu dem Kretin, der lesen und schreiben lernt und sich zu einfachen Arbeiten abrichten lässt, die er dann mit grosser Zuverlässigkeit ausführt. Aber stets zeichnen sich Auffassungsgabe und Handlungen durch eine gewisse Schwerfälligkeit und Langsamkeit aus, während das Gedächtnis oft auffallend gut ist. Die Affekte sind schwer auszulösen, aber desto nachhaltiger; Gutmütigkeit und Zufriedenheit herrschen vor. Besonders ist noch zu betonen, dass die Entfaltung der Psyche und ebenso die häufig vorkommende Schwerhörigkeit mit der Hemmung der körperlichen Entwicklung durchaus nicht immer parallel gehen.

Bei der Untersuchung der inneren Organe hat seit den Mitteilungen TH. KOCHERS selbstverständlich die Schilddrüse das grösste Interesse beansprucht. Sie zeigt bei den Kretinen schon äusserlich ein sehr verschiedenes Verhalten. Während nämlich bei den meisten Zwergkretinen höheren Grades die Schilddrüse von aussen weder sichtbar noch fühlbar und bei der anatomischen Präparation mehr oder weniger verkleinert ist, sind andere Kretinen, namentlich solche leichteren Grades, durch einen grossen Kropf ausgezeichnet. Diese Verschiedenheit hat ja auch bewirkt, dass manche Forscher die Beziehungen zwischen Kropf und Kretinismus vollkommen geleugnet haben. Aber der Gegensatz ist nur scheinbar.

Denn die von HANAU, DE COULON, GETZOWA, WYDLER und mir durchgeführten mikroskopischen Untersuchungen haben bei den Zwergkretinen als konstante Veränderung eine Atrophie und Sklerose des ursprünglichen Schilddrüsengewebes ergeben, wobei die Drüsenepithelien oft degenerative Zustände schwerster Art aufweisen und dementsprechend auch die sekretorischen Leistungen äusserst gering sind, wie auch die funktionellen Prüfungen an der Klinik von DE QUERVAIN gelehrt haben. Die allerdings spärlichen Fälle, bei denen die Schilddrüse von kindlichen Kretinen untersucht werden konnten, zeigen, dass die Degeneration schon im frühen Kindesalter einsetzt. In dieser degenerierten Schilddrüse kommt es nun zu umschriebenen, wahrscheinlich regenerativen Wucherungen des Drüsengewebes, wobei manchmal nur ganz kleine Knötchen von wenigen Millimetern Durch-

messer, oft aber auch grosse Kropfknoten entstehen, welche letztere freilich in der Regel sehr wenig Speichersekret (Kolloid) enthalten. Immerhin können solche Kropfknoten mitunter eine gewisse sekretorische Leistung vollbringen und bis zu einem gewissen Grade das schwer degenerierte Schilddrüsengewebe ersetzen. So erklärt es sich, dass im allgemeinen gerade die leichteren Grade des Kretinismus mit grossen Knotenkröpfen einhergehen. Doch gibt es auch hier gelegentlich Ausnahmen, indem z. B. bei Zwergkretinen hier und da umfangreiche Hängekröpfe auftreten, deren Knoten dann aber meistens völlig cystisch degeneriert oder verkalkt und damit ganz funktionslos sind.

Unter den übrigen innersekretorischen Drüsen zeigt die Hypophyse (Hirnanhang) sowohl bei der Athyreosis wie beim endemischen Kretinismus konstante und gleichsinnige Veränderungen, die in einer Vergrösserung des Vorderlappens mit Vermehrung der Hauptzellen bestehen. Da sowohl die Schilddrüse wie der Hypophysenvorderlappen zu den Wachstumsdrüsen gehören, so darf wohl angenommen werden, dass letzterer bis zu einem gewissen Grad kompensatorisch für die ungenügend funktionierende Schilddrüse eintritt. Bei älteren Kretinen kann freilich die Hypophyse einer Atrophie und Sklerose anheimfallen, dann weist aber der erweiterte Türkensattel auf die frühere Vergrösserung hin. Die Thymus zeigt fast immer eine vorzeitige Involution und die Keimdrüsen, welche bei der Athyreosis auf der infantilen Stufe stehenbleiben, zeigen beim endemischen Kretinismus meistens auch eine mangelhafte oder verspätete Reifung, welche jedoch bei kretinoiden Männern Zeugungsfähigkeit nicht ausschliesst, und bei weiblichen Kretinen leichteren Grades Schwangerschaft zulässt. Doch besteht auch bei den Keimdrüsen Neigung zu vorzeitiger Atrophie. Epithelkörperchen, Nebennieren und Epiphyse zeigen ebenso wie das Pankreas keine erheblichen Abweichungen von der Norm.

Die Organe des Kreislaufs, Herz und Gefässe, zeigen keine regelmässigen Veränderungen, doch ist bei der Athyreosis wie beim Kretinismus eine gewisse Neigung zu frühzeitiger Arteriosklerose öfters bemerkbar. Hingegen steht bei beiden Zuständen die Funktion der blutbereitenden Organe nicht auf der normalen Höhe, was sich sowohl aus der Untersuchung des Knochenmarkes als aus der Beschaffenheit des Blutes (Verminderung der roten

Blutkörperchen) ergibt. Offenbar ist der hormonale Reiz auf die blutbildenden Zellen ungenügend.

Sehr charakteristisch und nur graduell verschieden sind die Veränderungen des Skeletts bei der Athyreosis und beim Kretinismus. Hier hat sich eine vorzeitige Verknöcherung der Knorpelscheiben, in welcher noch VIRCHOW das Wesen der kretinischen Wachstumsstörung erblickte, nie bestätigen lassen. Im Gegenteil, die Knorpelfugen, von denen das Längenwachstum der Knochen abhängt, erhalten sich oft weit über das normale Wachstumsalter hinaus, manchmal bis ins sechste Jahrzehnt, und die Knochenkerne in den knorpeligen Epiphysen treten verspätet auf. Bei der Athyreosis bleiben die Epiphysen manchmal völlig knorpelig. Das ungenügende Wachstum des Knorpels und sein ungenügender Abbau durch das Endost des Knochens sind also die Ursache des Zwergwuchses. Im grossen und ganzen behält das Kretinenskelett wie dasjenige des Athyreotikers die kindlichen Proportionen bei, indem die Extremitäten im Verhältnis zu Rumpf und Kopf sich durch geringe Länge auszeichnen, doch kommen im einzelnen mannigfache Variationen vor. Auf die Häufigkeit primitiver Merkmale am Knochen-system der Kretinen hat FINKBEINER hingewiesen. Ferner ist noch zu erwähnen, dass die verspätete Verknöcherung beim Kretinen bei Belastung zu sekundären Verbiegungen und auch zu Gelenkveränderungen (E. BIRCHER, LOOSER) Anlass geben kann. Und endlich ist noch auf den verspäteten Durchbruch der Zähne und den verspäteten Zahnwechsel hinzuweisen. Letzterer kann bei Athyreosis und schwerem Kretinismus sogar ganz ausbleiben. Die Zahnkaries hingegen ist beim Kretinismus nicht besonders häufig.

Mit Rücksicht auf die geistigen Defekte ist natürlich die Untersuchung des Nervensystems, insbesondere des Gehirns, von besonderer Bedeutung. Sie lag bis vor kurzem noch sehr im argen, indem grobanatomische und auch histologische Veränderungen, welche sicher mit dem Kretinismus gar nichts zu tun hatten, ihm zur Last gelegt werden, so z. B. chronische Entzündungen der Hirnhäute und der Wasserkopf. Letzterer ist nur in einem Teil der Fälle in geringem Grade vorhanden. Ich habe Herrn Dr. LOTMAR veranlasst, mit den modernen neurohistologischen Methoden die Gehirne von Athyreosis- und Kretinismusfällen zu untersuchen. Bei der Athyreosis liegen nach LOTMAR sowohl Entwicklungshemmungen wie Erscheinungen vorzeitiger Involution und Folgen gestörten

Gewebsstoffwechsels vor. Leider sind die Untersuchungen an den Kretinengehirnen noch nicht abgeschlossen, die vorläufigen Ergebnisse aber lauten dahin, dass bei schweren Fällen von Kretinismus ganz ähnliche Entwicklungsstörungen zu beobachten sind wie bei der Athyreosis.

Endlich sind noch die Befunde am Gehörorgan von Interesse; denn sie bilden zum Teil das anatomische Substrat der Schwerhörigkeit oder Taubstummheit, die bei Kretinen recht verbreitet sind. Immerhin ist zu betonen, dass die Schwerhörigkeit auch zentrale, im Gehirn gelegene Ursachen haben kann. Die anatomischen Veränderungen betreffen vor allem die Wandungen des Mittelohrs und die Gehörknöchelchen, während das innere Ohr meistens normal ist. Merkwürdigerweise ist nun bei der Athyreosis das Gehörorgan, das allerdings nur in ganz wenigen Fällen untersucht wurde, stets normal gefunden worden, so dass die beim Kretinismus vorkommenden Veränderungen eine gewisse Selbständigkeit beanspruchen können. Doch kann auch bei Kretinen, wie ein von SIEBENMANN untersuchter Fall meines Materials zeigt, das Gehörorgan ganz normal sein.

Aus den anatomischen Befunden ergibt sich zweifellos eine weitgehende qualitative Übereinstimmung zwischen dem endemischen Kretinismus und der Athyreosis. Sie betrifft unter den sogenannten Erfolgsorganen der Schilddrüse ganz besonders die Hypophyse, die Keimdrüsen mit den sekundären Geschlechtsmerkmalen, die Thymus, das Skelett, das Knochenmark und das Blut, das Gehirn und die Haut. Die vorhandenen Unterschiede sind hier zum grössten Teil oder ausschliesslich quantitativer Natur, wie z. B. bei den Wachstumsstörungen des Skeletts. Auf der andern Seite soll freilich nicht verschwiegen werden, dass bezüglich des Gehörorgans noch keine Abklärung erzielt ist und dass hier der Kretinismus von der Athyreosis stärker abweicht. Doch ist dies nicht ausnahmslos der Fall, und dann ist zu bedenken, dass vor allem die Felsenbeine von jugendlichen Kretinen zum Vergleich herangezogen werden sollten, was bisher nur sehr selten geschehen ist.

Der springende Punkt ist natürlich die Beschaffenheit der Schilddrüse. Dass bei Zwergkretinen mit hochgradig atrophischer Schilddrüse die Funktion dieses Organs stark herabgesetzt ist, wird wohl niemand bestreiten können. Das hier noch vorhandene schwer

degenerierte Schilddrüsengewebe sezerniert in gewissen Fällen eher weniger als das Rudiment von Drüsensubstanz, das manche Athyreotiker noch in der Zungenbasis besitzen. Dass in letzterem Fall trotz des histologisch normal aussehenden Schilddrüsengewebes schwere Ausfallserscheinungen, allerdings in verschiedenen Abstufungen, bestehen, beweist in ganz eindeutiger Weise, dass bei der inneren Sekretion der Schilddrüse die quantitativen Verhältnisse eine grosse Rolle spielen. In Wirklichkeit besteht in solchen Fällen wie beim endemischen Kretinismus nicht ein völliger Schilddrüsenmangel, sondern nur eine Verkleinerung der sezernierenden Drüsensfläche, also eine Hypothyreose. Je nach der Menge des Sekretes, die von der Kretinenschilddrüse geliefert werden kann, werden demnach auch die Wirkungen auf die übrigen hormonal beeinflussbaren Organe verschieden abgestuft sein, so dass wir uns die verschiedenen Grade des Kretinismus erklären können. Bei den leichteren Graden des Kretinismus und bei den Kretinoiden ist es freilich schwer oder ganz unmöglich, aus dem morphologischen Bild der Schilddrüse einen Schluss auf herabgesetzte Funktion zu ziehen. Hier gibt jedoch die klinisch-physiologische Untersuchung oft noch wertvolle Aufschlüsse, indem der Grundumsatz mehr oder weniger tief unter der Norm liegt (DE QUERVAIN).

Eine gewisse Schwierigkeit für die Auffassung des Kretinismus als Wirkung einer Hypothyreose liegt freilich darin, dass beim endemischen Kretinismus oft nicht die Gesamtheit, sondern nur ein Teil der Merkmale zur Ausbildung gelangt, und dass die vorhandenen Merkmale oft quantitativ recht ungleichmässig sind. Es entsteht auf diese Weise manchmal eine gewisse Dissoziation der Merkmale, indem z. B. trotz starker Wachstumshemmung die psychische Entwicklung noch relativ gut ist oder die Ausbildung der Geschlechtsorgane nicht dem Zwergwuchs oder dem Myxoedem entspricht.

Man kann diese Dissoziation mit DE QUERVAIN auf eine neben der Hypothyreose bestehende Dysthyreose zurückführen und annehmen, dass die Kretinenschilddrüse ein fehlerhaft gemischtes Sekret liefert, in welchem einzelne Komponenten nicht vorhanden oder doch zu spärlich vertreten sind. Ich glaube aber, dass man auch mit einer einfachen Hypothyreose auskommen kann, wenn wir bedenken, dass die Kretinenschilddrüse wohl nicht zu allen Zeiten dieselben Sekretmengen liefert. WAGNER v. JAUREGG hat schon

vom klinischen Standpunkt aus betont, dass die Schilddrüsenfunktion bei kindlichen Kretinen sowohl einer Verschlimmerung wie einer Besserung fähig ist. Letzteres wird auch dadurch verständlich, dass wir histologisch neben der Atrophie oft regenerative Epithelwucherungen sehen. Wenn wir uns daran erinnern, dass die Schilddrüse nicht nur das Wachstum, sondern auch die Differenzierung der Organe beherrscht, wie die Versuche an Kaulquappen mit aller Deutlichkeit dargetan haben, so können wir uns auch vorstellen, dass beim Kretinismus bald dieses, bald jenes Organ in seiner Differenzierung zurückbleibt, je nachdem der Tiefstand der Schilddrüsenfunktion gerade in die sensible Periode der betreffenden Organe fällt. Denn nach den schönen Untersuchungen von CHAMPY sind bei der Wirkung der Schilddrüse auf Amphibienlarven durchaus nicht alle Zellkomplexe gleich empfindlich, sondern es werden nur bestimmte sensible Zonen zum Wachstum und zur Differenzierung angeregt. Im übrigen ist der Kretin wohl deshalb mehr Persönlichkeit gegenüber dem mehr eintönigen Bild des Athyreotikers, weil bei ihm die Schilddrüse im allgemeinen doch besser funktioniert und deshalb die Ausbildung der in der Erbmasse enthaltenen, von Fall zu Fall verschiedenen Merkmale eher gestattet. Es sei jedoch betont, dass auch der Athyreotiker der individuellen Züge nicht völlig ermangelt.

Sehr wichtig ist natürlich die Tatsache, dass die Degeneration der Schilddrüse schon im frühen Kindesalter einsetzt, also zur Zeit, wo die wichtigsten Differenzierungen im zentralen Nervensystem sich abspielen. Der Bedarf an Schilddrüsensekret ist hier jedenfalls viel grösser als im späteren Alter. Hieraus erklärt es sich auch, dass bei erwachsenen Individuen zwischen grossen Kropfknoten manchmal die gleichen Veränderungen wie in der Kretinenschilddrüse zu finden sind und dass auch die Schilddrüse des Greisenalters solche Degenerationen aufweist, ohne dass der übrige Organismus Symptome der Schilddrüseninsuffizienz zeigt.

Endlich möchte ich noch erwähnen, dass unter den innersekretorischen Organen der Kretinen kein einziges mit Ausnahme der Schilddrüse Veränderungen aufweist, welche als primär und konstant aufgefasst werden könnten. Namentlich gilt dies nicht von den Keimdrüsen. Auch das klinische Bild des Kretinismus entspricht nicht dem genitalen Infantilismus. Ferner haben Untersuchungen in meinem Institut ergeben, dass die Hoden im Kropfgebiet nicht

häufiger Unterentwicklung zeigen als in kropffreien Gegenden. Da die Schilddrüse somit als einziger Ausgangspunkt des pathologischen Geschehens gelten kann, so ist auch kein Grund vorhanden, den Kretinismus als primär pluriglanduläre Erkrankung aufzufassen.

Nach alledem bleibt die Hypothyreose das beherrschende, zentrale Merkmal des endemischen Kretinismus, von welchem die Entwicklungs- und Wachstumshemmungen, die Stoffwechselstörungen und die vorzeitigen Involutionen im übrigen Organismus abhängig sind. Aus diesen Wirkungen erklärt sich das Gemisch von Kindlichkeit und Greisenhaftigkeit, das dem Kretinen eigentümlich ist. Pathogenetisch wäre der Kretinismus damit befriedigend erklärt — selbstverständlich nicht bis in alle Einzelheiten, denn manches ist noch dunkel — aber dafür liegen unsere Kenntnisse über die Ursachen der Schilddrüseninsuffizienz noch sehr im argen.

Es ist zwar denkbar, dass die gleichen Schädlichkeiten, welche zum Kropf führen, bei besonders starker Einwirkung die Schilddrüse so sehr verändern, dass sie der Degeneration verfällt und ungenügend funktioniert. Aber welcher Art diese Schädlichkeiten sind, das liegt noch zum grossen Teil im Reich des Hypothetischen. Dass Jodmangel allein eine solche Wirkung hervorbringt, ist nicht gerade wahrscheinlich, sprechen doch auch die neuesten Forschungen auf dem Gebiete des Kropfes für das Vorkommen von Stoffen in der Nahrung, die trotz sonst genügender Jodzufuhr Kropf verursachen können. Eine direkte Schädigung des Schilddrüsenepithels durch toxische oder infektiös-toxische Stoffe ist also nicht von vornherein abzulehnen. Es ist auch eine Erschöpfung der Schilddrüse durch solche Einwirkungen bei gleichzeitigem Jodmangel möglich. Da nun der endemische Kretinismus schon in den ersten Monaten oder Lebensjahren in die Erscheinung tritt, so muss auch die Schädigung schon kurz nach der Geburt, vielleicht auch schon vorher einsetzen. Deshalb ist auch bei der Entstehung des Kretinismus der Schilddrüse der Mutter sehr grosses Gewicht beigelegt worden, sie soll nach PFAUNDLER keinen ausreichenden Ausgleich schaffen, und dass die Mütter der Kretinen in der Regel kropfig sind, wird von den verschiedensten Seiten betont. „Ohne Kropf der Mutter kein Kretinismus“, sagt TAUSSIG, was freilich von anderen bestritten wird. Dass jedenfalls die mütterliche Schilddrüse nicht allein ausschlaggebend ist, sondern die postnatalen

Umweltfaktoren manchmal mächtiger sind, das zeigen die sicher beglaubigten Fälle, wo die Nachkommen gesunder Mütter Kretinen und umgekehrt die Kinder halbkretiner Mütter ganz normal waren.

Ob Erbllichkeitsfaktoren bei der Entstehung des Kretinismus eine grosse Rolle spielen, ist noch keineswegs sichergestellt. Gewiss ist in Gebieten, wo Inzucht herrscht, auch der Kretinismus häufiger als anderswo, aber ob er genotypisch vererbt wird, das ist doch noch sehr ungewiss. Diese Frage liesse sich wohl nur bei Verpflanzung von Kretinen in kropffreie Gegenden mit Sicherheit entscheiden. Immerhin ist es sehr wohl möglich, dass in gewissen Familien eine Schilddrüsenschwäche, ein Bereitschaftsfaktor nach PFAUNDLER, erblich ist, wissen wir doch auch, dass es unter gleichen äusseren Verhältnissen Tierrassen mit kleinen und grossen Schilddrüsen gibt (RIDDLE). Bei einer solchen Bereitschaft wird die Inzucht besonders verderblich wirken.

Es darf nun aber nicht verschwiegen werden, dass in den letzten Jahren ein ganz eigenartiger Versuch zur Erklärung des endemischen Kretinismus gemacht worden ist. Von FINKBEINER wird nämlich der Schwerpunkt bei der Entstehung des Kretinismus auf das anthropologische Gebiet hinübergerückt, indem er die Hypothyreose nur für einige wenige Merkmale des Kretinismus verantwortlich macht und alles übrige als Rückschlag in den Typus einer Urbevölkerung auffasst. FINKBEINER kommt zu dieser Ansicht auf Grund seiner sehr verdienstvollen und mühsamen Messungen an den Knochen der Kretinen, die sich durch eine Reihe primitiver Merkmale auszeichnen und auf eine Verwandtschaft mit gewissen Polarvölkern und neolithischen Pygmäen und mittelbar sogar mit der Neandertalrasse hindeuten sollen. Es fehlt aber bis jetzt die Gegenprobe, dass nämlich bei der nichtkretinischen Bevölkerung der Endemiegebiete die primitiven Merkmale fehlen, und dann hat schon WAGNER v. JAUREGG diese Merkmale als einfache Folge der Entwicklungshemmung erklärt, gibt doch FINKBEINER selbst an, dass gewisse Neandertalermerkmale für Föten und Neugeborene bezeichnend sind und dass primitive Züge auch den Knochen der Athyreotiker nicht fehlen. Ferner hat DE QUERVAIN mit allem Nachdruck darauf hingewiesen, dass das klinische und anatomische Bild des endemischen Kretinismus doch so viele Züge der krankhaften Degeneration trägt, dass von einem Rückschlag in den Typus einer gesunden Urbevölkerung nicht die Rede sein kann. Meines

Erachtens bilden auch die Untersuchungen FLINKERS in der Bukowina eine Widerlegung der FINKBEINER'schen Theorie, denn dort kommt der Kretinismus bei Rumänen, Ruthenen, Deutschen, Ungarn, Zigeunern und Juden in genau gleicher Weise vor, trotzdem sich manche dieser Stämme gar nicht mit andern mischen und zum Teil erst spät und aus ganz verschiedenen Richtungen in diese Gegenden eingewandert sind. Ein Rückschlag in eine Urbevölkerung erscheint also gerade hier ausgeschlossen. Wenn nach FINKBEINER Habitus und Ergologie der Kretinen gewisse Ähnlichkeiten mit primitiven Völkern aufweisen, so liegen offenbar nur Konvergenzerscheinungen vor. Etwas anderes ist es, wenn man mit KEITH und anderen namhaften Anatomen die Schilddrüse und andere endokrine Drüsen für die Rassenbildung verantwortlich macht, aber auch hier kann der Kretinismus nicht als Beispiel dienen, da er zuviel pathologische Züge aufweist, um mit einer Rasse im anthropologischen Sinn in Wettbewerb treten zu können.

Zum Schluss noch ein Wort über die Bekämpfung des Kretinismus. Die Konsequenz der Hypothyreosetheorie ist die Behandlung des Kretins mit Schilddrüsenpräparaten, die dasjenige ersetzen sollen, was die körpereigene Schilddrüse nicht liefern kann. Diese Methode kann nach den Zeugnissen von WAGNER v. JAUREGG, EGGENBERGER u. a. Tüchtiges leisten, nur muss sie schon sehr frühzeitig, d. h. in den ersten Kinderjahren angewendet werden. Sehr häufig kommt sie zu spät, weil die Störung nicht früh genug erkannt wird, und beim erwachsenen Kretin nützt sie in der Regel gar nichts mehr.

Noch wichtiger als die individuelle Behandlung dürfte jedoch die Verhütung sein. Schon MEYER-AHRENS hat gesagt, dass da, wo die Eisenbahnen hinkommen und die Bevölkerung sich stärker mischt, der Kretinismus zurückgeht. Die Einwanderung von auswärts schränkt den Kretinismus ein, und in diesem Sinne können wir also unsere modernen Verkehrsmittel und eine liberale Niederlassungspolitik als wirksame prophylaktische Mittel bezeichnen. Daneben aber haben wir dafür zu sorgen, dass im ganzen Gebiet unserer Kropfendemie der stark belasteten Schilddrüse ihre Funktion erleichtert wird durch eine genügende Zufuhr von Jod, das die Sekretion der Schilddrüse in normale Bahnen bringt. Ob die möglichst ausgebreitete Anwendung des jodierten Kochsalzes, wie sie von der schweizerischen Kropfkommission empfohlen wird, im-

stande ist, den Kretinismus gänzlich auszurotten, das wissen wir heute noch nicht, aber eine Verminderung der Kretinenzahl dürfen wir von dieser Massnahme auf alle Fälle in zwei bis drei Generationen erwarten. Hoffen wir, dass wir uns dabei weniger täuschen, als GUGGENBÜHL, der nach der Gründung seiner Heilanstalt auf dem Abendberg erklärte, dass die praktische Bekämpfung des Kretinismus einen Riesenfortschritt gemacht habe. Jedenfalls aber dürfte es sich lohnen, die Bekämpfung des Kretinismus auf breiter Grundlage aufzunehmen oder fortzusetzen, denn der Gewinn an Intelligenz und Tatkraft und die wirtschaftliche Entlastung wird gerade bei uns in der Schweiz nicht gering sein. Wir erfüllen also damit eine gut vaterländische Aufgabe, ganz abgesehen von ärztlichen und rein menschlichen Pflichten.