

**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:** 109 (1928)

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

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 14.04.2026

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

Discours d'introduction  
du Président annuel  
et  
Conférences principales

---

Eröffnungsrede  
des Jahrespräsidenten  
und  
Hauptvorträge

---

Discorso inaugurale  
del Presidente annuale  
e  
Conferenze principali

Leere Seite  
Blank page  
Page vide

Leere Seite  
Blank page  
Page vide

# Discours d'ouverture du président annuel

par

J. AMANN (Lausanne).

Mesdames, Messieurs, chers collègues,

Au nom des autorités cantonales et municipales, au nom de la population lausannoise, j'ai l'honneur de vous souhaiter une cordiale bienvenue.

L'usage impose au président annuel d'ouvrir la session de notre Société par un discours au sujet duquel il lui est laissé, d'ailleurs, pleine liberté.

Il me paraît indiqué, à cette occasion, de jeter tout d'abord un regard sur le passé, et d'évoquer brièvement le souvenir des sessions précédentes, tenues dans notre ville par la Société Helvétique des Sciences Naturelles.

Le mythe d'Antée reprenant une nouvelle vigueur au contact avec le sol, peut être, en effet, transposé dans le temps: c'est dans le passé, surtout, que nous trouvons des exemples et des modèles propres à stimuler notre volonté de vivre et notre courage au travail.

C'est pour la huitième fois que la Société Helvétique se réunit dans la capitale vaudoise.

La « Gazette de Lausanne », sous la rubrique « Il y a cent ans » rappelait dernièrement que, du 28 au 30 juillet 1828, la Société Helvétique des Sciences Naturelles était réunie à Lausanne; elle donnait le programme de cette réunion. Quelques lignes plus bas, sous la même rubrique, nous trouvons un résumé des comptes de la Caisse fédérale soumis à la Diète, dans sa séance du 17 juillet, comptes qui présentent, à la fin du premier semestre 1828 un solde actif de 12,079 francs. Dans les dépenses, nous voyons figurer: pour les Commissaires fédéraux 7877 francs, les frais de correspondance 964 francs et 10 rappen, les frais d'impression 1091 francs, etc.

Si le programme de la réunion de la Société Helvétique, en 1828, ne diffère pas essentiellement de celui de cette année, ces

chiffres, mis en regard de ceux correspondants pour l'année 1928, nous fournissent une mesure astronomique du chemin parcouru. On ne peut s'empêcher de penser que les participants à la session de 1828 eussent été fort étonnés s'ils eussent pu comparer le budget de notre Société, pour l'année présente, avec celui de la Confédération en 1828.

Qu'en sera-t-il dans cent ans d'ici ?

Il est à désirer que, dans ce domaine aussi, la courbe du progrès devienne asymptotique !

Si, après être remontés à ces temps qui nous paraissent quasi fabuleux, quoiqu'ils soient en réalité bien près de nous, passant sous silence, faute de temps, les sessions ultérieures tenues à Lausanne, nous nous reportons à la dernière, il y a 19 ans, nous avons la satisfaction de constater que quelques-unes des graines semées, en 1909, dans notre champ d'activité, ont donné des arbres dont nous pouvons, à bon droit, être fiers. C'est lors de cette 92<sup>e</sup> session annuelle que la Société Helvétique prit la décision importante d'entreprendre l'impression des œuvres complètes d'Euler. Cette tâche considérable n'a pu être accomplie en entier, vu les événements politiques ; mais elle est, aujourd'hui, très avancée et en bonne voie d'exécution.

Ce fut aussi à cette assemblée de 1909 que le président de la Commission pour la protection de la nature, D<sup>r</sup> Paul Sarasin, fit l'exposé des démarches qui devaient aboutir, pour la suite, à la réalisation de cette œuvre à la fois scientifique et patriotique qu'est le Parc national suisse.

A la même session fut institué notre Sénat, organe destiné à faciliter notablement la marche de notre Société.

Nous avons le privilège et le plaisir de saluer aujourd'hui la présence au milieu de nous de M. le professeur Henri Blanc, qui présida avec distinction cette session lausannoise de 1909, qui a laissé tant d'excellents souvenirs.

\* \* \*

Un regard sur la liste des participants à cette 92<sup>e</sup> session, nous montre que, conformément aux lois inéluctables de la statistique, le temps a creusé dans nos rangs bien des vides. Il me paraît convenable de rappeler ici le nom de quelques-uns de nos collègues disparus : la liste en est longue : elle nous donne, elle

aussi, une mesure du chemin parcouru. Je dois me borner à mentionner les noms de ceux de notre pays vaudois. Par leur travail scientifique et les qualités éminentes de leur caractère, beaucoup d'entr'eux ont laissé, dans notre Société, un souvenir vivant et très sympathique. Quelques-uns figurent sur le tableau des membres bienfaiteurs de la Société Helvétique ou de la Société vaudoise des Sciences Naturelles.

*Alexandre Agassiz*, zoologiste.

Professeur *Amstein*, mathématicien.

*William Barbey*, botaniste.

*Samuel Bieler*, zoologiste et agronome.

*Christian Buhner*, météorologue.

*Emile Burnat*, botaniste.

*Henri Brunner*, chimiste.

*François Corboz*, botaniste.

*Félix Cornu*, chimiste et physicien.

*Denys Cruchet*, botaniste.

*Charles Dufour*, astronome.

*Henri Dufour*, physicien.

*Marc Dufour*, ophtalmologiste.

*Constant Dutoit*, physicien.

*François-Alphonse Forel*, limnologue et glaciologue.

*Henri Jaccard*, botaniste.

*Colonel Lochmann*, topographe.

*Gustave Rey*, chimiste.

*Alexandre Schenk*, anthropologiste.

*Henri Sigg*, minéralogiste.

*Paul-Louis Vionnet*, naturaliste et historien.

A cette liste, trop longue, hélas! quoiqu'incomplète, nous devons ajouter le nom d'un de nos collègues du Comité annuel de cette année: le D<sup>r</sup> *Paul Tonduz*, chimiste à la Station fédérale d'essais viticoles qui, brusquement, nous a été enlevé en pleine activité. Nous déplorons la perte de cet excellent collègue qui s'est donné beaucoup de peine pour la préparation de cette session.

En relation avec ce rappel du passé, permettez-moi quelques considérations d'ordre général, qui me sont inspirées par la comparaison de la vie scientifique actuelle avec ce qu'elle fut autrefois.

Il y aura bientôt deux siècles qu'un poète éminent, dont les études de médecine n'avaient pas atrophié le génie, pressentit une

vérité scientifique fondamentale qu'il a exprimée par ces vers de son poème « Cassandra » :

Nur der Irrtum ist das Leben  
Und das Wissen ist der Tod,

aphorisme que nous interprétons aujourd'hui dans ce sens que c'est la recherche de la vérité plutôt que sa possession qui importe pour notre vie scientifique.

Il ne paraît pas improbable que, transposé dans le domaine d'une science de demain, qui se nommera peut-être la « psychochimie », cet aphorisme, quelque peu paradoxal de Schiller, que « l'erreur seule est la vie », sera compris sous cette forme que, comme la vie tout court est liée à l'état colloïdal de la matière, notre vie scientifique dépend de l'état colloïdal de nos connaissances !

Il est fort heureux, dans ces conditions, que, grâce à la progression continue de la science, nous ne puissions considérer aucune vérité comme étant définitivement acquise, cristallisée dans une forme définitive et immuable.

Je me plais à constater qu'une théorie qui, sous le nom de « relativité généralisée », a fait quelque bruit dans le monde, et qui paraît éminemment propre à maintenir la connaissance scientifique à cet état colloïdal nécessaire pour la vie, est due à l'un des savants reçus comme membre de notre Société, lors de la session de Lausanne, en 1909.

\* \* \*

Après ce regard sur le passé, je veux maintenant, pour me conformer à l'usage établi, vous dire quelques mots de la petite spécialité scientifique que j'étudie, et qui me vaut l'honneur de vous parler aujourd'hui : la bryologie, ou étude des mousses, rameau de la cryptogamie, branche, elle-même, de la science aimable la botanique.

Dans ce domaine aussi, de grands changements sont intervenus en ce qui concerne les méthodes de travail.

Les « Actes » de la 14<sup>e</sup> Réunion annuelle de la Société Helvétique, en 1828, contiennent une notice nécrologique, lue par le Doyen Philippe Bridel, l'un des membres fondateurs de notre Société, relative à son frère, le poète et botaniste bryologue Samuel-Elisée Bridel, mort au début de la même année. C'est l'un des représen-

tants actuels de cette famille lausannoise, où la culture des choses de l'esprit fut toujours en honneur, qui m'a rendu attentif à cela, en me remettant la copie photographique d'un portrait de son arrière-grand-oncle, pour la Société des Sciences Naturelles, à l'occasion de sa nouvelle session à Lausanne.

Depuis l'époque (1826—1827) où Bridel-Brideri publia sa *Bryologia universa*, l'un des ouvrages fondamentaux de la bryologie, jusqu'à nos jours, l'étude des mousses, comme celle des végétaux, en général, a été presque exclusivement descriptive et floristique; c'est-à-dire qu'elle a porté sur leurs caractères morphologiques, en vue de les classer et de déterminer, pour chaque espèce, l'aire géographique de répansion.

Aujourd'hui, nous nous trouvons en face d'une nouvelle manière de comprendre cette étude, qui doit être entreprise en considérant les plantes non plus comme des momies desséchées, conservées dans les herbiers, mais comme des êtres vivants, qu'il importe d'étudier dans la nature, en relation avec les conditions biologiques du climat, du sol, de la concurrence vitale, dans lesquelles elles vivent.

C'est ce que, par ma *Bryogéographie de la Suisse*, imprimée par les soins de notre Commission cryptogamique, et qui sort de presse, j'ai tenté de faire pour les mousses de notre pays: premier essai très modeste et bien imparfait.

Cette orientation moderne des études botaniques qui, de systématiques, deviennent biologiques, ne constitue pas précisément une nouveauté: elle représente plutôt une extension du travail entrepris par nos prédécesseurs, et une utilisation synthétique du matériel d'observation d'ordre biologique qu'ils ont amassé et que nous avons à compléter. Dans le domaine des sciences naturelles, comme dans celui de l'histoire, « il faut des années d'analyse pour un jour de synthèse ».

Cette étude biologique des végétaux développe considérablement le champ d'action du botaniste. Par la nécessité où il se trouve de déterminer les conditions de température, d'éclairage, d'humidité, etc., auxquelles les plantes sont adaptées, les propriétés chimiques et physiques des terrains sur lesquels elles vivent, de rechercher les origines et les causes de la répartition des espèces dans l'espace et dans le temps, le botaniste biologiste est maintenu en contact continu avec les autres disciplines des sciences natu-

relles : physique, chimie, météorologie, géologie, etc. Ces études sont propres à faire de lui, non plus un spécialiste à la vue bornée, qui se perd dans l'infini des détails de sa spécialité, mais un naturaliste digne de ce nom, capable de vues générales et philosophiques, qui s'intéresse au développement et au progrès des sciences naturelles dans tous les domaines.

Ceci apparaît comme un avantage considérable.

On a souvent déploré la spécialisation à outrance qu'entraîne le développement rapide de la science moderne ; spécialisation qui fait que, pour la même science, les représentants des différentes spécialités perdent le contact et deviennent de plus en plus étrangers les uns aux autres. Ces inconvénients sont vivement ressentis dans nos sociétés cantonales, dont le but est précisément de maintenir le contact nécessaire entre les naturalistes cultivant des branches diverses des sciences naturelles.

Cette spécialisation va si loin qu'elle se poursuit à l'intérieur de chaque spécialité ; si bien que la science moderne tend toujours plus à ressembler à ce jouet russe consistant en un boyard creux, de bois peint, qui contient un boyard plus petit, renfermant un boyard plus petit encore . . . et ainsi de suite jusqu'à un boyard quasi microscopique . . . qui est le dernier des boyards !

En ce qui concerne les sciences biologiques, je crois que la tendance actuelle qui met en évidence la nécessité d'étudier les êtres vivants en relation avec les conditions écologiques dans lesquelles ils vivent, en tenant compte des réactions que leur organisme présente aux variations de ces conditions, est propre à atténuer, dans une certaine mesure, les inconvénients de cette spécialisation à outrance, en élargissant le champ d'étude du spécialiste.

Il est inévitable que cet élargissement, qui comporte un développement correspondant des connaissances et des aptitudes du naturaliste, entraîne avec lui une certaine superficialité : la capacité du cerveau humain est limitée : on ne peut être à la fois, et d'une manière un peu complète, botaniste, physicien, chimiste, géologue, etc. : l'universalité des connaissances devient de plus en plus impossible.

Il faut en prendre son parti et accepter cette superficialité comme un mal nécessaire, qu'il est du devoir de chacun de réduire dans la mesure du possible.

Les Anglais définissent le vrai savant, en disant que « c'est

celui qui connaît tout d'une certaine chose, et qui sait quelque chose de toutes choses ». La seconde condition est, et sera toujours, plus facile à réaliser que la première.

Mesdames, Messieurs, les minutes m'étant comptées, me voici arrivé au point final de mon discours.

Puisse notre réunion atteindre dans une large mesure le but qu'avant tout, elle doit se proposer: le rapprochement des représentants des différentes branches des sciences naturelles et leur communion dans le même idéal, la recherche désintéressée de la vérité scientifique, toujours en marche, toujours en formation.

C'est dans cet espoir que je déclare ouverte la 109<sup>e</sup> session de la Société Helvétique des Sciences Naturelles.

# Die chemische Grossindustrie der Neuzeit

## Rückblicke und Ausblick

von

E. BOSSHARD (Zürich)

Man hat unsere Zeit wohl etwa als das chemische Zeitalter bezeichnet, mit jener Übertreibung, die gemeinhin zur Prägung von Schlagwörtern führt. Man hat dabei in wohlwollendem wie in bösem Sinne übertrieben.

Die chemische Industrie spielt in der Weltwirtschaft, verglichen mit andern Gewerben nicht die Rolle, die ihr zuweilen zugemessen wird. Sie ist mehr ein allerdings grundlegendes und unentbehrliches Hilfsmittel für andere wichtige Zweige menschlicher Betätigung. Die Werte, die sie erzeugt, sind gross, aber doch nur ein kleiner Bruchteil der Werte aller Industrieerzeugnisse.

Und die Bedeutung der Chemie als Kriegslieferant wird zwar ausschlaggebend sein, insofern als Pulver und andere Sprengstoffe die wichtigsten Kampfmittel sind; die maschinellen Mittel zu ihrem Transport und zur Verwendung im Kampf sind aber ebenso unentbehrlich für den Krieg und stellen erheblich grössere Geldwerte dar. In den Tagen, da die Ächtung des Krieges zum Grundsatz erhoben ist, dürfen wir vielleicht hoffen, dass chemische Erzeugnisse nicht so bald wieder als Kampfmittel verwendet werden. Ich betrachte daher vorwiegend ihre Verwendung zum Aufbau.

Was man bis zum Ende des 19. Jahrhunderts als chemische Grossindustrie bezeichnete, waren im wesentlichen die Verfahren, die mit dem **LEBLANCSCHEN Sodaprozess** zusammenhingen, d. h. mit der Herstellung von Soda aus Kochsalz. Diese Verfahren umfassten die Fabrikation der wichtigsten Säuren: Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure und der unentbehrlichsten Alkalien: Soda, Ätznatron. Daran schloss sich, zur Verwertung der Salzsäure, die Chlorindustrie. Die Produkte dieser Verfahren lieferten die unentbehrlichen Grundlagen für die übrigen chemischen und zahlreiche andere Industrien, vornehmlich die Textilindustrie.

Der **LEBLANC**-Prozess ist einem dringenden Bedürfnis entsprossen. Gegen das Ende des 18. Jahrhunderts war allmählich in Europa ein empfindlicher Mangel an der namentlich für die Zwecke der Seifensiederei und der Glasfabrikation unentbehrlichen Pottasche eingetreten. Die Pottasche, Kaliumkarbonat, wurde gewonnen durch Auslaugen von Holzasche, die einige Prozente Kaliumkarbonat enthält. Noch heute wird mancherorts Aschenlauge für Waschwzwecke verwendet. Nach **LIEBIGS** bekanntem Ausspruch ist der Verbrauch an Seife ein Maßstab für die Kultur der Völker. Als die einheimische Holzasche dem Bedarf nicht mehr genügte, musste man solche aus holzreichen Ländern, Südrussland, Kanada, einführen; in unserm Lande wurde beim Niederbrennen von Gebirgswäldern zur Gewinnung von Weideland die abfallende Asche sorgsam gesammelt. Als man gefunden hatte, dass die Pottasche für viele Zwecke durch Soda ersetzt werden kann und nachdem **DUHAMEL** 1736 entdeckt hatte, dass Soda in naher Beziehung zum Kochsalz steht, indem beide die gleiche Basis oder, wie wir heute sagen, das gleiche Alkalimetall, enthalten, lag es nahe, zu versuchen, ob sich Soda aus dem leicht zugänglichen Kochsalz herstellen lasse. Die französische Académie des Sciences schrieb 1775 einen Preis aus auf die Lösung dieses Problems und später sahen sich die Revolutionsbehörden genötigt, sich damit zu befassen. Eine Folge dieses Ausschreibens war eben der **LEBLANC**-Prozess, dessen Urheber, **NICOLAS LEBLANC**, freilich den Preis nicht erhielt und infolge wahrhaft tragischer Verkettungen 1806 im Armenhaus durch Selbstmord endete, im gleichen Jahre, wo die erste Grossanlage nach seinem Verfahren entstand, die heute noch bestehende Fabrik in Dieuze, in Lothringen.

Der **LEBLANC**-Prozess bestund darin, dass das Kochsalz zuerst mit Schwefelsäure in Natriumsulfat übergeführt wurde, wobei Salzsäuregas entweicht. Das Natriumsulfat wurde dann mit Kohle und Kalkstein geschmolzen. Es entsteht ein Gemenge von Natriumkarbonat und Kalziumsulfid, die Rohsoda, aus der durch Auslaugen mit Wasser die Soda gelöst und durch Eindampfen als festes Produkt erhalten wurde. Die technische Ausführung dieses an sich einfachen Verfahrens im Grossbetriebe bedingte mannigfaltige Neuerungen. Zunächst Verbesserungen in der Salzsiederei, wo kein Steinsalz zur Verfügung stand. Dann die Entwicklung der Schwefelsäurefabrikation, des berühmten Bleikammer-Prozesses. Zur Gewinnung der

Schwefelsäure braucht man Salpetersäure, deren Herstellung später für die Fabrikation der Sprengstoffe so grosse Bedeutung erlangte.

Das bei der Zersetzung des Salzes entstehende Salzsäuregas ging anfangs in die Luft, nicht zur Freude der Nachbarschaft. Die englische Gewerbepolizei zwang dann die Fabriken, diese Salzsäuredämpfe in Wasser aufzufangen. Die so erhaltenen grossen Mengen von Salzsäure mussten verwertet werden. Man gewann daraus Chlor, dessen Verwendbarkeit zum Bleichen von Baumwolle bereits bekannt war. In Form von Bleichflüssigkeiten, wie Eau de Javelle oder Chlorkalk, wurde es von der in jener Zeit aufstrebenden Baumwollindustrie in England bald in grossen Mengen verbraucht. Später stellte man daraus auch Kaliumchlorat für die Zündwarenfabrikation her. Ein Teil der Soda wurde in Ätznatron verwandelt. Der Rückstand vom Auslaugen der Rohsoda, im wesentlichen Kalziumsulfid, war lange Zeit ein äusserst lästiges Abfallprodukt. Es zersetzt sich an der Luft unter Entwicklung stinkenden Schwefelwasserstoffgases und unter Bildung löslicher Schwefelverbindungen, die die Wasserläufe vergifteten. Das Problem der Nutzbarmachung dieser Sodarückstände, die sich bei grossen Fabriken zu ganzen Gebirgen anhäuften, wurde vollständig erst im Jahre 1888 durch das CHANCE-KLAUS-Verfahren gelöst, nachdem man aus den Rückständen Schwefel und unschädliches Kalziumkarbonat gewann. Der LEBLANC-Prozess wurde dadurch ein vollständig geschlossener Prozess, bei dem alle Rohstoffe in verwertbare Produkte verwandelt wurden. Leider kam diese Krönung des klassischen Verfahrens zu spät.

Im Rahmen der eben geschilderten Industrie ist noch besonders bemerkenswert die Verarbeitung der bei der Sulfatfabrikation abfallenden Salzsäure auf Chlor.

Man bediente sich dafür Jahrzehnte hindurch des gleichen Weges der im Jahre 1774 den berühmten Schweden SCHEELE zur Entdeckung des Chlors geführt hatte: Oxydation der Salzsäure durch Braunstein, Mangandioxyd. Dabei entstand wiederum ein lästiges Abfallprodukt: Manganchlorürlösung, die noch etwa die Hälfte der verwendeten Salzsäure in unzersetzter Form, und überdies das gesamte Mangan und einen Teil des freien Chlors gelöst enthielt. Diese sauren Manganbrühen vergifteten die Abwässer und erfüllten die Luft mit Chlorgeruch. Das wichtige Problem ihrer Beseitigung wurde von verschiedener Seite zu lösen versucht.

Durchschlagenden Erfolg hatte dabei nur WALTER WELDON, ein englischer Journalist, der eigens Chemie studierte, um sich gerade dieser Aufgabe zu widmen. Er setzte ums Jahr 1870 den WELDON-Prozess als fertig ausgearbeitetes Verfahren in die Welt. Durch Oxydation der neutralisierten, mit einem Überschuss von Kalk versetzten Manganbrühen durch einen Luftstrom bekam man Kalziummanganite, Verbindungen von Kalk mit Braunstein und neutrale, klare Chlorkalziumlösung, die unbedenklich in die Flussläufe abgelassen werden konnte. Der Schlamm von Kalziummanganiten wurde dann sofort wieder benützt, um aus neuen Mengen von Salzsäure Chlor zu entwickeln. Die Erzeugung von Chlor wurde durch dieses epochemachende Verfahren auf etwa das Doppelte gesteigert, obwohl nur etwa der dritte Teil des in der Salzsäure erhaltenen Chlors nutzbar wurde, während die übrigen zwei Drittel als nahezu wertloses Chlorkalzium verloren gingen. Alle Versuche, dieses Chlorkalzium, das auch beim Ammoniaksodaverfahren als Abfall entsteht (und ebenso das Chlormagnesium aus der Kaliindustrie), zur Gewinnung von Salzsäure oder Chlor zu verwerten, sind bisher als gescheitert zu betrachten. Die Lösung dieser Aufgabe gehört zu den Zukunftsproblemen.

Das DEACON-Verfahren vermied diese Übelstände. Da es überdies die erste, technisch erfolgreiche Verwendung einer katalytischen Reaktion, also das erste industrielle „Kontaktverfahren“ ist, steht es an der Schwelle einer neuen, wichtigen Entwicklungsreihe der chemischen Industrie.

Der Chlorwasserstoff, wie er aus dem Sulfatofen entweicht, wird bei diesem Verfahren nicht in wässrige Salzsäure verwandelt, sondern als Gas verwendet. Man oxydiert ihn durch Luft, indem man ihn bei einer Temperatur von etwa  $430^{\circ}$  über fein verteiltes Kupferchlorid leitet. Dieses spaltet dabei Chlor ab, das zurückbleibende Kupferchlorür wird durch den Luftsauerstoff in Oxyd verwandelt, ebenfalls unter Abspaltung von Chlor. Das Kupferoxyd reagiert dann mit dem Chlorwasserstoff wieder unter Rückbildung von Kupferchlorid und Wasserdampf, worauf das Spiel von neuem beginnt. Etwa zwei Drittel der Salzsäure werden so zu Chlor oxydiert. Aus dem Kontaktofen entweicht also ein Gemenge von Chlorgas, Wasserdampf, Salzsäure und überschüssiger Luft, das in besonderen Apparaten auf Chlorkalk verarbeitet werden kann.

Der Chemismus dieses ersten industriellen Kontaktverfahrens ist durchaus durchsichtig. Es scheint mir ein Fingerzeig darin zu liegen, dass auch andere Katalysen, die in neuerer Zeit so vielseitig praktisch verwertet werden, im Grunde auf einfache chemische Reaktionsreihen zurückzuführen sind, bei denen der ursprüngliche Katalysator stets mehr oder weniger vollständig regeneriert wird.

Der DEACON-Prozess wurde unter Überwindung erheblicher Schwierigkeiten in den Jahren 1868—1876 in der DEACONSchen Fabrik in England ausgearbeitet. Ein Hauptverdienst daran gebührt dem 1892 allzufrüh verstorbenen Schaffhauser Chemiker FERDINAND HURTER, dem es leider nicht beschieden war, die glanzvolle Entwicklung der von ihm inaugurierten technischen Kontaktverfahren zu erleben.

Sowohl der WELDON-Prozess als das DEACON-HURTER-Verfahren mussten in neuerer Zeit fast vollständig der Chlorfabrikation durch Elektrolyse von Chlornatriumlösung weichen, die als Haupterzeugnis Ätznatron liefert. Da der Weltbedarf an diesem ein sehr bedeutender ist, übersteigen die bei seiner Herstellung entstehenden Chlormengen den derzeitigen Bedarf an Chlorprodukten. Es ist daher im letzten Jahrzehnt die früher kaum denkbare Anomalie entstanden, dass Chlor nicht mehr, wie länger als ein Jahrhundert hindurch, aus Salzsäure gewonnen wird, sondern umgekehrt erhebliche Mengen von Salzsäure aus Chlor fabriziert werden, indem man dieses mit elektrolytischem Abfall-Wasserstoff vereinigt oder auf Wasserdampf und Kohle einwirken lässt.

Die geschilderten Fabrikationszweige, die in ihrer Gesamtheit den erweiterten LEBLANC-Prozess ausmachten, wurden meist in der gleichen Fabrikanlage zusammen ausgeführt, um kostspieligen Transport der Zwischenprodukte zu vermeiden. Daran schloss sich oft aus dem gleichen Grunde die Weiterverarbeitung der Erzeugnisse, z. B. die der Schwefelsäure auf Superphosphat. Es ist daher verständlich, wenn die LEBLANC-Sodafabriken die eigentlichen Stätten der chemischen Grossindustrie wurden.

Man hat den LEBLANC-Prozess die hohe Schule der chemischen Technik genannt, mit vollem Recht. Eine grosse Reihe von Arbeitsweisen der chemischen Gewerbe sind im Grossbetrieb der Sodafabriken zuerst ausgeübt und entwickelt worden: Schmelzen im Flammofen und Drehrohfen, Kondensation von Säuredämpfen, Trennung löslicher Stoffe von unlöslichen Rückständen durch syste-

matisches Auslaugen. Hier hat man zuerst gelernt, lästige Abfallprodukte, wie den Sodarückstand, unschädlich zu machen.

Nach etwelchem Aufschwung in Frankreich in der napoleonischen Zeit wurde diese chemische Grossindustrie namentlich in England gross, wie bereits gesagt, vielfach im Zusammenhang mit der Baumwollindustrie. Um die Mitte des 19. Jahrhunderts begann sie, sich auch in Deutschland auszubreiten, wo sie dann in den letzten Dezennien, besonders im Verein mit der Entfaltung der Herstellung der Farbstoffe, die anderer Länder überflügelte.

Es ist bemerkenswert, dass in der Schweiz diese Industrie, wenn auch in bescheidenem Masse, schon in der ersten Zeit ihres Bestehens einen Boden fand, zuerst in Winterthur, durch die Bemühungen von H. ZIEGLER und des genialen JOHANN SEBASTIAN VON CLAIS, dann am Zürichsee, wo die 1818 entstandene Chemische Fabrik Uetikon in der Familie der Gründer, der Gebrüder SCHNORF, bis auf den heutigen Tag erfolgreich ist.

Als vor 50 Jahren der Altmeister der chemischen Technologie, GEORG LUNGE, dem gerade diese Industrie wichtige Förderung dankt, uns in seine Wissenschaft einführte, hatte die Entwicklung des LEBLANC-Verfahrens eben seine Vollendung erreicht. Damit waren die Grundlagen geschaffen für die im Aufblühen begriffenen andern chemischen Gewerbe. In eben jener Zeit erwuchs aber dem LEBLANCSchen Sodaprozess eine mächtige Konkurrenz in dem Ammoniak-Sodaprozess, wodurch zum erstenmal der die Sodafabrikation umfassende Kreis, die klassische Grossindustrie, gründlich erschüttert und zuletzt endgültig zerstört wurde.

Bei diesem neuen Sodaverfahren wird Salzsole mit Ammoniakgas und dann mit Kohlensäuregas gesättigt. Der Niederschlag von Natriumbikarbonat wird von der gleichzeitig entstandenen Lösung von Ammoniumchlorid abfiltriert und durch Glühen in Soda verwandelt. Aus der Ammoniumchloridlösung erhält man durch Destillation mit Kalk Ammoniakgas, das wieder in den Kreislauf zurückgeht, während Chlorkalziumlösung als Abfall fortfließt. Aus den Kalköfen in den durch Glühen von Kalkstein der erforderliche Kalk hergestellt wird, erhält man gleichzeitig die Kohlensäure zum Karbonisieren der ammoniakalischen Sole.

Der grosse Vorteil dieser Arbeitsweise gegenüber der LEBLANCSchen liegt darin, dass nur etwa ein Viertel soviel Brennstoff verbraucht wird, ferner dass man unmittelbar eine viel reinere Soda

erhält. Dem steht der Nachteil gegenüber, dass man nur das Natrium des Kochsalzes, und zwar rund nur zwei Drittel davon, als nutzbares Produkt erhält, während der Rest als unverändertes Kochsalz verloren geht und ebenso das gesamte Chlor als Chlorcalcium und Kochsalz. Diese Abfallauge ist aber, im Gegensatz zum LEBLANC-Sodarückstand, durchaus harmlos. Dass ihre Verwertung noch angestrebt wird, wurde bei der Erörterung des WELDON-Verfahrens schon gesagt.

Die längst bekannten Grundzüge dieses Verfahrens wurden in den 1870er Jahren nach langen Versuchen durch ERNEST SOLVAY in Couillet bei Charleroi in Belgien in den Grossbetrieb übergeführt, der bald alle Mitbewerber überflügelte. Der erbitterte Wettbewerb mit dem LEBLANC-Verfahren ist erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts endgültig zugunsten des neuen Verfahrens entschieden worden. Die im SOLVAY-Konzern zusammengeschlossenen Sodafabriken in aller Welt sind zurzeit die grössten Sodaproduzenten. Auch unsere schweizerische Sodafabrik in Zurzach, die während der Kriegszeit mit staatlicher Beteiligung errichtet wurde, gehört jetzt jenem Konzern an.

Mit dem Sieg der SOLVAY-Soda begann die neue Epoche der chemischen Grossindustrie. Der klassische Zusammenhang löste sich, es entstanden Fabrikationszweige, die meist zusammengekuppelt wurden mit der Erzeugung anderer Produkte, die Säuren und Alkali als Rohstoffe brauchten.

Da ist zuerst zu erwähnen die Verwendung der Elektrolyse zur Gewinnung chemischer Produkte. Mit der Entwicklung der Elektrotechnik in den 1880er Jahren hatte man grosse Hoffnungen gesetzt auf die Verwendung des elektrischen Stromes, dieses mächtigen Mittels zur Zerspaltung chemischer Verbindungen. Abgesehen von der Metallurgie, namentlich des Aluminiums und des Kupfers, hat dieses Hilfsmittel eigentlich nur bei der Herstellung von Alkali, Chlor- und Chlorpräparaten aus Alkalichloriden durchschlagenden grossindustriellen Erfolg gehabt. Die Fabrik in Vallorbe, die seit 1891 Kaliumchlorat, später auch Natriumchlorat und Perchlorate elektrolytisch darstellte, hat das bis dahin bestehende englische Monopol für diese Produkte rasch durchbrochen.

Heute werden in zahlreichen Anlagen diese Stoffe, in kleinerem Maßstabe auch Natriummetall und Hypochlorite hergestellt. Die namentlich in Deutschland und der Tschechoslovakei entwickelte

Verwendung billigster Braunkohlen, die unmittelbar aus den Tagbaugruben zur Verfeuerung kommen, erlaubt es, die elektrische Energie auch unabhängig von Wasserkraftanlagen, zum Teil billiger als durch diese, zu gewinnen.

Dann trat um die Jahrhundertwende das Kontaktschwefelsäure-Verfahren überraschend auf den Plan, das den Farbwerken die erforderliche rauchende Schwefelsäure, das sogenannte Oleum, liefern konnte, und den alten, an die Arbeitsweisen der alchimistischen Zeiten erinnernden Vitrioldestillieröfen bald den Garaus machte. KNIETSCH hat in der Badischen Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen mit aussergewöhnlichem Aufwand an Scharfsinn, Beharrlichkeit und Geldmitteln die glänzende industrielle Lösung dieser Aufgabe gefunden, wobei die auch rein wissenschaftlich epochemachende Erkenntnis des Bestehens von sogenannten Kontaktgiften eine grosse Rolle spielte. Geringste Mengen von Verunreinigungen, die in den durch Verbrennen von Pyrit erhaltenen Röstgasen auftreten, machen rasch die sauerstoffübertragende Wirkung des Katalysators, fein verteilten Platins, zunichte und verhindern so die Bildung von Schwefeltrioxyd aus dem Dioxyd der Gase. Es ist bemerkenswert, dass diese Vergiftung der Katalysatoren vielfach durch die gleichen Stoffe, im vorliegenden Falle vornehmlich durch Arsenverbindungen, geschieht, die auch auf den menschlichen Organismus giftig wirken.

Der Kontaktprozess ist durch Einführung anderer Katalysatoren, namentlich des Eisenoxydes, bald abgeändert worden und wird heute, neben dem alten Bleikammer-Verfahren, verwendet zur Gewinnung konzentrierter Säure. Die kostbaren Platinpfannen, die bis dahin zur Konzentrierung der Bleikammer-Säure Renommierstücke der Fabriken waren, sind ganz ausser Kurs gesetzt.

Bestrebungen, die Schwefelsäure statt aus Schwefel oder Schwefelkies herzustellen aus natürlichen Sulfaten, namentlich aus Gips, haben besonders in den Kriegsjahren grosses Interesse gehabt. Auch unsere schweizerische Munitionskommission hatte sich damit zu befassen. Wir waren froh, als das Ende des Krieges auch diese Versuche unnötig machte, obwohl eine Lösung möglich ist und, wie es scheint, noch heute von einer deutschen Fabrik ausgeübt wird. Dagegen hat die Umsetzung von Gips mit Kohlensäure und Ammoniak, wobei Kalziumkarbonat abfällt, zur Gewinnung von Ammoniumsulfat, dauernden Erfolg gehabt. Sie erspart

die Verwendung der Säure zur Neutralisierung des Ammoniaks für Düngezwecke.

Die erfolgreichste Schöpfung der Neuzeit auf dem Gebiete der chemischen Gewerbe ist aber die der Stickstoffindustrie. Ammoniaksalze und Chilesalpeter sind, seitdem LIEBIG die Lehre von der Ernährung der Kulturpflanzen aufstellte, also etwa seit der Mitte des 19. Jahrhunderts, in stets wachsender Menge als Düngemittel benützt worden. Die Ammoniaksalze erhielt man als Nebenerzeugnisse der Leuchtgasfabriken, später auch der Kokerien. Da aber der Stickstoffgehalt der fossilen Kohlen nur rund etwa 1% beträgt und davon nur der kleinere Teil als Ammoniak abfällt, sind die so gewinnbaren Ammoniakmengen beschränkt.

Die Ausbeutung der in der südamerikanischen Salpeterwüste vorhandenen Lager von natürlichem Natriumnitrat, Chilesalpeter, stieg daher in den Jahrzehnten bis zum Kriegsausbruch in solcher Progression, dass schon 1898 Sir WILLIAM CROOKES die Möglichkeiten erwog, die bei der Erschöpfung jener Lager eintreten könnten. Wenn auch die Schätzungen der Zeit bis zu deren Erschöpfung stark auseinandergingen und im ganzen zu pessimistisch ausfielen, so hatten die Warnungen von CROOKES doch die Folge, dass man begann, die Nutzbarmachung des in unbegrenzter Menge verfügbaren elementaren Stickstoffs der Atmosphäre zu erwägen. Wir kennen heute vier verschiedene Wege hierzu:

1. Oxydation des Stickstoffs durch den Luftsauerstoff im elektrischen Hochspannungsflammenbogen (Verfahren von PH. A. GUYE in Genf, BICKELAND und EYDE, SCHÖNHERR, MOSZICKI u. a.). Man erhält Stickstoffoxyde, die durch weitere Oxydation bei niedrigerer Temperatur sich leicht in Salpetersäure überführen lassen.
2. Das Kalkstickstoffverfahren, nach FRANK und CARO.
3. Die Ammoniaksynthese, nach HABER und BOSCH, CLAUDE, CASALE u. a.
4. Das Aluminiumnitridverfahren, nach SERPEK.

Von diesen Verfahren haben heute nur noch zwei, der Kalkstickstoffprozess, und ganz besonders die Ammoniaksynthese, erhebliche Bedeutung. Von den andern ist die Luftoxydation etwas mehr als ein Jahrzehnt hindurch in den Alpenländern und namentlich in Norwegen in grossem Maßstabe durchgeführt worden. Von den schweizerischen Werken ist das eine, in Bodio, 1923 durch eine

Explosion zerstört worden; das andere, in Chippis, wurde vor zwei Jahren aufgegeben, weil die elektrische Energie zur Aluminiumfabrikation vorteilhafter zu verwenden war. Die grossen norwegischen Werke sind in letzter Zeit auf die Gewinnung von synthetischem Ammoniak umgestellt worden, das sich mit wesentlich geringerem Energieaufwand herstellen und durch Oxydation mit Luft leicht in Salpetersäure und Nitrate umwandeln lässt.

Der Kalkstickstoffprozess, Absorption von aus der Luft abgeschiedenem, reinem Stickstoff durch Kalziumkarbid, liefert Kalziumcyanamid, das direkt als Dünger verwendbar ist. Es wird zurzeit u. a. in zwei westschweizerischen Werken durchgeführt. Die Ammoniaksynthese ist seit 1910 von FRITZ HABER in Karlsruhe im Laboratoriumsmaßstabe erprobt worden; es wurde dann in der Badischen Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen durch BOSCH für den Grossbetrieb ausgestaltet. In den gewaltigen Anlagen in Oppau bei Ludwigshafen und des Leunawerkes bei Merseburg, von denen die erstere 1913 in Betrieb kam, wird sie in allergrösstem Maßstabe durchgeführt.

Dieses Verfahren stellte der Apparatentechnik ganz neue Aufgaben. Es handelte sich darum, Stickstoff und Wasserstoff unter einem Druck von etwa 200 Atmosphären bei einer Temperatur von etwa 500°, d. h. nahezu beginnender Rotglühhitze, über geeignete Katalysatoren strömen zu lassen. Diese Bedingungen schienen früher schier unerfüllbar. Sie sind aber erfüllt worden. Der französische Techniker CLAUDE verwendet sogar einen Druck bis auf 1000 Atmosphären. Im übrigen unterscheiden sich die Arbeitsweisen von BOSCH, CLAUDE, CASALE und FAUSER namentlich durch die Art der Herstellung der Ausgangsgase, Stickstoff und Wasserstoff.

Die Entwicklung dieser Hochdrucksynthese hat zu neuen Erkenntnissen über die Katalyse geführt, die zuerst durch Mitteilungen von MITTASCH in Ludwigshafen bekannt wurden. Man fand nach vielen Tausenden von Einzelversuchen, dass die Wirkung des als Katalysator verwendeten Eisens erheblich gesteigert werden kann, wenn man ihm kleine Mengen anderer Stoffe, besonders gewisser Oxyde, zufügt. Solche Mischkatalysatoren haben dann namentlich bei der nachher noch zu erwähnenden Hochdrucksynthese organischer Verbindungen Anwendung gefunden.

Diese Verfahren der Stickstoffindustrie waren im wesentlichen bei Beginn des Weltkrieges bereits geschaffen. Sie dienten vor-

nehmlich friedlichen Zwecken, der Erzeugung von Pflanzennährstoffen. Der Krieg, der die Zufuhr von Chilesalpeter nach Mitteleuropa abschnitt, bedingte dann, dass die Stickstofffabriken grosse Mengen von Salpetersäure zur Gewinnung von Sprengstoffen liefern mussten. Nach dem Vorgange von Deutschland haben schon während des Krieges, namentlich aber in der Nachkriegszeit, auch die andern Grossmächte die Stickstoffindustrie organisiert. Sie verschafft heute Europa mehr als zwei Drittel des Bedarfs an Stickstoffdüngern, zu Preisen, die etwa die Hälfte derer der Vorkriegszeit betragen. Daneben Sprengstoffe für Bauzwecke und — hoffentlich — stetig abnehmende Mengen von Militärmunition. Es ist nicht in Abrede zu stellen, dass ohne das Vorhandensein dieser Industrie der Krieg aus Mangel an Vernichtungsmitteln rascher beendet worden wäre. Doch muss nochmals betont werden, dass die Stickstoffindustrie schon vor dem Krieg bestund, also keine „Kriegsindustrie“ ist.

Fanatische Pazifisten bezeichnen aber oft die Stätten der chemischen Industrie überhaupt als verkappte Kriegsrüststätten. Wir haben in der Kriegszeit in unserem Lande die Erfahrung machen müssen, dass das keineswegs so ist. Die Chemiker, die Mitglieder der Munitionskommission waren, die das Militärdepartement bei der Versorgung unserer Armee mit Sprengstoffen zu beraten hatte, wissen, wie schwierig sich diese Versorgung gestaltete. Kaum eine der bestehenden Fabriken liess sich ohne weiteres und nach Überwindung grosser Schwierigkeiten dazu heranziehen. Die Eidgenossenschaft musste sich entschliessen, eine eigene neue, den Anforderungen genügende Pulverfabrik zu bauen.

Die Verwendung der künstlichen Stickstoffdünger hat nicht allgemeinen Beifall gefunden. Einseitige, die Gesetze der Pflanzenernährung und das Verhalten der Stoffe im Erdboden nicht genügend berücksichtigende Verwendung hat mehrfach zu Misserfolgen geführt, die sich hätten vermeiden lassen. Noch kürzlich wurde verlangt, man solle statt der künstlichen Düngemittel nur Naturdünger, Mist, verwenden. Wie so dann die Pflanzennährstoffe dem Boden wieder ersetzt werden sollen, die durch die Schwemmkanalisation der Städte dem Meere zufließen, also nicht wieder als Mist in den Erdboden zurückkehren, wird dabei nicht gesagt. Die Erfahrungen und Ansichten, die seit LIEBIG als richtig sich bewährt haben, können kaum plötzlich als irrig hingestellt werden.

Die Chemie liefert der Landwirtschaft nicht nur stickstoffhaltige Dünger, sondern auch die anderen Pflanzennährstoffe, die durch die Ernten dem Boden in grossen Mengen entzogen werden: Kali und Phosphorsäure.

Die Kaliindustrie im Elsass und in Stassfurt, im wesentlichen eine Reinigung der den Salzlageren entnommenen Kaliminerale, will ich hier nicht weiter erörtern, ebenso nicht die in Italien lokalisierte, von vulkanischen Leuciten ausgehende.

Dagegen sei noch einiges gesagt über die Phosphatindustrie, deren Zusammenhang mit den Schwefelsäurefabriken bereits gestreift wurde, und an die sich wichtige Zukunftsprobleme knüpfen.

Für die Phosphatdüngung stehen neben den Knochenabfällen die mineralischen Phosphate, besonders die Phosphorite zur Verfügung. Sie sind von LIEBIG zuerst dafür herangezogen worden. Da sie der Hauptsache nach aus Trikalziumphosphat bestehen, das in Wasser unlöslich ist, werden sie im Boden erst durch die Einwirkung der Bodensäuren langsam gelöst und der Aufnahme durch die Pflanzenwurzeln zugänglich. LIEBIG schlug daher vor, diese Phosphorite durch Aufschliessen mit Schwefelsäure in ein Gemenge von löslichem Monokalziumphosphat und Gips überzuführen und dieses „Superphosphat“ als wertvolles Düngemittel zu verwenden, als das es sich in Jahrzehnten bewährt hat, wenn auch seine Wirkungsweise etwas weniger einfach ist, als man sich ursprünglich vorstellte. Zuerst in England, dann in den übrigen Ländern hat sich die Superphosphatindustrie rasch entwickelt.

Zur Aufschliessung können mit Vorteil nur hochwertige Phosphorite benützt werden, weil die Verunreinigungen, namentlich Kalziumkarbonat, unnötig Schwefelsäure verbrauchen, andere, wie Eisenverbindungen, das Superphosphat bald wieder teilweise unlöslich machen. Hochwertige Phosphorite sind aber nur an wenigen Orten in abbauwürdigen Mengen zu finden, z. B. in Nordafrika, im Süden der Vereinigten Staaten, auf Inseln des Indischen und Stillen Ozeans. Die europäischen Phosphorite sind zu arm. Lediglich die phosphathaltigen Brauneisenerze Lothringens und Luxemburgs liefern bei der Verarbeitung auf phosphorfreien Stahl phosphathaltige „Thomasschlacke“, die für manche Zwecke als Düngemittel wertvoll ist.

Die Aufgabe, jene armen Phosphorite zu verwerten, ist daher

verlockend. Sie ist in Deutschland in Angriff genommen worden, als dessen Landwirtschaft durch den Krieg an empfindlichem Phosphathunger litt.

Ein Weg zu ihrer Lösung scheint sich in dem viel besprochenen LILJENROTH-Verfahren zu eröffnen. Die phosphatarmen Mineralien werden im elektrischen Schmelzofen mit Kieselsäuresand oder kiesel-säurereichem Ton und Kohle geschmolzen. Es entweichen Phosphor-dämpfe, die zu Phosphorsäure oxydiert werden können, wenn man sie mit Wasserdampf über Kohle leitet. Als Nebenprodukt entweicht dabei Wasserstoffgas, das für die Ammoniaksynthese verwendbar sein soll. Der Schmelzrückstand, der Kalziumsilikate oder Aluminate enthält, soll als Schmelzzement tauglich sein. Die Phosphorsäure aber ist durch Neutralisieren mit Ammoniak oder Kaliumkarbonat direkt in hochwertigem Pflanzennährstoff zu verwandeln.

Dieses vielversprechend erscheinende Verfahren, ein typisches Beispiel für die Kuppelung mehrerer Industrien zum Zwecke der Verwendung aller entstehenden Stoffe, ist in einer grösseren Ver-suchsanlage von der J. G. Farbenindustrie A.-G. erprobt worden. Dem Vernehmen nach sollen sich beträchtliche Schwierigkeiten zeigen, indem bei der Reaktion des Phosphors mit dem Wasser-dampf auch Phosphorwasserstoff entsteht. Die endgültige Lösung des Problems bleibt also der Zukunft vorbehalten.

Die rationelle Verwendung der Düngemittel erfordert, dass die Pflanze alle Nährstoffe in genügender Menge erhält. Nach dem von LIEBIG gefundenen „Gesetz des Minimums“ richtet sich der Ertrag an Erntesubstanz nach dem in kleinster Menge vor-handenen Nährstoff oder Wachstumbedingung. Der jetzige Mehr-verbrauch an Stickstoff hat daher auch einen starken Mehrverbrauch an Kali und Phosphorsäure im Gefolge gehabt. Die neueren Bestre-bungen gehen dahin, nutzlose Ballaststoffe, die die physikalischen Eigenschaften des Bodens verschlechtern, möglichst zu vermeiden. Das hat zur Schaffung hochwertiger, sogenannter Volldünger geführt, wie „Nitrophoska“ und anderer, die alle drei wichtigen Nährstoffe gleichzeitig enthalten. Dass dabei je nach der Beschaffenheit des Bodens auch andere Stoffe zugeführt werden müssen, oder die drei wichtigen in verschiedenen Mengenverhältnissen, dass ferner die organischen Bestandteile des Stallmistes und anderer „natürlicher“ Dünger für die Humusbildung unentbehrlich sind, darf als selbst-verständlich vorausgesetzt werden. Wo diese Voraussetzungen nicht

erfüllt sind, entstehen jene ungünstigen Urteile über die „chemischen“ Dünger, die ich erwähnt habe.

Man darf sagen, dass die Entwicklung der Düngerindustrie eines der bedeutsamsten Probleme der Weltwirtschaft ist. Ohne das, was diese Industrie bisher geleistet hat, wäre der Boden unseres alten Europa wohl grossenteils erschöpft.

In der neuesten Zeit beginnt die Herstellung von Brennstoffen auch von der chemischen Grossindustrie aufgenommen zu werden.

Die freilich ziemlich unbegründete Besorgnis, dass die Kohlen-schätze der Welt in kurzer Zeit erschöpft sein könnten, hat, neben ökonomischen Rücksichten, dazu geführt, den technischen Einrichtungen zur Wärmeerzeugung vermehrte Aufmerksamkeit zu widmen.

Im letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts hatte die Entwicklung der Gasfeuerung und die Gasbereitung aus Kohlen grosse Fortschritte gemacht. Man sah die Gasfeuerung als die wichtigste Methode der Wärmeerzeugung der Zukunft an. Dann aber gewann die Verwendung flüssiger Brennstoffe, die Ölfeuerung, auch für technische Zwecke wachsende Bedeutung. Die vielfachen Vorteile derselben, dann aber namentlich die Verwendbarkeit leicht flüchtiger Kohlenwasserstoffe, der Benzine, zum Betrieb von Explosionsmotoren für Kraftfahrzeuge, führten dazu, solche flüssige Brennstoffe nicht nur aus den Erdölen abzuscheiden, sondern zu versuchen, sie auch aus festen Kohlen zu gewinnen. Das Problem der „Kohleverflüssigung“ darf heute grundsätzlich als gelöst betrachtet werden. Es stehen jetzt drei Verfahren dafür zur Verfügung:

1. Das BERGIUSSche, Hydrierung der Kohlen durch Erhitzen mit Wasserstoffgas unter Druck; 2. das Verfahren der J. G. Farbenindustrie A.-G.: Überführung billigster Braunkohle in Gasgemenge, die Kohlenoxyd und Wasserstoff (sogenanntes Wassergas) enthalten, und Überleiten dieser Gase über Katalysatoren unter Hochdruck. Je nach Art der verwendeten Mischkatalysatoren kann man flüssige Kohlenwasserstoffe oder, als Lösungsmittel verwendbare, sauerstoffhaltige Stoffe, „Methanol“ und ähnliche erhalten.

Das dritte Verfahren, von FRANZ FISCHER, erreicht dieses Ziel auf ähnlichem Wege, aber ohne Anwendung von Druck.

Bereits wird das zweite dieser Verfahren im Grossbetrieb durchgeführt. Die Erfahrungen auf dem Gebiete der Ammoniak-synthese unter Hochdruck haben seine Durchführung erleichtert. Mitteleuropa kann dadurch in weitgehendem Masse von den Petro-

leumproduzenten unabhängig gemacht werden. Die Weiterentwicklung dieser Arbeiten gehört zu den wichtigen Aufgaben der nächsten Zukunft.

Weitere Probleme ergeben sich auf dem Gebiete der Gewinnung von Metallen.

Die Entfaltung der Aluminiumindustrie, die in den Zeitraum fällt, der uns hier beschäftigt, hat mancherlei Fragen aufgeworfen, deren Lösung vorwiegend der physikalischen Chemie zufällt.

Selbst wenn man zunächst nicht in Aussicht nehmen will, die künftige Erschöpfung der Eisenerzvorräte wettzumachen durch teilweise Ersetzung des Eisens durch Leichtmetalle, so drängen die Eigenschaften des technischen Aluminium dazu, sie zu verbessern, durch Vergütung und Legierung. Wesentliche Erfolge sind auf diesem Gebiete auch in unserem Lande, in dem ja die Aluminiumindustrie ihren Anfang genommen hat, bereits erzielt worden.

Es wird Aufgabe unserer Hochschulen sein, der Metallforschung besondere Aufmerksamkeit zu schenken, was bisher vorwiegend im Ausland geschehen ist. Es scheint mir eine der nächsten und wichtigsten Aufgaben der Eidgenössischen technischen Hochschule und der Ingenieurschule in Lausanne zu sein, den Studierenden Gelegenheit zu bieten, sich in diesen Zweig angewandter Wissenschaft einzuarbeiten, der nicht nur für die Gewinnung, sondern namentlich für die Verarbeitung der Metalle, also für unsere gesamte Maschinenindustrie von grundlegender Bedeutung ist.

Doch, dies geht bereits über die Erörterung der chemischen Industrie hinaus.

Manche der Fragen, die ich hier besprochen habe, mögen den diesen Dingen Fernerstehenden als recht uninteressant erscheinen. Den meisten unter Ihnen wird es ziemlich gleichgültig sein, wie man Schwefelsäure oder wie man Ammoniak macht.

Und doch haben diese Industrien einen weitgehenden Einfluss auf unser aller Wohlergehen. Nicht um die Frage der Industrialisierung der Welt handelt es sich dabei, sondern um grundlegende Lebensbedingungen, namentlich um die Ernährung und Bekleidung der Völker. Wir müssen uns doch wohl soweit zum verpönten Materialismus bekennen, dass wir zugestehen, dass die genügende Erzeugung von Nahrungsmitteln durch die Landwirtschaft, der die Chemie die Hilfsmittel dazu liefert, eine Grundbedingung ist auch für allen geistigen und idealen Fortschritt.

# Les sciences occultes dans l'Antiquité

## Etude méthodologique

par

ARNOLD REYMOND (Lausanne)

Au cours de ces quarante dernières années les philosophes et les savants ont soumis à une sévère révision les principes et les méthodes qui passaient pour définitivement acquis à la science. Cette révision a posé à nouveau le problème de la valeur des diverses disciplines scientifiques en ce qui concerne la connaissance de la réalité.

On a pu se demander si les concepts physico-chimiques, issus des mathématiques et de la mécanique, étaient vraiment assez riches pour interpréter les phénomènes organiques et même inorganiques.

Supposons, dit entre autres M. BERGSON, que la science moderne, au lieu d'avoir concentré son effort sur l'étude de la matière, ait débuté par la considération de l'esprit. Nous aurions alors une psychologie dont nous ne pouvons nous faire aucune idée et qui serait à notre psychologie actuelle ce que notre physique est à celle d'ARISTOTE. Cela étant, nos types d'explication biologique et même physico-chimique seraient certainement différents.<sup>1</sup>

S'il en est ainsi, les sciences occultes par leur prétention à saisir la réalité par d'autres méthodes que les nôtres présentent un intérêt manifeste. Elles ont un passé qui recule dans la pré-histoire; elles ont eu à certaines époques une floraison brillante et n'ont jamais cessé au cours des siècles de grouper des adeptes; de nos jours elles semblent exercer à nouveau leur ascendant sur bon nombre d'esprits. L'existence et la persistance des sciences occultes posent donc un problème qui, actuellement encore, garde toute sa valeur.

Au siècle passé, à part quelques érudits,<sup>2</sup> ces sciences n'étaient prises en considération que par des partisans fanatiques ou par

---

<sup>1</sup> *Energie spirituelle*, p. 85.

<sup>2</sup> Entre autres A. LEHMANN: *Aberglaube und Zauberei*. Enke, Stuttgart 1898. — A. MAURY: *La magie et l'astrologie*. Didier, Paris 1860.

des adversaires décidés. Leur étude peut être faite maintenant avec plus d'objectivité et d'impartialité.

L'histoire des sciences a en effet précisé ses méthodes de travail et organisé le champ de ses recherches. En 1914, soixante et une revues et annales faisaient une large place à l'histoire des disciplines (mathématique, médecine, etc.), auxquelles elles étaient consacrées.

Actuellement deux revues, « Isis » et « Archéion », se vouent exclusivement à l'histoire de la science. En outre M. G. SARTON, le directeur d'« Isis », a commencé une publication qui est un modèle du genre et qui a pour objet la bibliographie raisonnée des sciences envisagées dans leur développement historique.<sup>1</sup>

Les sciences occultes ont forcément bénéficié de tous ces travaux. D'autres circonstances ont contribué à mieux les faire connaître.

D'une part, les philologues ont pris à tâche de reviser les anciens textes qui concernent ces sciences et d'éditer ceux qui sont encore inédits. En particulier, les manuscrits alchimiques viennent de faire l'objet d'une étude systématique et seront publiés incessamment.<sup>2</sup>

D'autre part la psychologie, aidée de la psychanalyse, a poussé ses investigations dans le domaine de l'occultisme qu'elle a puissamment contribué à éclairer. Qu'il me soit permis de rappeler ici les cours que M. TH. FLOURNOY a consacrés à ce sujet. Je signalerai également les travaux de JEAN PIAGET sur le raisonnement chez l'enfant, car ces travaux jettent un jour nouveau sur certaines tendances caractéristiques des sciences occultes.

Enfin des ethnographes, des sociologues et des missionnaires tels que J. FRAZER LEVY-BRÜHL et H. JUNOD ont fait effort pour comprendre la mentalité du sauvage. Ils ont montré comment la conception que ce dernier se fait de l'univers est dominée tout entière par la croyance aux participations mystiques, croyance qui s'apparente étroitement aux doctrines de l'occultisme.

On le voit. Nous disposons aujourd'hui pour l'étude du sujet qui nous occupe de sources d'information plus sûres et plus étendues

---

<sup>1</sup> *Introduction to the History of Science*. Baltimore 1927. — L'*Archéion*, dirigé par ALDO MIELI, est publié à Rome (Casa editrice L. da Vinci); l'*Isis* est publié à Bruges en Belgique.

<sup>2</sup> *Catalogus Codicum Astrologicorum Graecorum*. Lamertin, Bruxelles.

que par le passé. Si maintenant nous avons, dans l'histoire de l'occultisme, choisi la période gréco-romaine, c'est que cette période présente un intérêt particulier. Elle marque en effet le moment où les sciences occultes jettent les bases essentielles de leurs méthodes et où elles se confondent dans certaines de leurs parties avec les autres sciences.

\* \* \*

Comme on le sait, en Grèce et dès les origines, s'affrontent du point de vue scientifique deux courants de pensée qui s'opposent, l'un, nettement logique et rationaliste, l'autre, occulte et tout imbu de mystique. Le premier tend constamment à reléguer le second dans les pratiques divinatoires et dans la thérapeutique des asclépiens religieux.

La situation change d'aspect au moment où par les conquêtes d'Alexandre le Grand la pensée grecque entre en contact avec les civilisations orientales. Les sciences occultes s'incorporent alors à certaines doctrines philosophiques telles que le stoïcisme, le néopythagorisme et le néoplatonisme et cherchent à s'amalgamer à la science rationnelle. Quant à leur provenance, c'est la Babylonie, semble-t-il, qui fournit la magie, l'astrologie et la plupart des pratiques divinatoires, et l'Égypte qui paraît être le berceau de l'alchimie et de ses procédés techniques.

Avant de tenter l'examen critique de ces diverses sciences, rappelons brièvement quelques-uns de leurs caractères.

Les *pratiques divinatoires* tout d'abord reposent sur l'interprétation de phénomènes qui peuvent être extérieurs comme le vol, les cris des oiseaux, ou intérieurs comme les visions extatiques et les songes.<sup>1</sup>

Les phénomènes extérieurs en effet, qu'il s'agisse d'objets inanimés ou d'êtres vivants, peuvent être considérés comme étant les messagers inconscients des volontés divines. Il s'agit seulement de savoir les interpréter. Un homme, par exemple, peut faire des gestes ou prononcer des paroles dont il ignore le sens caché, mais qui sont en eux-mêmes des présages favorables ou défavorables. Lorsque Crassus s'embarqua à Brindisi pour aller en Orient combattre les Parthes, il négligea un avertissement de ce genre et c'est pourquoi il fut tué dans la bataille. En effet au moment où

---

<sup>1</sup> *Dictionnaire des antiquités*, DAREMBERG et SAGLIO. Article: Divination.

il s'embarquait, un marchand offrait aux passagers des figues de Caunes en criant à tue-tête «Cauneas». Crassus aurait du comprendre: «cave ne eas», c'est-à-dire «prends garde de ne pas aller». Il ne l'a pas fait et c'est pourquoi il mourut.

En ce qui concerne la divination intuitive, les songes surtout ont beaucoup préoccupé les anciens. Au 2<sup>me</sup> siècle avant J.-C. ARTÉMIDORE d'Ephèse écrit à leur sujet une étude systématique qui reste intéressante. Cette étude renferme bien des remarques puérides. Par exemple «se voir en songe avec des oreilles d'âne n'est de bon augure que pour les philosophes, car un âne ne meut point ses oreilles avec empressement ni facilité; pour les autres hommes c'est l'annonce qu'ils tomberont en servitude et végéteront misérablement.» Mais parfois ARTÉMIDORE énonce des réflexions qui font pressentir les analyses de FREUD sur les rapports du conscient et du subconscient.

Quoiqu'il en soit, il reste très difficile de savoir pour quelle raison on attribuait à certains faits et à certaines circonstances une valeur faste ou néfaste. Les études du folklore pourront peut-être un jour nous renseigner sur ce point. Ce qui semble certain, c'est que le succès et le maintien des pratiques divinatoires paraît avoir pour cause essentielle des phénomènes inconscients de suggestion ou d'autosuggestion.

Quant à la *magie* elle constitue un ensemble si complexe d'idées et de rites qu'il est impossible d'en donner un aperçu.<sup>1</sup> Son origine reste obscure et on ne sait si elle a précédé la religion, comme le prétend FRAZER<sup>2</sup> ou si elle en est issue. En Babylonie elle paraît avoir subi une évolution parallèle à celle de la religion, tout en se séparant de plus en plus de cette dernière.<sup>3</sup> C'est qu'en effet il y a entre l'une et l'autre une différence profonde. Par son attitude religieuse l'homme n'a d'autre ambition que de fléchir une divinité qui reste libre de l'accueillir favorablement ou non. Les rites et les formules de la magie donnent au contraire à l'homme un pouvoir dont les effets sont nécessaires et qui lui permet d'utiliser à son gré les démons et les forces de la nature, comme le physicien utilise les phénomènes physiques dans son laboratoire.

Sous l'empire romain les pratiques magiques, malgré leur ex-

---

<sup>1</sup> Voir sur ce point J. MAXWELL: *La magie*. Flammarion. Paris 1927.

<sup>2</sup> *Le rameau d'or*.

<sup>3</sup> S. LANGDON: *Babylonian Magic*, Scientia, vol. XV, p. 222.

trême variété, se réclament avant tout des deux hypothèses suivantes :

La première, c'est qu'il suffit d'évoquer un objet ou un être par son vrai nom pour le contraindre à vous obéir.

La deuxième, c'est qu'il existe entre tous les êtres des lois de sympathie ou d'antipathie qui agissent soit par contact ou atouchement, soit figurativement ou par transfert.

L'*astrologie grecque* forme également une des plus vastes matières de l'occultisme, comme en témoigne le beau livre que M. BOUCHÉ-LECLERCQ a consacré à ce sujet.<sup>1</sup> Je dois donc me borner à quelques remarques.

L'astrologie a sa source dans l'idée que les astres errants (soleil, lune et planètes) sont des divinités conscientes et personnelles qui sont capables d'unir ou d'opposer leur volonté pour agir sur la destinée des peuples et même sur celle des individus. Cette idée persiste alors même que les astres sont assimilés à de simples forces divines qui, réglant la marche des événements, sont en rapport étroit non seulement avec les nombres, mais avec tout ce qui est terrestre (métaux, organes du corps humain, etc.).

De pareilles conceptions déroutent notre manière moderne de penser ; mais pour qui ignore le système LAPLACE-NEWTON les astres errants posaient une troublante énigme. Ils n'obéissent pas au même degré que les étoiles au mouvement de rotation diurne. Ils ont ainsi une certaine liberté d'allure et pourtant ils ne s'écartent pas de la zone du zodiaque. Cette zone doit donc posséder des propriétés hygrométriques, caloriques et métalliques d'une nature spéciale dont les astres errants ont besoin pour se mouvoir et se maintenir dans leur intégrité. D'autre part, pour les anciens, l'univers est fini ; il ne comporte pas de vide interplanétaire et les éléments qui le constituent (feu, air, eau, terre), sont en rapport constant les uns avec les autres. Rien de plus naturel alors que de croire à l'influence des astres sur la vie terrestre.

Ces considérations ne suffisent pas cependant, à elles seules, à justifier le crédit et la persistance des horoscopes. Il y faut ajouter des facteurs psychologiques (lecture de pensée lorsqu'il s'agit du passé et pour l'avenir auto-suggestion produite par la prédiction elle-même).

---

<sup>1</sup> *L'astrologie grecque*. Leroux. Paris 1899.

Reste l'*Alchimie*. Cette science a été l'objet de nombreux travaux parmi lesquels il faut surtout signaler ceux de BERTHELOT et de O. VON LIPPMANN qui a publié sur la naissance et le développement de l'Alchimie un ouvrage magistral.<sup>1</sup> Ces travaux viennent d'être complétés par les recherches de MICHEL STEPHANIDÉS qui distingue dans l'histoire de la Chimie quatre phases distinctes, à savoir: la Métallurgie, la Chyméutique, l'Alchimie du Moyen-Age et la Chimie moderne.<sup>2</sup>

L'éclosion de la première phase est due aux circonstances suivantes. En des temps très reculés les rois d'Égypte exploitaient les mines d'or de la Thébaïde près de l'île Meroé. Ces mines étaient constituées par des terrains très noirs que traversaient des veines blanches de quartz aurifère. Par un travail mécanique on brisait et transformait ce quartz en sables aurifères qui étaient soigneusement lavés. D'où le nom de psammurgie ou art des sables donné à ce travail. Le minerai ainsi préparé était mélangé à des quantités convenables de plomb, de sel, d'étain et de son d'orge, puis chauffé dans les fourneaux pendant cinq jours. On obtenait ainsi la fonte d'or ou chyma chrysiou.

La métallurgie de l'or était l'apanage des prêtres. Elle était tenue secrète et se faisait à certaines époques déterminées en rapport avec les saisons et les influences favorables qu'Isis et Osiris étaient à même d'exercer sur la bonne marche de la fusion.

La Chimie entre dans la deuxième phase le jour où les Éthiopiens et surtout les Perses envahissent l'Égypte. Les vainqueurs en effet exigent la livraison de l'or et les secrets de sa fabrication. Les prêtres ne peuvent satisfaire à ces demandes, d'abord parce que l'or vient à manquer et ensuite parce qu'ils ne peuvent sous peine de mort en livrer le secret de fabrication.

Ils tentent alors de substituer à la préparation naturelle de l'or une préparation artificielle. Ils remplacent les minerais aurifères par les fondants qui étaient utilisés pour leur fusion et auxquels ils donnent également le nom de sables. Le plomb étant le principal de ces fondants devint ainsi la base de la chrysopée primitive.

Celle-ci en se perfectionnant est devenue l'Alchimie des anciens qui se distingue de celle des Arabes et que pour cette raison il

<sup>1</sup> *Entstehung und Ausbreitung der Alchemie*. Springer, Berlin 1919.

<sup>2</sup> Voir entre autres *Scientia*, vol. XXXI, page 189. — Cf. A. J. HOPKINS : A modern theory of Alchemy, *Isis*, 1925, page 58.

convient d'appeler la Chymeutique. Trois choses la caractérisent : une doctrine, une imitation des pratiques tinctoriales qui avaient cours sous l'empire romain et enfin le désir de reproduire le processus de la métallurgie antique.

La doctrine qui dans ses traits essentiels remonte à PLATON et à ARISTOTE enseigne que la matière est une au travers de ses manifestations (feu, air, eau, terre) et que d'autre part la nature est en voie de progrès, l'inférieur aspirant à devenir supérieur.

Il en résulte que tous les métaux sont de même substance et ne diffèrent que par des qualités dont la plus essentielle est la couleur. Par conséquent, donner à un métal la couleur d'un autre métal, c'est vraiment le transformer en ce dernier. De même les hommes ont le même principe de vie spirituelle; ils ne diffèrent que par des qualités telles que la méchanceté ou la bonté, la duplicité ou la véracité, etc. Changer ces qualités, c'est changer la nature de l'homme.

Si les couleurs sont la marque caractéristique des métaux, c'est qu'elles révèlent à des degrés divers la présence des quatre éléments qui sont les manifestations de la substance une. Le jaune prouve la présence dans l'or d'une quantité supérieure de feu; mais la couleur los violet pourpre irisé, la révèle à un degré supérieur encore. Trouver le produit qui posséderait cette couleur, ce serait être à même d'effectuer toutes les transmutations, et voici pourquoi.

Le monde minéral comporte des genres et des espèces.

Les genres sont les corps fusibles simples; comme tels ils s'opposent aux corps simples appelés plus tard métalloïdes. Les espèces ou « dérivés de genres » sont des corps sans nature propre tels que les pierres, les sels ou les espèces de métaux (par exemple, pour le plomb la céruse, la létharge).

Elles résultent d'une simple altération des genres. La scorie du fer n'est que le fer simple gâté et le cinabre, l'une des espèces du mercure, est du mercure altéré en blond.

L'union des genres peut conduire, non seulement à de simples alliages, mais à la création d'une substance ayant la nature de l'or; seulement il faut pour cela une substance intermédiaire qui agissant comme un ferment ou levain transforme la nature des métaux.

Les pratiques tinctoriales et le commerce du fac-similé qui étaient intenses dans le bassin de la Méditerranée peu avant l'ère chrétienne viennent fortifier ces croyances. On savait en effet par

des colorants imiter les pierres précieuses, fabriquer la pourpre ou encore faire des alliages d'apparence identique à l'or ou à l'argent. De là l'idée qu'un peu de métal noble peut, grâce à sa vitalité ignée plus grande, agir sur une grande quantité de vil métal et la transformer. L'Ios en particulier a le pouvoir de transmuier en or n'importe quoi, tandis que l'or n'agit que sur les espèces métalliques.

Cela étant voici comment les Chymeutes cherchaient dans leur technique à imiter le processus de la métallurgie antique.

Une fois que l'étain, le plomb, le cuivre et le fer étaient unis par la fusion, on les attaquait par des liquides dissolvants qui s'appelaient eaux divines et dont le plus employé était le vinaigre (d'où notre mot oxyde). Par cette opération on estimait produire la macération, la putréfaction et la fermentation des substances qui devenaient ainsi susceptibles de transformations ultérieures.

Cela fait, on colorait le produit en noir, parce que le noir était la couleur des terrains aurifères exploités par les prêtres égyptiens. Puis, pour imiter la couleur blanche du quartz, on colorait la mixture au moyen de terres blanches et de nombreux lavages, ces derniers rappelant le lavage des sables aurifères.

Venait enfin l'opération, appelée xanthose ou jaunissement, qui s'effectuait au moyen de la substance intermédiaire dont nous avons parlé plus haut. Cette substance était parfois un peu d'or ou simplement un mélange d'eaux divines; mais le plus souvent elle consistait en des poudres composées de substances minérales ou organiques.

La recherche de cette substance ou pierre philosophale finit par devenir l'objet presque exclusif de l'Alchimie arabe et c'est pourquoi il convient de distinguer cette dernière de la Chymeutique dont les conceptions et le champ de recherches étaient moins restreints.

En outre et jusqu'au moment où les édits de Dioclétien interdisent les pratiques chymeutiques, celles-ci ne visent pas à l'occultisme et prétendent relever de méthodes analogues à celles des autres sciences.

\* \* \*

Ce qui précède nous permet de rechercher en quoi consistent les procédés du raisonnement occultiste et quelle en est la valeur. Pour étudier cette question dans toute son ampleur, il faudrait tout

d'abord résoudre le problème de l'induction scientifique; or l'on sait combien dans les temps modernes ce problème est devenu délicat, puisqu'il met en discussion la valeur tant du principe de causalité que des notions de loi et de type dans leur rapport avec les éléments individuels de la réalité.<sup>1</sup> Nous ne pouvons songer à faire ou même à esquisser une pareille étude et nous nous contenterons de présenter quelques remarques sur ce sujet.

Si l'on compare les idées directrices des sciences occultes avec celles des sciences modernes, on les trouve beaucoup plus semblables qu'on ne pourrait le croire au premier abord.

Ce qui caractérise en effet la science tant moderne qu'occulte, c'est une préoccupation constante de mathématisme et la tendance de raisonner d'après les concepts de permanence, d'analogie et d'évolution. Où la différence se manifeste, c'est dans la façon d'utiliser ces concepts et ce mathématisme.

Dans l'antiquité les partisans des sciences occultes considèrent les *nombres*, non pas comme des rapports abstraits qui expriment des relations de grandeur, mais bien comme des réalités ayant des propriétés définies analogues à celles des atomes dans la chimie du siècle passé. C'est au nom de ces propriétés que les nombres se combinent et commandent les phénomènes de la nature. C'est pourquoi l'union de quatre et de un produit un cinq qui est qualitativement différent de celui que l'on obtient en ajoutant trois et deux, et cela parce que le nombre quatre a des vertus spéciales. Comme le dit le néoplatonicien HIÉROCLÈS,<sup>2</sup> le nombre quatre donne à la décade son pouvoir, puisque celle-ci est obtenue par l'addition des quatre premiers nombres entiers. De plus le chiffre quatre est médiété arithmétique entre un et sept, nombres qui tous deux jouissent de propriétés exceptionnelles.

De par sa nature privilégiée, quatre est à la base des réalités tant spirituelles que matérielles. Le nom de Dieu a quatre lettres aussi bien en hébreu qu'en latin ou en grec. La faculté de juger repose sur quatre conditions: l'esprit, la science, l'opinion, les sens. Il y a de même quatre éléments, quatre saisons, quatre points cardinaux. Le volume le plus simple est la pyramide à quatre faces, etc. Inutile d'insister. On voit que l'opposition entre la science

<sup>1</sup> Cf. A. LALANDE: *Les théories de l'induction et de l'expérimentation*. Revue des cours et conférences, 1922 et sq.

<sup>2</sup> *Commentaire aux vers dorés*, MULLACH, fragmenta phi. graec. I, p. 462.

moderne et la science occulte est complète. Pour la première les nombres restent une fonction abstraite qui tout en ayant son existence propre n'est pas génératrice de réalités concrètes et sert seulement à exprimer certains aspects de ces dernières. L'occultisme soutient une conception exactement inverse. Pour la science moderne le fait que des formes mathématiques identiques se retrouvent dans des phénomènes différents tient non pas à la vertu de ces formes, mais aux conditions physiques semblables qui régissent ces phénomènes. S'il est prouvé que la fameuse règle d'or se retrouve partout dans la nature, c'est qu'il y a pour les phénomènes physiques (et peut-être psychiques) des conditions d'équilibre qui donnent naissance à ce rapport mathématique et non l'inverse. MAXWELL a de même conclu de la similitude des équations différentielles qui caractérisent les phénomènes optiques et électriques à une étroite parenté entre ces phénomènes.

Et cela m'amène à examiner les concepts de permanence, d'analogie et d'évolution qui interviennent dans le raisonnement scientifique.<sup>1</sup>

Le concept de *permanence* s'explique aisément. Puisqu'une certaine identité se maintient dans le devenir de l'univers, c'est que quelque chose subsiste. De là l'idée chère à l'antiquité qu'il y a une substance unique, idée que l'on retrouve jusque dans le système d'HÉRACLITE. Seulement lorsqu'il s'agit de définir cette substance, les avis divergent et l'on ne va pas au-delà de cette affirmation « quelque chose subsiste ». Parlant du principe de la conservation de l'énergie, POINCARÉ déclare également que finalement l'énoncé de ce principe se ramène à ceci : « Il y a quelque chose qui demeure constant. » Mais on voit tout de suite la différence. Dans chaque cas particulier, l'énergie définie par la science moderne, se prête à la mesure ; le concept de substance unique n'aboutit à aucune mesure et ne comporte pas d'application particulière.<sup>1</sup>

L'occultisme sans doute a envisagé des cas particuliers de permanence : Identité durable entre le vrai nom et l'objet ou la personne auxquels ce nom convient ; permanence d'une qualité qui se transmet d'un objet ou d'une personne à un autre objet ou à une autre personne, et cela par contact ou à distance, comme l'ai-

---

<sup>1</sup> Cf. HÉLÈNE METZGER : *Les concepts scientifiques*. Alcan, Paris 1926.

mantation et l'attraction. Mais ces permanences ne sont pas mesurables et ne comportent pas de vérification objective, définie une fois pour toutes, et c'est en quoi elles diffèrent profondément de celles que recherche la science moderne.

Quant au concept *d'analogie*, il s'impose à l'esprit dès qu'il raisonne. M. CRESSON étudiant les réactions intellectuelles élémentaires a montré que dans toutes les circonstances de la vie où la réflexion n'intervient pas, notre esprit suivant son penchant naturel se comporte comme si à chaque instant il raisonnait par analogie.

Ce genre de raisonnement joue, en effet, un rôle inconscient dans la perception extérieure, puis dans l'idée que nous nous faisons de nos semblables et enfin dans l'imagination créatrice.

Dans les sciences occultes, il se rencontre à chaque instant et s'y manifeste de diverses manières.

Il se rapporte par exemple à des qualités, entre autres à la couleur, ce qui permet d'identifier au point de vue de leurs propriétés et influences réciproques, les métaux, les astres errants et les parties du corps humain.

L'analogie par le nombre est, elle aussi, très importante, comme nous l'avons vu. Il en est de même de l'analogie par la forme. La dentaire dont la racine ressemble à une chaîne de dents enfilées les unes dans les autres est une plante qui guérira sûrement les maux de dent et le scorbut. La pulmonaire par sa nature spongieuse est excellente pour les poumons. Le citron est le remède indiqué pour les maladies de cœur et cela non seulement en vertu de sa forme, mais à cause de sa couleur qui est celle du soleil, c'est-à-dire de l'astre qui est en rapport avec le cœur. Il suffit parfois que deux objets ou deux événements éveillent la même idée pour qu'il y ait entre eux un rapport réel. Si vous rêvez que vos cheveux, même coupés court, sont en désordre et que votre vue est trouble, c'est que vos affaires vont devenir mauvaises et embrouillées.

Ces exemples et d'autres que l'on pourrait citer, prouvent que pour l'occultisme, l'analogie est agissante par elle-même alors que pour la science moderne elle n'est que l'indice d'une même cause à découvrir. PASTEUR constate que la maladie du charbon est analogue à une fermentation et il suppose qu'une même cause, à savoir des microorganismes, agit dans les deux cas. Le tort de la science occulte est donc de croire que les analogies fondées sur le nombre, la forme, etc., agissent par elles-mêmes et d'oublier les

facteurs psychologiques (suggestion, autosuggestion), qui parfois rendent ces analogies efficaces.

Mais c'est peut-être au sujet du concept d'*évolution* que le rapprochement entre l'occultisme et la science moderne est le plus suggestif.

Pour toutes les sciences occultes, sans exception, l'Univers est conçu comme un vaste organisme vivant, animé d'une vie psychique, et dans lequel l'inférieur tend à s'élever jusqu'au supérieur. Le monde minéral est lui-même soumis à des lois biologiques. Les métaux en particulier se modifient sous l'action de ferments appropriés. Ils se nourrissent et se développent comme une plante. De là, au Moyen-Age, l'idée qu'il faut laisser les mines se reposer pour que les métaux aient le temps de croître et de grossir.

La science moderne a abandonné ces vues. L'évolution pour elle se ramène simplement à un processus d'actions et de réactions physico-chimiques, dont la complexité va croissant quand on passe des formes inférieures aux formes supérieures de la vie.

Plusieurs philosophes et même quelques savants ont protesté contre cette conception et l'on sait les critiques passionnées que le néovitalisme a élevées contre les théories de DARWIN et de LAMARK et qu'il n'est pas dans mon intention de discuter ici. Je me permettrai seulement de faire la remarque suivante.

Pendant longtemps l'unité de la matière proclamée par les Chymistes de l'Antiquité et les alchimistes du Moyen-Age a été regardée comme une utopie. La théorie électronique de la matière est venue récemment la rendre plausible. Il est possible que la conception biologique de la matière professée par l'occultisme soit, elle aussi, adoptée un jour par la science, car le problème subsiste de savoir comment l'organique peut jaillir de l'inorganique, s'il n'y a pas entre eux communauté de nature.

Il faut se rappeler toutefois que la théorie électronique de la matière n'a été établie qu'à la suite de longs tâtonnements guidés par le calcul et l'expérience. Pour que le concept biologique de matière acquière droit de cité dans la science, il faudra qu'il se prête à des invariants sinon quantitatifs, du moins qualitatifs, que des expériences précises permettront constamment d'établir.

Au terme de ce trop long exposé, j'ai le sentiment d'avoir à peine effleuré mon sujet. Je serai heureux cependant si les réflexions qui précèdent soulignaient tout l'intérêt qui s'attache à l'histoire des sciences occultes pour saisir les démarches complexes de l'esprit humain dans la recherche du vrai.

# Erreichte und erstrebte Ziele der Geschwulstforschung

von

MAX ASKANAZY (Genf)

## *I. Einleitung*

Es mag vermessen oder überflüssig erscheinen, dass ich nach dem vorjährigen Basler Berichte in der Medizinisch-Biologischen Sektion über den experimentellen Krebs schon ein Jahr später den ehrenvollen Auftrag übernahm, in der Allgemeinen Sitzung unserer Naturforschenden Gesellschaft die Ziele der Geschwulstforschung zum Gegenstande der Darstellung zu machen. Aber ich habe es nicht gewagt, mich dieser Aufgabe zu entziehen, weil das zu behandelnde Objekt und die verehrte Zuhörerschaft nicht ganz gleich geblieben sind. Es handelt sich bei dem heutigen Vortrag nicht nur um die Erfolge und Misserfolge der experimentellen Geschwulststudien, so sehr diese auch heute noch im Vordergrunde stehenbleiben müssen, sondern um weiterreichende Fragen, um die Wege und Leistungen der Tumorforschungen überhaupt. Es hat für mich ausserdem einen besondern Reiz, dieses Mal vor den Vertretern der Naturwissenschaften zu reden, die gerade der Krebsforschung das Interesse des Biologen zuwenden. Endlich kann sich auch der die Tagesmode fliehende Forscher gewissen Tagesströmungen nicht entziehen. Es muss schon einem innern Triebe der Menschen entsprechen, wenn das Geschwulstproblem — ich sage lieber die Geschwulstprobleme — alljährlich auf Allgemein- und Sonderkongressen erörtert werden und in den Tageszeitungen eine häufige Rubrik geworden sind. Diese öffentliche Behandlung der Geschwulstprobleme birgt Gefahren und Vorzüge in sich: Gefahren insoferne, als die Wissenschaft auf diesem oft studierten Felde nicht so schnell fortschreitet, dass sie alle paar Monate über neue gesicherte Tatsachen berichten könnte und sich daher oft vielmehr mit dem Kampf der Hypothesen zu beschäftigen hat, so dass der Nichtfachmann leicht den Eindruck der Unkenntnis der Fachleute

zurückbehält. Das stimmt nicht ganz, weil sich unter den Hypothesen auch der notwendige Vorläufer der Wahrheit befindet. Hat man doch gesagt, dass Newton und Galilei ihre Ansichten bereits fertiggebildet hatten, ehe sie den experimentellen Beweis für sie antraten. Eine weitere Gefahr dieser überreichen öffentlichen Behandlung der Krebsforschung ist die Züchtung der Krebsangst. Aber, nun kommen wir zu den Vorzügen des Verfahrens, ein Gegenmittel gegen diese Angst muss darin erblickt werden, dass auch der Nichtmediziner erkennen wird, was auf diesem Gebiete gerade im letzten Vierteljahrhundert an erfolgreicher Arbeit in theoretischer und in praktischer Hinsicht geleistet worden ist. Manche neuere Feststellung muss zur Beruhigung der Geister beitragen und zeigen, wie unrecht der Vorwurf von dem Versagen der Medizin auf diesem Gebiete ist. Als ich vor 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Jahren über einen ähnlichen Gegenstand vor der Wiener Krebsgesellschaft sprach, glaubte man in der Presse einen Seufzer der Erleichterung zu vernehmen. Wir wollen sehen, wie weit sich diese Auffassung rechtfertigen lässt. Um keinen falschen Optimismus und keine Überschätzung unseres wissenschaftlichen Besitztums aufkommen zu lassen, darf ich mir gestatten, Ihnen ein Bild von den erreichten und erstrebten, d. h. noch nicht erreichten Zielen der Geschwulstforschung zu entwerfen. Auch das noch nicht erreichte Ziel kann den positiven Wert haben, dass man sich darüber klar geworden ist, wo das Suchen aussichtslos erscheint. Wir werden dabei zum Teil dem historischen Wege folgen und zusehen, wie die leitenden Gedanken sich geklärt haben und wo neue Tatsachen gewonnen sind. Wenn man von erreichten Zielen spricht, so müsste man auch angeben, in welcher Frist diese Fortschritte gegen das Ziel erreicht sind, und gerade in dieser Hinsicht dürfen wir eine gewisse Befriedigung empfinden. Die Zeit, in der man sich den Zielen genähert hat, ist natürlich bei den verschiedenen Ergebnissen der Tumorforschung ungleich lang gewesen. So war sie eigentlich ziemlich gross, um dem nun zu besprechenden ersten Ziel näher zu kommen.

## *II. Man nähert sich dem Ziele, Umfang und Inhalt des Geschwulstbegriffes festzulegen*

Hier zeigt sich ein erfreuliches Ergebnis. Während VIRCHOW in seinem grundlegenden Werk noch erklärte, niemand vermöge von den Geschwulsten wegen ihrer mannigfaltigen Natur eine De-

fnition zu geben, sind wir zunächst in der Absteckung der Grenzen und damit in der Umschreibung ihres Umfanges ein gutes Stück weitergekommen. Daran festhaltend, dass die Geschwulstzelle eine in Wucherung eingetretene Zelle unseres Körpers, also kein eingedrungenen Fremdling ist, galt es, diese Zellwucherung von den andern ähnlichen abzusondern. Alle trennen sie nicht nur von den Proliferationen ab, die als Regeneration, Hypertrophie oder Hyperplasie, als Metaplasie oder lokaler Gewebsumbau gekennzeichnet sind, sondern die meisten, was bedeutsam ist, auch von den sogenannten Entzündungsgeschwülsten und von Missbildungen durch überschüssige Anlage. In der unscharfen Absonderung gegen diese beiden Grenzgebiete lag ein Hemmschuh des Fortschritts. Die Missbildung *per excessum* muss auch beiseite geschoben werden, da sie als mikroskopische Gewebsmisbildung oder makroskopische Überschussbildung nur einen Gewebsexzess bedeutet, der als solcher bestehen bleibt, z. B. ein rudimentärer sechster Finger. Wir kommen damit zu einem weitem wichtigen gedanklichen Fortschritt, wenn wir in der Erkenntnis, dass die Gewebsmisbildung zum Ausgang einer Geschwulst werden kann, ganz allgemein eine Grenze ziehen zwischen dem Geschwulstkeim und der Geschwulst selbst. Was das Leben des Menschen gefährdet, ist nicht sowohl der Keim, als sein Eintritt in schrankenloses Wachstum. Die heutige Geschwulstlehre beschäftigt sich also mit den Keimen und ihrem Wachstum. In diesem Sinne kann man mit Recht sagen, die Frage nach der Entstehung des Krebses ist ein Wachstumsproblem. Das ist aber ein Anfang und nicht das Ganze einer Definition. Denn Wachstumsproblem ist jede pathologische Proliferation. Aber nur die Geschwülste sind Wachstumsexzesse ohne Ende. Was die Geschwulstlehre zu enträtseln hat, ist die Herkunft der Keime, die Bedingungen ihrer Wachstumsform und die protozoenartige Unsterblichkeit der Tumorzelle. Geht man in dieser Hinsicht auf den Inhalt des Geschwulstbegriffes ein, so wird er, wie jeder Begriff, durch die Gesamtheit seiner wesentlichen Merkmale bestimmt. Als solche sind bekannt: 1. Die selbständige Existenz, sogenannte Autonomie der Geschwulst als pathologische, meistens organartig angelegte Bildung mit Selbstzweck. Ferner 2. die Beherrschung der Funktion der Geschwulstzellen durch ihren Wucherungstrieb und 3. ihr Aufbau aus einem Gewebe, das von dem der normalen Gewebe und Organe mehr oder weniger abweicht. Die geringere Abweichung in der

Struktur zeigt sich meist bei gutartigen, langsam wachsenden Geschwulsten, die stärkste bei den bösartigen, tödlichen. Die Geschwulstforschung muss auf beide als verschiedene Phasen Rücksicht nehmen, hat sich aber mit guten Gründen mit Vorliebe an die malignen gehalten, weil wir unter den gutartigen Tumoren noch nicht überall klarsehen. Nun hat sich aber mehr und mehr herausgestellt, dass diese drei Merkmale der Geschwülste zur Erschöpfung des Begriffsinhaltes der Tumoren unbefriedigend sind, wenn die ätiologischen und pathogenetischen Faktoren nicht mehr aufgeheilt werden, während diese bei den meisten andern pathologischen Wucherungen gewöhnlich bekannt oder wenigstens dem Prinzip nach fassbar sind. So ist der Ruf nach ätiologischer Klarstellung der Gewächse ein theoretisches und praktisches Postulat geworden. Wir haben das Ziel noch nicht erreicht, die Geschwulstnatur vollinhaltlich definieren zu können, ehe wir in die Bedingungen des Wachstumsprozesses nicht tiefer eindringen. Um diesem Ziele zuzusteuern, hat man sich mehrfacher Methoden bedient.

### *III. Eröffnung neuer Forschungswege und Erkenntnis ihrer Leistungsfähigkeit*

Die Methode, der die Geschwulstlehre ihre grösste und heute beherrschende Stellung in der Diagnostik der Tumoren verdankt, ist die morphologische. Dabei darf nicht vergessen werden, dass dieses Studium der Morphologie zugleich einen tiefen Einblick in die Abstammung der Geschwulstgewebe ermöglicht und auch ein Urteil über die Funktion der Tumorzellen gestattet. Es ist nicht richtig, wenn man Morphologie und Funktionslehre als völlige Antipoden hinstellt. Wir werden alsbald zu betrachten haben, wie weit die rein morphologische Analyse in der Frage nach der Geschwulstentstehung geführt hat. Das Ziel, mehr Forschungswege als früher anzubahnen, ist mit verheissungsvollem Eifer verfolgt worden. Als solche neue Erkenntnismöglichkeiten sind fünf zu nennen: Der Weg des Tierversuchs, die physikalische und chemische Untersuchung der Geschwülste und Geschwulstträger im Laboratorium und in der Klinik, die Züchtung der Geschwulstzellen im Vergleich mit nicht neoplastischen Zellen in den Gewebekulturen, die vergleichende Pathologie der spontanen Tiergeschwülste, nachdem sich herausgestellt hat, dass fast alle Tiere Geschwulstträger sind, ja dass man selbst Pflanzentumoren in eine gewisse

Parallele stellen kann. Endlich darf die statistische Methode nicht unerwähnt bleiben, wenn sie auch mehr Anregungen als ätiologisch entscheidende Antworten erteilt. In bezug auf die statistischen Erhebungen sei bemerkt, dass erst die Vorfrage die Schaffung zuverlässiger Todesstatistiken zu erledigen ist, damit genauere Ergebnisse zutage gefördert werden. Gegen die häufige, aber von manchen (PELLER, SCHRIDDE, BLUMENTHAL, WERNER) bestrittene Angabe, dass die Zahl der Krebse in der letzten Zeit zugenommen hat, ist bekanntlich und nicht ohne Grund der Einwand erhoben worden, dass die Diagnosen sich verbessert und vertieft haben. Andererseits ist die Statistik ein geeigneter Weg, gewissen Fragen nachzugehen, z. B. inwieferne in verschiedenen Ländern gewisse Organe häufiger krebsig erkranken als in andern. Wir haben diese Untersuchung angeregt, nach der Erfahrung, dass besondere vorausbestehende Leiden diese ungleiche Verteilung der Organkrebse bedingen, wie in der Schweiz der Kropf die gesteigerte Zahl der malignen Schilddrüsentumoren und die Lebercirrhosen in Genf die Zunahme der primären Leberkrebse zur Folge haben. In Bologna sollen viel Pankreastumoren zur Beobachtung kommen. Manche Krebse, wie die Bronchial- und Lungenkrebse, sind aber nach mehrfacher Feststellung an vielen Orten in Zunahme begriffen aus später zu erörternden Gründen. Wir müssen es als einen Fortschritt buchen, dass diese mannigfaltige Methodik ein Material zutage fördert, das in verschiedenem Masse die grossen Fragen der Ätiologie und die auf ihr fussende Bekämpfung lösen helfen wird.

#### *IV. Eine schärfere Trennung zwischen Ätiologie und Pathogenese wird durchgeführt*

Kehren wir zu den Problemen der Geschwulstentstehung zurück! Wir sagten, dass man zuerst die Bildung der Gewächse rein morphologisch zu erklären versuchte an der Hand der makroskopischen und histologischen Untersuchung der Gewächse. Da die Geschwulst-diagnostik seit Beginn der mikroskopischen Aera Unübertreffliches mit kleinsten Mitteln leistet — ein kaum mit blossem Auge sichtbares Partikelchen genügt oft zur Sicherung der Krebsdiagnose — hat man dieser Methode auch in Fragen der Geschwulstentstehung Vertrauen entgegengebracht. Was nun den Fortschritt verlangsamt hat, war die ungenügende Unterscheidung zwischen Ätiologie und den Fragen der Pathogenese, zwischen den Fragen der Entstehung

und der Wachstumsbedingungen der Tumoren. Gewiss, die Geschwulst entsteht durch Wachstum von Stammzellen, aber wie 1. die Gesetze der Wachstumsform, so sind auch 2. die förderlichen Faktoren des Wachstums überhaupt von denen zu trennen, die wir 3. als entscheidende Bedingung der Entstehung der Geschwulstzelle mit ihrer im Prinzip unendlichen Vermehrungsfähigkeit ansehen müssen. Das sei zunächst an der Hand einer kurzen Betrachtung über die Gestalt der Tumoren dargelegt. Eine Geschwulst kann sehr mannigfache Gestalt annehmen. Wir wollen zeigen, dass es im Grunde nur die gewöhnlichen Bedingungen der Entwicklungsmechanik alles Lebendigen sind, die hier zum Ausdruck gelangen. Die bunte Formenwelt der Geschwülste lässt sich aus der allgemeinen Anatomie und Biologie durch erblich biologische und histomechanische Richtlinien erklären, wie sie W. Roux mit den Begriffen der Selbstdifferenzierung und abhängigen Differenzierung gegeben hat. Das zeigt sich zunächst in der Gebundenheit der Form an die sie aufbauende Gewebsart. Warum hat die Plazenta einen zottigen Bau und die Gefässgeschwulst dieses Organes keinen solchen? Weil zwischen Epithel und gefässhaltigem Bindegewebe der Plazenta abhängige Differenzierung zum Zottenbau besteht. Da im Angiom das die Zottenstruktur bedingende Epithel nicht vorhanden ist, entsteht ein einheitlicher abgerundeter Knoten. Den erblichen Anlagen der Selbstdifferenzierung entspricht es, wenn in den drüsigen Organen Adenokarzinome gelegentlich mit cystischer Erweiterung entstehen, wenn das Neuroepithel in Geschwülsten wieder Röhren und Blasen bildet, wenn in der Harnblase und Tube Zottengeschwülste wachsen, weil ihr Epithel bei seiner Selbstdifferenzierung keine erblichen Anlagen zum Drüsenbau mitbringt. Auch manche Formunterschiede zwischen Sarcom und Karzinom sind von der erblichen Neigung des Epithels zur Auskleidung von Oberflächen und Spalten bestimmt. Wir wissen, dass manchmal aus dem gleichen frühembryonalen Gewebematerial verschieden zusammengesetzte Geschwülste herauswachsen können und erklären das durch das Roux-Prinzip des Kampfes der Teile im Organismus, d. h. dadurch, dass die Entwicklung eines Gewebes die des andern in Schach hält oder unterdrückt. Noch eines Beispiels sei gedacht. Man hat es mit Unrecht so dargestellt, als läge der Ausgangspunkt einer Geschwulst genau in ihrem Zentrum, als ob sie sich immer gleichmässig nach allen Seiten ausdehne. Auch hier besteht

aber abhängiges Wachstum von der Dichte und dem Druck der nachbarlichen Medien. Ein gutes Beispiel gibt eine von Krebsknoten durchsetzte Leber: In ihr sind die zentralen Knollen von kugliger Gestalt, während viele oberflächlich gewachsene Metastasen durch den Gegendruck abgeplattet werden, manchmal geradezu zu Halbkugeln. Wir haben in der Auffassung von dem Wachstum der Geschwülste Fortschritte erzielt, indem wir ihre Morphogenese durch die Wirksamkeit der Gesetze deuten, die allem Wachstum Form und Wege weisen. Aber ebenso wichtig ist, diese Analogien zwischen Entwicklungsart der Tumoren und normaler Gewebe bzw. Organe nicht dazu zu benützen, auf die analogen ätiologischen Entwicklungsbedingungen zu schliessen. Die Ätiologie der Geschwülste ist kein einfaches Entwicklungsproblem, wie die des befruchteten Eies. Es ist selbstverständlich, dass sich bei ihr, wie bei allen pathologischen Wucherungen, nicht nur die Gesetze, sondern auch der Modus der embryonalen Entwicklung wieder erkennen lassen. Aber diese Morphogenese sagt wenig in kausaler Hinsicht. Damit ist natürlich nicht gemeint, dass die Morphologie nicht orientierende Hinweise, in positiver und negativer Hinsicht, für die weitere Erforschung der Ätiologie und Pathogenese liefert. Ein makroskopischer Befund gibt einen ersten Fingerzeig. Das ist die *Farbe* der meisten Geschwülste, mit der man sich bisher wenig beschäftigt hat. Wenn man davon absieht, dass es einige besondere Tumoren mit spezifischen Färbungen (schwarze Melanome, grüne Chlorome usw.) gibt, fällt auf, dass die Mehrzahl der Tumoren weiss ist, oft im Gegensatz zur Farbe der Organe, aus deren Elementen sie sich entwickeln. Wir erblicken die Erklärung hierfür in der Jugend der Bildungen, die noch keine Stoffwechselprodukte anhäufen konnten und noch nicht die Differenzierungen erfuhren, die die Parenchymfarbe bestimmen. Diese Tatsache findet ihren histologischen Ausdruck in der *Besonderheit der Geschwulstzelle*, auf die wir nun kurz einzugehen haben.

#### V. *Fortschritte in der Kenntnis von der Struktur der Krebszelle*

Wie bei allen Zellen, so unterscheiden wir auch bei ihr eine morphologische, eine physikalische und eine chemische Struktur als Ausdruck ihrer Biologie und Funktion, aber bei wenig Zellen sind diese Züge mit solcher Aufmerksamkeit verfolgt worden. Die

morphologische Eigenart ist oft so ausgesprochen, dass man beim ersten Blick auf diese in Protoplasma, Kern, Kernkörperchen vergrößerten Elemente den Verdacht des Blastoms schöpft. Und wenn es auch im Wechsel der Bilder nichts absolut Bezeichnendes gibt, hat man die eigenartige Zellveränderung doch als „Anaplasie“ (VON HANSEMANN) gekennzeichnet, weil die Tumorzellen wie eine Embryonalzelle ohne spezifische funktionelle Differenzierung erscheinen und auch wie diese namentlich der Proliferation obliegen können. Diese Ähnlichkeit mit den Fetalzellen kann darauf beruhen, dass es wirklich noch Reste fetalen Gewebes sind, die den Geschwulstkeim liefern. Es steht anatomisch sicher fest, dass Missbildungen des Embryonallebens Geschwulstkeime schaffen und die Zahl solcher Beobachtungen nimmt immer noch zu. Andererseits ist es sicher, dass auch Zellen des extrauterinen Lebens Tumoren mit dieser Anaplasie erzeugen und da müssen wir annehmen, dass die Tumorbildung mit einer Funktionsverschiebung im Gewebe einhergeht, indem die Brutzellen in den Organen, die auch normalerweise den Nachschub besorgen, in allen Stadien, in denen es noch nicht zur Ausreifung der Arbeitszelle kam, in neoplastische Wucherung eintreten und der Fruchtbarkeit meist auf Kosten der spezifischen Zelleistung leben. Man hat in dem sehr richtigen Verlangen, aus der Morphologie möglichst viel für die Biologie, also hier für die pathologische Biologie herauszulesen, die Ursache dieser Proliferation in dem Verlust der spezifischen Ausreifung erblicken wollen, da sich Funktion und Mitosebildung ausschliessen sollen (PETER). Die durch Ausfall der Funktion freiwerdenden Kräfte sollten als Teilungsreiz wirken. Diese Annahme Peters ist aber unzureichend, denn in der Epidermis treffen wir Mitosen in pigmentierten Basalzellen, im Knochenmark Mitosen vornehmlich in granulierten Myelozyten und im Basalzellkrebs mit seinen unspezifischen Oberhautzellen ist die Malignität geringer als im verhornenden Krebs, beim Speiseröhrenkrebs und Karzinom der Harnwege kann die Differenzierung des Krebs epithels bis zur Überdifferenzierung (zur Prosoplasie) gehen. Die vegetative Hypertrophie und Hyperplasie der Geschwulstzelle ist ebenso wie die funktionelle Minderwertigkeit eher die Folge ihrer pathologischen, neoplastischen Einstellung infolge der zu erörternden Entstehungsursachen. Dass die Geschwulstzelle mit der Embryonalzelle manches Gemeinsame hat, ist auch durch die Gewebeskultur gezeigt worden, aber ebenso, dass selbst die spontan

oder experimentell zu Tumorzellen gewordenen Embryonalzellen sich anders verhalten als die normalen. Gezüchtete Embryonalzellen von Hühnern können erst auf bestimmte Zusätze (siehe später) zu Sarkomzellen werden, dann verhalten sie sich progressiv, aggressiv im Gewebe und wachsen nicht nur in künstlichen Kulturen eine Zeitlang weiter. Wie ich demonstrieren werde, gelang es uns, zu zeigen, dass man durch Verpflanzung zu Brei verriebener Rattenfeten auf erwachsene Ratten oft geschwulstartige Knollen (Tera-toide) erzeugen kann, die sich aber nicht oder nur als Rudiment weiter verimpfen lassen und, wenn sie auch persistieren, doch nur selten zu echten Geschwülsten werden, wenn man nicht zu besonderen Reizen greift (siehe später). Die morphologische Eigenart der Geschwulstzelle lässt sie gewissermassen mit einer üppig ge-deihenden, aber schnell verblühenden Tropenpflanze vergleichen, denn zu ihrem Wesen gehört auch die Störung im Verhalten des Chromatins und in der Dauer, im Ablauf des Zellebens, die so oft zur Nekrose grosser Geschwulstteile führt. In ihrem Verhalten bei der Ex- und Transplantation äussern die Tumorzellen schon mehr als die morphologischen Charaktere. — Andere Besonderheiten liessen die physikalische und chemische Prüfung erkennen, was als weiterer Fortschritt zu begrüssen ist. Die Oberflächenanspannung der Geschwulstzelle ist vermindert, ihre Permabilität erhöht, die Zellkolloide finden sich in hochdispenser Lockerung. So wird auch ihre amöboide Beweglichkeit verständlicher. Der elektrische Widerstand des Geschwulstgewebes ist geringer als in normalen Geweben, die Radioaktivität des Karzinomgewebes wurde erhöht gefunden (L. BARLOW). Nach WATERMAN, der sich viel mit den physiko-chemischen Erscheinungen im Tumorparenchym beschäftigt hat, soll die Herabsetzung des elektrischen Widerstandes beim experi-mentellen Krebsversuch durch Teerpinselung mit dem Auftreten des atypischen Epithels einsetzen. Bemerkenswert ist ferner eine Reihe von chemischen Änderungen im Stoffwechsel der Tumorzellen. Zunächst fällt auf, dass der Kaligehalt steigt und der Kalzium-gehalt sinkt, so dass WATERMAN den Quotient  $\frac{K}{Ca}$  als Maßstab für die Malignität der Geschwülste verwerten will, indem dieser bei gutartigen Tumoren niedriger ausfällt. Nach unsern allgemeinen Erfahrungen verdünnt, verflüssigt K die Zellmasse, während Ca sie verdichtet. Auch hat man bei Versuchen beobachtet, dass K

bei Verpflanzungen von Tumoren stimulierend wirkt, während Ca-Zufuhr das Wachstum hemmt. Wir wissen auch aus der pathologischen Histologie, dass turgeszente Tumorzellen sich oft in schnellwachsenden Geschwülsten finden, im Gegensatz zu den dürftigen Elementen mancher skirrhöser Krebse. In bezug auf Lipotide hat man mehrfach eine Zunahme der Phosphatide gegenüber der Sterinen schon in jungen Tumorelementen beobachtet. Mit Recht hat man den fermentativen Leistungen der Tumorzellen ein besonders eifriges Studium gewidmet. Krebszellen lösen in Kulturen Fibrin auf, bauen überhaupt fremdes Eiweiss ab im Gegensatz zur Embryonalzelle, besitzen ein starkes proteolytisches Vermögen. Quantitative Veränderungen der Wirkung der Geschwulstzellen sind für manche Fermentwirkungen festgestellt, die sich teils in Vermehrung (Proteolyse, Peptolyse, Glycolyse), teils in Verminderung (Lipolyse, Catalase) äussern. Besonderes Aufsehen hat die Feststellung von WARBURG erregt, dass die Krebszellen zu fast  $O_2$  — freiem Wachstum befähigt sind, einen Gärungsstoffwechsel besitzen, zehnmal mehr Zucker spalten als eine normale Epithelzelle. Die reichliche Milchsäurebildung ist als Mittel angesehen worden, das nachbarliche Bindegewebe leichter zu durchdringen. Man hat auf Grund dieser und einiger weiter noch zu erwähnenden, den Gesamtkörper betreffenden Befunde behauptet, das Krebsproblem sei früher irrtümlich für ein morphologisches gehalten worden, nun müsse es im Gegensatz dazu als ein Stoffwechselproblem hingestellt werden. Diese Gegenüberstellung ist ein Irrtum, denn die Krebsprobleme sind teils morphologischer, teils chemischer Art. Das Entscheidende unter all diesen pathogenetischen Problemen wird das morphologisch-biologische bleiben. Nur mikroskopisch kann die Entscheidung getroffen werden, ob wirklich und welcher Tumor vorliegt. Das ätiologische Problem bleibt daneben zunächst theoretisch gesondert bestehen, die Ätiologie muss den Schlüssel bieten zur Eingangspforte in die pathogenetischen Fragen und ihre gegenseitigen Beziehungen, wie sie es für so viele andere Krankheitsgebiete getan hat. Es muss jedenfalls als ein erreichtes Ziel geschätzt werden, dass unsere Kenntnisse über die Eigenschaften der Geschwulstzellen schon so umfangreich sind, denn sie werden uns auf die Wege hinführen müssen, wie sich die Umwandlung der Körperstelle in die Tumorzelle vollzieht.

*VI. Fortschritte in der Geschwulst-Ätiologie durch Beobachtungen am im- und explantierten Embryonalgewebe*

Da man bis zum Beginn unseres Jahrhunderts von äussern Einflüssen, die zu Geschwulstbildung führen könnten, nichts Bestimmtes wusste und die kleine Zahl von Beobachtungen, die zu denken gaben, höchstens anekdotenhaft in die Darstellung einzuflechten pflegte, lenkte sich die ganze Aufmerksamkeit auf innere Umstände, die die Geschwülste hervorrufen könnten. Einer grossen Beliebtheit erfreute sich die Hypothese COHNHEIMS, der die Geschwülste von unbenützten oder versprengten Keimen der fetalen Entwicklung herleitete. Diese Hypothese wurde nicht nur histogenetisch geschätzt, weil sie Geschwülste aus ortsfremden und embryonalen Geweben verstehen lehrte, sondern sie schien auch ätiologisch wegen der Wucherungsfähigkeit embryonaler Gewebe verführerisch. Dass die Tatsache des Vorkommens solcher Tumoren ausser Frage steht, wurde schon früher erwähnt, aber es hiess experimentell prüfen, ob der Charakter der embryonalen Zellen als solcher die Gewächse aus dieser Quelle hinreichend erklären kann. Man ist hier auf zwei Wegen vorgegangen, zuerst durch Verpflanzung von Embryonen und Embryonalteilen auf erwachsene Tiere, sodann durch den Vergleich der Kulturen der Embryonal- und Geschwulstzellen. Für diese Tierversuche haben sich nach meinen mich selbst überraschenden Befunden besonders die Ratten als geeignet gezeigt, während zu Kulturversuchen besonders Hühnerembryonen Verwendung finden. Die Verimpfung von Embryonalbrei hat nun in zahllosen varierten Versuchen das gleiche prinzipielle Ergebnis geliefert. In einem grossen Prozentsatz kommt es zur Bildung von knolligen Tumoren, die in der Bauchhöhle grösser sind als unter der Bauchhaut. Von der Gesamtheit der Organe und Gewebe des Embryo gehen manche regelmässig zugrunde, nämlich die, die sich auch sonst nicht transplantieren lassen. Dagegen bleibt gewöhnlich ein aus Knorpel, Knochen, Knochenmark, Haut und Teilen des Verdauungskanals in bunter Mischung zusammengesetztes Gebilde dauernd bestehen, das makroskopisch wechselnd aussehen kann. Aber all diese Teile reifen heran und wachsen nur so weit, als das auch in der Norm vorkommt, vornehmlich durch Anhäufung von Sekretionsprodukten. Das ist blastomähnlich, blastoid, aber keine echte progressive Neubildung. Nur in drei Fällen gelang es mir, im ersten Jahrzehnt

dieser Experimente, zweimal ein Karzinom und ein Sarkom, das sich verpflanzen liess, nach Jahresfrist auf dem Boden dieser Bildungen entstehen zu sehen, ein Zeichen, dass man auf diesem Wege weiterkommen müsste. In das gleiche Gebiet gehört von MEYENBURGS Beobachtung der Sarkombildung auf dem Boden eines in der Bauchhöhle eingeschlossenen Fetus beim Kaninchen. Aber die Versuche haben zugleich bewiesen, dass die Ausschaltung embryonaler Gewebe an sich nicht zur Entstehung maligner Geschwülste genügt. Die Erzeugnisse ähneln weit mehr den Missbildungen per exzessum, z. B. den sogenannten Dermoiden des Ovariums. Die Versuche mit Kulturen fetaler Hühnerorgane und -gewebe (THOMPSON, A. FISCHER u. a.) ergaben, dass verimpfte Organe sich als Ganzes weiterentwickeln, Organteile dagegen ein starkes Wachstum der Embryonalgewebe, besonders der Fibroblasten ergaben, die man in den Kulturen durch Jahre fortzüchtete. Allein es lässt sich trotz dieser unendlichen Kultur durch den negativen Tierversuch zeigen, dass dadurch noch keine Geschwulstzellen entstanden sind. Es hiess jetzt, da nach Ausweis der menschlichen Pathologie nicht daran zu zweifeln war, dass fetales Gewebe den Geschwulstkeim abgeben kann, weiterzuforschen, durch welche Umstände die Wachstumssteigerung zu erzielen war. Diese Einwirkung im Tierversuch konnte durch Umstimmung des Impfmaterials im Sinne chemischer Strukturveränderung oder des Versuchstiers angestrebt werden. Behandelt man den Fetalbrei mit gewissen, namentlich lipoidlöslichen Stoffen, so werden die Tumoren oft grösser, aber ohne das Blastom sicherzustellen. Auffallend war das Ergebnis, dass man die Tumoren bei den inokulierten Muttertieren grösser bis zur Blastomgrenze antraf. Das konnte nur daran liegen, dass die Konstitution des schwangeren und laktierenden Tieres der Entwicklung der Knoten förderlich war. Benutzen wir diese Beobachtungen als Anstoss zur Erörterung des ersten Faktors, der heute von allen Seiten als eine Vorbedingung für das Entstehen von Geschwülsten angesehen wird, nämlich das Verhalten des Gesamtkörpers, der konstitutionelle Einfluss.

*VII. Die Bedeutung des konstitutionellen Faktors für die Geschwulstentstehung wird genauer umschrieben*

Man unterscheidet bekanntlich die erbliche Konstitution und die erworbene. Die ängstliche Frage, ob die Krebse des

Menschen erblich sind, kann man auf Grund mancher Statistik mit beruhigender Skepsis beantworten. Geschwülste sind nie erblich, nur die Disposition zu ihnen kann erblich sein. Auch für Empfänglichkeit zu Impftumoren wurde die Erblichkeit in Abrede gestellt (MORPURGO und DONATI). Gewisse multiple Geschwulstformen anatomischer Systeme sind beim Menschen erblich, aber selten, und es ist beachtenswert, dass auch in den Familien, in denen man Krebse öfter feststellt, das Leiden sich gerne an ein Geschlecht, an das gleiche Organ hält, was mit der allgemeinen Tatsache zusammenfällt, dass in Familien ein Organ minderwertig entwickelt und gegebenenfalls eher zur Krebsbildung geneigt sein kann. Sehr beachtet sind die Beobachtungen von Miss MAUDE SLYE an 75,000 Mäusen, bei denen es ihr durch Kopulation zu Krebs disponierter Mäusestämme gelang, die Mortalität von Krebs auf 100 Prozent zu treiben. Die Erblichkeit folgt den MENDELSchen Regeln. Aber auch hier handelt es sich mehr um eine erbliche Organdisposition, denn meistens betraf das Karzinom die Mamma. Bei anderen Stämmen bestand erbliche Disposition zum Gesichtskrebs, wenn die Gesichtshaut eine Verletzung erlitten hatte. Für bösartige spontane Schilddrüsenkrebse stellte Miss SLYE rezessive Vererbung fest. Ferner hat die ganze experimentelle Geschwulstära die Geschwulstbereitschaft gewisser Tierarten, nämlich von Ratten und Mäusen, gelehrt, erstere sind mehr zum Sarkom, letztere mehr zum Karzinom geneigt. Neben dieser erblichen Speziesdisposition und Familien disposition besteht aber noch eine individuelle Resistenz, die eine erfreuliche Tatsache für belastete Familien, aber eine grosse Erschwerung der ursächlichen Geschwulstforschung bedeutet. Bei Prüfung auf die pathogene Bedeutung der Infektionskeime kann man bei disponierten Tieren 100 Prozent Erfolg erzielen. Bei Versuchen mit Geschwulstbildung muss man bescheidener sein. Wir haben hier noch die seit langem bekannte Altersdisposition zu erwähnen. Es ist von jeher als Regel angesehen worden, dass Krebse besonders in den höheren Lebensdezennien entstehen. Nun schien die Erfahrung, dass man im Experiment auch mühelos bei jungen Tieren Krebse hervorbringen kann, diese Regel umzustossen. Allein die Tierversuche beweisen doch nur, dass man die krebserzeugenden Faktoren kumulierend in solcher Form anwenden kann, dass sie der Altersdisposition spotten. Andererseits ergibt auch der Tierversuch, dass die sensible Periode für die Tierkrebse oft erst nach

Jahresfrist eintritt, was für Laboratoriumstiere schon ein Alter bedeutet. Die pathologische Anatomie hat die Neigung zu Tumorbildung im höhern Alter noch in einer andern Beobachtungsreihe dargetan. Seit man sich mit der Tatsache genauer beschäftigt, dass viele Menschen nicht nur einen, sondern manchmal ein halbes Dutzend und mehr verschiedenartige gut- und bösartige Geschwülste darbieten können, hat man wahrgenommen, dass diese Vielheit der Geschwülste sich mit dem Alter des Menschen vermehrt. Die wissenschaftliche Forschung hat nun aber in der Konstitutionsfrage noch in anderer Hinsicht aufklärend gewirkt. Sie hat für einzelne Fälle gezeigt, dass dem Serum etwas fehlt, um den Krebs zu entwickeln oder in andern Fällen zu verhindern. So zeigte CARREL, dass das Hühnersarkom bei Enten nicht angeht, weil im Entenserum Stoffe fehlen, die das Wachstum der Hühnersarkomzellen in Kulturen ermöglichen. FREUND und KAMINER fanden wieder, dass im Serum des Krebskranken Substanzen mangeln, die bei normalen Menschen das krebsbildende Epithel aufzulösen vermögen. Beachtenswert sind ferner die Untersuchungen von DE COULON und anderen, die die Bedeutung der H-Konzentration im Serum für die Tumorbildung dartun, in dem Azidose sie fördert. Stoffe, die pathologisches Wachstum (Teer) hervorrufen, setzen die Oberflächenspannung im Serum herab. So kennt man Anzeichen für das besondere Verhalten des Gesamtkörpers bei Geschwulstkranken. Dann hat man eine wichtigere prinzipielle Frage der Lösung nahegebracht. Es stellen sich immer einige Ärzte auf den Standpunkt, dass der Krebs eine primär-konstitutionelle Krankheit sei und die Geschwulst an irgendeiner Stelle nur der örtliche Ausdruck dieser Konstitution. Die Erfahrungen im Tierversuch und in der Gewebeskultur zeigen, dass man normale Tiere und normale Körperzellen krebsig machen kann, und das Tierexperiment lehrt, dass der Krebs dort entsteht, wo man die Schädlichkeit hinbringt. Nun ist aber betont worden, dass die durch gewisse Gifte, z. B. Teer, auch an Stellen der Haut oder an inneren Organen aufschiesse, die mit dem Gift nicht in Berührung traten, während der ganze Körper unter der Wirkung leidet. Gerade hier haben die jüngsten Arbeiten Klärung gebracht. Die auf die Haut und Schleimhaut applizierten Gifte werden in dem Körper aufgenommen, und was konstitutionelle Wirkung schien, ist als Äusserung hämatogen allgemein verschleppter oder in bestimmten disponierten Organen (Haut, Magen, Lungen) ausgeschie-

dener Giftteile erkannt worden. Wie wir bemerken, spielt selbst unter den Einflüssen des ersten zur Tumorbildung führenden Faktors, nämlich des konstitutionellen, die örtliche Disposition erblicher Anlage eine gewisse Rolle. Aber eine Auswirkung der körperlichen Veranlagung zu Neoplasmen ist überhaupt ohne örtliche Bereitschaft nicht möglich.

### *VIII. Fortschritte in der Erkenntnis von dem Wesen der örtlichen Disposition zur Tumorbildung*

Hier musste anatomische Untersuchung und Experiment einsetzen, um die Natur dieses krebsfähigen Terrains zu erkennen. Das Vorhandensein eines embryonalen Gewebsmaterials als Geschwulstkeim ist für einige Fälle sichergestellt, aber in manchen anderen ist schon nach der Entwicklung des Leidens ein solcher Ursprung höchst unwahrscheinlich. Man sah die Geschwulstbildung auf dem Boden erworbener Leiden erwachsen, mit oder ohne Brückensymptome in Jahren oder Jahrzehnten in das Tumorleiden übergehen. Für diese vorausgehenden Krankheitszustände ist der Ausdruck präcancerös geprägt und vielfach in Gebrauch. Aber leider ist er in verschiedenem Sinne angewendet worden. Zuerst verstand man darunter verschiedenartige chronische Krankheiten, meistens entzündliche und geschwürige Prozesse von längerer Dauer, die durch spezifische und nichtspezifische Infektionserreger hervorgerufen werden und sich nur ausnahmsweise mit Krebs vergesellschafteten oder im Narbenstadium in Krebs endigten. Dann wurde die Bezeichnung präcancerös für die nicht selten in solchen Krankheitsherden nachweisbaren etwas unregelmässigen Epithelwucherungen, die als Geschwulstkeime in Betracht kommen können, gebraucht und späterhin für solche Epithelwucherungen, die schon krebsverdächtig erschienen, ohne sicheres Karzinom zu bedeuten. Dann wurde der Begriff präcancerös auf weitere pathologische Vorgänge ausgedehnt, so für knotige Hypertrophien in Organen, für Metaplasien, ferner für gewisse Epithelwucherungen, die in kein Schulkapitel der progressiven Gewebsbildung recht hineinpassen, wie für die häufigen kleinen Zystenbildungen in der Mamma. Man konnte folgerichtig auch sagen, dass viele gutartige epitheliale Neubildungen präcancerös sein können. Man mass den präcancerösen Stadien und Krankheiten aber nicht nur Bedeutung bei als Quelle des Tumormaterials, sondern auch im ätiologischen Sinne,

indem man meinte, dass die Chronizität dieser Leiden als solche das Karzinom erzeuge. Man sprach davon, dass es infektiöse präcanceröse Leiden gibt und liess dabei durchblicken, dass die Infektionserreger in letzter Linie Krebserzeuger würden, was bedenklich ist. Wenn infolge der Grippe, wie wir in der Schweiz zeigen konnten, das Flimmerepithel der Luftwege sich oft als Schutzmassregel gegen die eindringenden Bakterienmengen in derbes Pflasterepithel umwandelt und dieses pathologische Epithel unter besondern Umständen eines Tages den Gewebskeim für Krebs der Bronchien abgibt, so wird der Grippeerreger dadurch noch kein karzinogenes Agens. Er ist ebensowenig der Anlass zu diesem tragischen Ereignis wie eine Person, die einen Nagel in die Wand schlägt, schuldig wird, wenn sich später jemand an diesem Nagel aufhängt. Aus der Gesamtheit dieser örtlichen pathologischen Zustände, die man mit Recht höchstens gegebenenfalls präcancerös nennen darf, haben sich nun doch Gedanken und Vermutungen ergeben, die für die Pathogenese und auch Ätiologie in den letzten Jahren zu dem Ziele wichtiger Ergebnisse geführt haben. Allen diesen Zuständen ist gemeinsam, dass sie das ortsbeständige Epithel verändern und zwar im Sinne der progressiven Entwicklung. Sie schaffen ein neues Epithel, das vegetativ aktiv und damit Wachstumseregungen zugänglich wird. So ist der Gedankenkontakt mit der embryonalen Tumorgenese und die funktionelle Verbindung mit dem embryonalen Gewebe hergestellt, dessen wesentliche Funktion ja lange Zeit im Wachstum besteht. Es ist aber nicht richtig, wenn zu den pathologischen Prozessen, die zu einem solchen krebsfähigen Epithel führen, nur Regenerationen gezählt werden. Gewiss sind Regenerationsbestrebungen häufig wahrzunehmen, aber wir müssen, um nicht einseitig zu verfahren, ebenso entzündliche Proliferationen oder Proliferationsreste anderer Natur, hypertrophische und hyperplastische, z. B. polypoide Bildungen, Metaplasien, verpflanzte Gewebe miteinbeziehen, wenn wir krebsfähige Keimbezirke des extrauterinen Lebens zusammenfassen. Man ist nun aber in der Überschätzung der Regenerationsvorgänge bei diesen Vorkrebskrankheiten noch weitergegangen und hat den Krebs selbst als entgleiste Regeneration gedeutet. Das ist die Regenerationstheorie der Geschwulstentstehung zunächst in histogenetischer Hinsicht. Als Bild ist diese Fassung in manchen Fällen zulässig, aber Regeneration bedeutet Wucherung zur Wiedererzeu-

gung von Gewebsverlust und wenn diese Funktion nicht nur nicht erreicht, sondern durch die geschwulstige Wucherung verhindert wird, so handelt es sich eben nicht mehr um Regeneration, sondern um ein anderes Kapitel der Gewebswucherungen. Die ätiologische Frage tauchte auf, und weil in vielen Fällen eine von fast allen als Reizwirkung gedeutete Entzündung vorausgeht, wurde schon von VIRCHOW die Reiztheorie der Geschwülste aufgestellt. Dabei muss aber bedacht werden, dass VIRCHOW noch Tuberkulose, Syphilis und verwandte Infektionskrankheiten mit den Geschwülsten behandelte. Hier hat nun die experimentelle und zum Teil auch die Gewebeskulturforschung mit Erfolg eingegriffen. Wir kommen damit zu dem dritten Faktor der Geschwulstentstehung, der beim disponierten Individuum den örtlich vorbereiteten, erregungsbereiten Gewebskeim zur Geschwulstbildung veranlasst. Erst hier setzt die eigentliche ätiologische Forschung in dem komplexen Vorgang der Tumorbildung ein.

*IX. Das Ziel der beliebigen Erzeugung experimenteller Geschwülste durch äussere Reizmittel ist erreicht*

Richtunggebend musste wie immer die Erfahrung der menschlichen Pathologie sein. Aber was die Beobachtung am Kranken als möglich oder wahrscheinlich hinstellte, weil die Zahl der positiven Fälle immerhin klein erscheint, wurde durch die Forschung erreichtes Ziel. Es gibt äussere Reize, die zu malignen Geschwülsten führen. Dieses Mal handelt es sich nicht um überimpfte Geschwülste von Tier zu Tier, die man mit den menschlichen Primärgeschwülsten nicht gleichstellen konnte, sondern das Problem der Erzeugung primärer Geschwülste beim Tier durch planvolle Eingriffe war zum erstenmal methodisch geglückt. Es ist interessant, dass es zuerst als Wirkung des tierischen Parasitismus gelang. 1900 konnten wir in Ostpreussen primäre Leber- und Gallengangskrebse mit grosser Wahrscheinlichkeit auf die in ihnen schmarotzenden Trematoden (*Opisthorchis felineus*) zurückführen und etwas später wurden die Krebse der Harnblasenschleimhaut durch in ihr abgelagerte Trematoden-Eier (*Bilharzia*-Eier) in Ägypten allgemeiner bekannt. Wir selbst haben davon drei Fälle bei jüngeren Leuten (20—38 J.) untersucht. Dazu kamen später die Darmkrebse durch die in Japan heimischen Trematoden, deren Eier in die Darmwand abgelegt werden. Es bestand also räumliche Be-

ziehung zwischen Parasitismus und Krebsentwicklung. Ehe unsere eigenen Tierversuche wegen Mangels an Fischmaterial, indem die Larven eingekapselt liegen, Ergebnisse brachten, erzeugte FIBIGER Krebs durch einen Rundwurm im Magen der Ratte mit 50 Prozent positiven Erfolgen. Die Annahme des zooparasitären Krebs war als richtig erwiesen, was heute allgemein anerkannt ist, obwohl die Wiederholung dieser Versuche schwierig ist, teils weil die Parasiten nicht überall vorhanden sind, teils weil in anderen Fällen die Erfolge ausblieben. Als weitere Stütze der Existenz eines zooparasitären Neoplasmas kam dann die ältere Beobachtung BORELS zu der bestätigenden Feststellung der Amerikaner, dass man mit einer Taenien-Finne bei der Ratte ein Sarkom erzeugen kann und zwar mit etwa 24 Prozent Erfolg, so dass kein Zweifel übrigblieb. Der Versuch gelang in Kopenhagen und Berlin (BEOTTI) nicht und auch in Genf sahen wir weder die Cysticerken-Sarkome spontan noch in einer kleineren Serie nach Verfütterung der Eier auftreten. Das beweist, dass tumorerzeugende Parasiten nicht in allen Vertretern derselben Parasitenart zu erblicken sind. Allein die positiven Befunde bleiben sichere Dokumente. Man kennt keinen Mikroparasiten des Menschen oder der Tiere, der eine so auffallende karzinogene Wirkung entfaltet. Und nun präzisiert sich der zooparasitäre Wirkungsreiz gegenüber den bakteriologischen. Diese tierischen Parasiten rufen geringe Entzündungen hervor, fast möchte man sagen planmässig, wie es ihr ganzer oft raffinierter Invasionsmodus ist, denn sonst könnten sie nicht ruhig umherziehen, um ihre Eier im Gewebe abzulegen und den Geweben Nahrung zu entnehmen. Die Irritation kann bei der Eiablage des Schistosomen etwas stärker sein, was die Beförderung der Eier zur weiteren Entwicklung in die Aussenwelt mit den katarrhalischen Exkreten begünstigt. Aber ich war neulich erstaunt, in einer mit Bilharzia-Eiern durchsetzten Harnblase trotz der Untersuchung zahlreicher Wandstellen jede Spur von Entzündung zu vermissen. Wir sehen in dieser mangelhaften entzündlichen Reaktion zunächst eine wichtige Analogie mit der bekannten Tatsache, dass Krebsentwicklungen meistens ohne erhebliche Entzündungserscheinungen einhergehen, was für den Kranken oft ein Unglück bedeutet, da die Alarmsymptome fehlen. FIBIGER hat auch für den Wurmkrebs des Rattenmagen betont, dass kein Parallelismus zwischen Entzündungsstärke und Krebsbildung vorhanden ist. Und wenn wir auch

in der menschlichen Pathologie andere Krebse erleben, in denen die vor dem Tumor bestehende Entzündung weiter fortschreitet wie bei Lupuskarzinom, so können wir häufiger sehen, dass die vorausgehende Entzündung abgelaufen, der Prozess lange vernarbt ist, ehe der Tumor in die Erscheinung tritt. Der Reiz, der den Tumor entstehen lässt, ist quantitativ schwächer, aber länger wirksam. Er ist aber auch im gewissen Sinne qualitativ bestimmt, ein Selektionsreiz, denn nach unserer bisherigen Kenntnis sind es nur gewisse Parasitenklassen, z. B. bei Menschen die Trematoden, die in Betracht kommen. Wir können aus diesen Erfahrungen noch entnehmen, dass die Parasiten normales Gewebe in den aktiv-vegetativen Zustand versetzen, so dass die Karzinom- oder Sarkombildung ermöglicht wird. Die weitere Frage erhebt sich nun, ob damit das Dauerwachstum der Krebszellen verständlich gemacht ist. Ich habe schon beim Distomenkrebs des Menschen den Parasiten nur eine mittelbare Rolle zugeschrieben, weil man in den Metastasen stets parasitäre Elemente vermisst, was sich in den experimentellen zooparasitären Krebsen bestätigt hat. Hier könnte man im Gegensatz zu den infektiösen Metastasen noch an toxische Nachwirkung denken, da die parasitäre Einwirkung zum guten Teil an den Stoffwechsel der Würmer gebunden sein dürfte. Diese Erklärung der exogenen Reizwirkung wird aber immer schwieriger, wenn FIBIGER seinen Rundwurm-Krebs in vier Generationen auf Mäusen fortzüchten konnte, ohne dass Parasiten zugegen waren. So eröffnet sich schon hier die Notwendigkeit, die Reizwirkung in die äussere und in die dauernd fortwirkende innere, endogene, den vierten Faktor darstellende zu trennen. Während bei dem parasitären Krebs die toxische Beeinflussung erst Hypothese ist, wurde das Karzinom durch Giftwirkung unumstössliche Tatsache, seitdem die Japaner 1915 den experimentellen Teerkrebs entdeckten. Auch hier gab den Anstoss die Serie klinisch-pathologischer, zunächst ziemlich verstreuter Beobachtungen, dass Produkte des Steinkohlenteers durch direkte Einwirkung auf den menschlichen Körper manchmal Karzinome zu verursachen schienen. Man kannte den Schornsteinfegerkrebs am Skrotum, den Paraffinkrebs an den Extremitäten, den Blasenkrebs der Arbeiter (bei 2 bis 5 % der Arbeiter in Anilinfabriken), einzelne Fälle von Pech- und Teerkrebs. Der Ausdauer der Japaner (YAMAGIWA und ISCHIKAWA) ist das forcierte Experiment gelungen, durch monatelange

Bepinselung der Haut des Kaninchenohrs Karzinom der Haut zu erzielen, ebenso durch Teereinspritzung in die Mamma Krebs der Milchgänge. Diese Resultate sind in zahllosen veröffentlichten und unveröffentlichten Versuchen bestätigt und haben besonders im Verein mit dem Studium über den Teerkrebs der Mäuse ein grosses Beobachtungsmaterial geliefert. Dass in dem Teerkrebs wieder eine besondere Stoffwirkung, ein Selektionsreiz vorliegt, kann nicht geleugnet werden, und wenn es sich auch um ein in sich ungleiches buntes Stoffgemisch handelt, so gelang es doch BLOCH, zu zeigen, dass die bei hohen Temperaturen (bei 275—284°) siedenden Bestandteile die kanzerogenen Komponente enthalten. Auch dieses Mal ist die Wirkung nicht unfehlbar, denn es hängt vom Teer und vom Tierstamm ab, ob überhaupt eine Epithelwucherung oder ein Papillom oder nur ein sich zurückbildendes Karzinoid (BORST) oder Krebs mit Metastasen zustande kommt. Auch wir haben am Kaninchenohr Teerkrebs mit Lymphdrüsen-Metastasen erhalten. Bei Tierarten, deren Oberhaut für Teerreize nicht empfänglich ist wie bei Ratten, entwickelt sich anscheinend durch Einatmung ein Bronchialkrebs, wobei zu bemerken ist, dass die Ratten zu Bronchialleiden, wie Bronchektasien, neigen, also ein erregbares Bronchialepithel besitzen. VON MEYENBURG und BLUMENTHAL beobachteten als Seitenstück Lungenkrebs bei Coiffeuren, die Teerseife herstellten. Man sieht auch sonst Fälle von Bronchialkrebs, in denen lange Zeit Einatmung von Teerderivaten stattfand. Erwähnt wurde schon früher, dass man durch kutane und subkutane Teerzufuhr Krebsbildung erzeugen kann an Stellen, die dazu physiologisch oder pathologisch prädisponiert sind. So entsteht nach wiederholter Teereinführung in den Mastdarm Magenkrebs, nach Fütterung der Mäuse mit Teer oder nach parenteraler Zufuhr begegnet man Epithelwucherungen bis zu Karzinomen in der Haut, im Magen, in den Harnwegen oder in den Lungen, also an bekannten Stätten der Ausscheidung von hämatogen verbreiteten Teerderivaten. Dabei blieben die Eintrittspforten des Teers in diesen Versuchen verschont. Interessant ist, dass man die Krebsorte wählen kann, indem man den Tieren eine Läsion beibringt. So sah man nach intravenöser Einspritzung Krebs an der Ohrmarke der Tiere oder an Skarifikationsstellen oder an Stellen, wo man Brandwunden gesetzt hatte. (DELMANN und VAN ERP, FISCHER-WASELS und BUENGELER.) Man war geneigt, hier anzunehmen,

dass der Teer nur die Konstitutionsschwäche bedingt, auf deren Basis schon ein wiederholter Regenerationsakt als der ausschlaggebende karzinogene Faktor genügt. Aber es ist viel einleuchtender, den Vorgang so zu deuten, dass die im Blute kreisenden Teerderivate das durch Entzündung oder Trauma vegetativ aktivierte Epithel zur Karzinombildung veranlassten. In diesem Falle würde die hämatogene Teerwirkung dem „endogenen“ Momente entsprechen, an das man nicht immer denkt. Auch der industrielle Teerkrebs entwickelt sich gerne bei Arbeiten mit Neigung zu Hauterkrankungen, wie Ekzema. Man vermag nun Teerkrebse auf Mäuse zu verpflanzen, und zu berücksichtigen ist auch die Angabe CARRELS, dass sich ein Teersarkom beim Huhn (aus Fetalgewebe) weiter übertragen liess. So endigen wir auch hier mit der Annahme eines vierten, dem Tumorgewebe mitgegebenen, endogenen Faktors. — Die Schattenseite dieser so bedeutungsvollen Teerversuche bleibt die chemische Unbestimmtheit und ungenügende Dosierbarkeit des Krebs erzeugenden Giftes. Beide Schwierigkeiten werden vermieden, wenn wir uns den allerdings nicht so prompt eintretenden Arsen tumoren zuwenden. Die klinischen Beobachtungen, denen diese Untersuchungsreihen ihren Ursprung verdanken, sind die seit HUTCHINSON festgestellten Fälle von Hautkrebs nach As-Behandlung bei Hautkranken; ferner der SCHNEEBERGER Lungenkrebs, der bis heute bei Arbeitern in Bergwerken beobachtet wird, wo neben Wismut und Kobalt Arsen gewonnen wird. Bei unsern As-Versuchen an der Ratte verwandten wir das in seiner Wachstums-tendenz unbestrittene Embryonalgewebe der gleichen Tierart. Entscheidend war die Höhe der Dosis. Man musste sich an die Erfahrung halten, dass As in kleinen Dosen die Blutbildung fördert, in grossen sie vernichtet. Wie stark die Verdünnung gehen muss, zeigen Versuche mit Paramaecien, die in Lösungen von 1 : 40 Millionen eine stärkere Vermehrung zeigen. Die Ergebnisse der As-Zufuhr waren in unseren Versuchen schon auffallend, wenn man ganz schwache As-Lösungen in oder neben das verpflanzte Fetalgewebe monatelang einspritzte. Die teratoiden Knollen wurden grösser, in ihrem Gewebsmaterial reicher und unter vier zeigte einer beginnende Plattenepithelkrebsbildung. Auch in anderen gleichartigen Versuchen trat die Wachstum fördernde Eigenschaft des As zutage. Nach einem anderen Verfahren impfte ich nun ein fetales Magendarmpaket in die Magenwand erwachsener Ratten

und fütterte die Ratten monatelang mit schwachen As-Dosen. Während zahlreiche Kontrollen ohne orale As-Zufuhr erkennen liessen, dass das fetale Implantat sich in wenigen Monaten resorbiert, blieben bei den mit As gefütterten Ratten die Knoten oft bestehen und wuchsen bis zu Adenocystombildungen oder zu Sarkomen am Orte der Gewebsinokulation. Dass aber das Arsen auch auf nicht fetales Gewebe so wirken kann, ergab sich in Versuchen, die ich mit Mlle. GIROD ausführte. So entstanden Sarkome um einen Zystizerkus in der Bauchhöhle und an nicht inokulierten Stellen, z. B. im Knochen. Das As wirkt ja nicht nur örtlich, sondern auf den ganzen Körper, in dem es sich speichern kann. In diesem Sinne sprechen auch Versuche, die B. FISCHER-WASELS im Anschluss an unsere Experimente veröffentlichte. Behandelte er Mäuse allein mit Einspritzungen von Scharlachgranugenol in die Mamma, so entstand keine Geschwulst; injizierte er lediglich verdünnte As-Lösungen unter die Haut, so kam es auch zu keinem Tumor. Verband er aber beide Verfahren, so erhielt er bei 4 von 18 nach 17 Monaten noch lebenden Mäusen ein Adenokarzinom der Mamma. Tumoren waren bei anderen As-gespritzten Mäusen auch dann in eineinhalb Jahren nicht aufgetreten, wenn die Haut durch Schnitt- oder Brandwunden aktiviert war, also abweichend von der allgemeinen Teertoxikose. LEISH hat einmal unter 100 Mäusen einen Hautkrebs durch Arsenpinselungen erzeugt. (Mit As-Lösungen zu 1,2 ‰.) Man hat aber auch As auf Gewebskulturen einwirken lassen, und zwar auf Embryonalzellen der Hühner (CARREL) und auf sog. Makrophagen der Milz (A. FISCHER) und beobachtete in beiden Fällen Entwicklung von Sarkomzellen, die bei Hühnern Sarkome lieferten. Auch bei Hühnern hat CARREL durch Zusatz schwächster As-Lösungen zum Fetalbrei Sarkom erzeugt, was WHITE bestätigte. Mehrere Autoren, die den Versuch wiederholen wollten, konnten keine sarkomatöse Umwandlung der Embryonalzellen finden, so dass CARREL besonders geeignetes Material zur Hand gehabt haben muss. Neuerdings gelang es aber (HAAGEN) durch Aufschwemmung von Hühnermonozytenkulturen in 1 : 100.000  $As_2O_3$  nach Einspritzung in den Brustmuskel von Hühnern viermal unter sechs Versuchen Sarkome zu erzeugen. Wir haben unser durch As- und Zystizerkenwirkung gewachsenes Bauchhöhlensarkom in dreissig Generationen fortgepflanzt; heute wächst es ohne experimentelle As-Zufuhr mit 100 ‰ Impferfolg. CARREL erblickt in Arsen

noch nicht das eigentliche Agens der Sarkombildungen, denn die Filtrate seines Arsensarkoms liessen sich auch in Generationen ohne Sarkomzufuhr beim Huhn fortzüchten. Die Überlegenheit unserer Versuche liegt darin, dass sie beim Säugetier gelangen, zumal dem Hühnersarkom von den meisten Seiten eine Sonderstellung unter den Geschwülsten eingeräumt wird. Sehr wesentlich ist aber, dass auch CARREL die Geschwulst bildende Wirkung nur bei Anwendung ganz schwacher As-Lösungen erzielte, genau wie wir es vor CARREL aus theoretischen Erwägungen bei Ratten versuchten und zum gleichen Resultat gelangten, ohne sein Ergebnis zu wissen. Schliesslich müsste man auch hier das Einspringen eines endogenen dauernden Reizfaktors annehmen, wenn As in den Geschwülsten nicht mehr nachweisbar ist. Man muss aber im Auge behalten, dass geringe As-Mengen auch aus der Nahrung stammen können, die von dem Tumor mit Beschlag belegt werden könnten.

So ist für chemische Einflüsse zooparasitären Ursprungs, für Teerprodukte und Arsen nachgewiesen, dass sie eine sichere Rolle in der Entstehung gewisser Krebse und Sarkome spielen. Ich möchte hier hinzufügen, dass uns bisher Versuche mit Metalloiden, die dem Arsen nahestehen, auch mit Wismut keine Geschwulstbildungen ergaben. Die in relativ wenig Jahren errungenen Erfolge haben bei vielen zur irrtümlichen Ansicht geführt, dass man die Art der Substanzen für nebensächlich, weil zu zahlreich, halten darf. Nur bestimmte Stoffe in gewisser schwacher Reizdosis sind aber bisher als karzinogen erkannt, freilich solche, die nicht gerade selten in der Natur und Industrie anzutreffen sind. Auf ihre weitere Beziehung zur Erzeugung der Krebszellen kommen wir alsbald zurück. Die Versuchung lag nun nahe, auch für die in der menschlichen Pathologie in Einzelfällen beobachteten Tumoren nach Einwirkung physikalischer bzw. physikalisch-chemischer Agenzien experimentelle Beweise anzustreben. Hier seien zunächst die Strahlenkrebse erwähnt, von denen man früher nur die Seemannskrebse und die Geschwülste auf dem Boden des Xeroderma pigmentosum kannte, die man den Sonnenstrahlen zur Last legte, letzteres bei erblicher Disposition der Haut. Die Stunde hat wohl geschlagen, wo man auch an derartige Experimente herantreten kann, seitdem man die Strahlen im Ultraviolett kennt, die GURWITSCH als mitogenetische, d. h. als Mitosen erzeugende bezeichnete. Für die karzinogene Leistung der Röntgen- und Radium-

strahlen haben wir tragische Beweise in den Opfern des Radiologenberufes. Mit Radiumemanationen schwächster Dosis habe ich in zwei Fällen eine erhebliche Wachstumssteigerung des implantierten Embryonalgewebes erzielt. Auch hier wird man weiterkommen, wenn man die Emanationsquelle erneuert, denn die Emanation in den eingeführten Röhrchen vermindert sich schnell und ist in einem Monat gleich 0. DAELS sah unter zwanzig Ratten, denen er Radiumsalze unter die Haut brachte, zweimal Sarkombildung eintreten. Weiter haben die Experimente mit Röntgenstrahlen geführt. Bei der Ratte haben CLUNET und nach ihm andere transplantable Sarkome erzeugt, während BLOCH in zwei ausdauernden vierjährigen Versuchen am Kaninchenohr Karzinom hervorbrachte, der erst neun und zehn Monate nach dem Ende der Bestrahlung begann. Bei Mäusen erzeugte JONKKOFF durch Röntgenstrahlen in vier Fällen eine maligne Geschwulstbildung, meist Carcinoma sarkomatodes. Es war auch hier wieder zu erkennen, dass der Reiz nicht zu stark und nicht in zu häufigen Perioden einwirken darf, in analoger Weise, wie wir das für die parasitären und toxischen Tumorreize feststellten. Andererseits kommt auch hier wieder die geheimnisvolle Latenzzeit zwischen der Einwirkungsdauer des exogenen Reizes und dem Ausbruch des Karzinoms zur Geltung. Auch hier schliesst sich an den exogenen Reiz eine innere Auswirkung an, die die Karzinomzellen ins Leben ruft mit ihrem Dauerreizzustand. Da man nun ferner aus der menschlichen Pathologie entnommen hat, dass unter den physikalischen Einflüssen auch mechanisch-traumatische Momente in Anschlag zu bringen sind, sind auch Experimente in diesem Sinne unternommen. Man hat durch Einführung von Kiesel- oder Gallensteinen Krebsbildung in der Gallenblase und anderen Organen bei verschiedenen Laboratoriumstieren erzeugt. Öfter hat man wiederholte Traumen als Mittel benutzt, um die Lokalisation der Geschwulst bei allgemeiner Disposition zu bestimmen. Diese Versuche können nur etwas Licht auf die traumatischen Krebse werfen, denn beim Menschen genügen entsprechende Traumen allein in der Regel nicht, Geschwulstbildung herbeizuführen.

Fassen wir kurz das Vorausgehende zusammen, was in den drei letzten Jahrzehnten für das Verständnis der Geschwulstetiologie erreicht ist. An erster Stelle ist der Wert des konstitutionellen Momentes besser umschrieben. Erbllichkeit besteht nur im be-

schränkten Masse. Die erworbene Konstitution ist zum Teil chronische Vergiftung. Die Tierversuche werfen den Satz nicht um, dass die Krebsbereitschaft mit dem Alter steigt. Das Karzinom ist keine primär konstitutionelle, sondern eine primäre Lokalerkrankung. Entscheidender als der erste Faktor der Allgemeindisposition ist der zweite der örtlichen Disposition. Ihr Wesen liegt in der Anwesenheit eines Geschwulstkeimgewebes, das fetal oder extrauterin geschaffen ist. Aber die genauen Erfahrungen haben gelehrt, dass die als dritter Faktor zu würdigenden äusseren Tumorreize sich selbst den Boden bereiten können. Alles, was im geschwulstfähigen Terrain vor sich ging, bedeutet Bereitstellung eines unter Umständen geschwulstfähigen Gewebes. Vertreter aller Kapitel pathologischer Wucherungen können dieses aktivierte Gewebematerial liefern, nicht nur die Regeneration, wenn Regenerate unter den ursprünglichen Sprossungen auch häufig im Spiele sind. Aber wie selten erzeugen die oft wiederkehrenden Regenerationsprozesse, z. B. der Hautdecken, Karzinome! Schon danach ist die Formel, dass die Krebszelle ausser der fetalen Ursprungs eine entgleiste Regenerationszelle ist, unbefriedigend. Überforderungen an die Regeneration führen eher zur Erschöpfung der Neubildung als zu Karzinom. Zu seiner Entstehung gehören besondere Impulse. Die Übersicht über die heute erwiesenen äusseren Reizfaktoren beweist, dass diese keine Einheit darstellen. Es gibt keinen spezifischen Krebsreiz, aber es gibt unter allen Möglichkeiten doch Selektionsreize. Und ein indifferenten Reiz wie ein dauerndes Trauma, wirkt oft wohl nur, weil noch ein anderer, nicht erkannter Faktor dahinter steckt. Die Gesamtheit der bisher erkannten primären, exogenen Reize lässt als gemeinsame Züge erkennen: Lange Einwirkungszeit, die Reizdosis ist von ganz geringer oder mässiger Konzentration, bisweilen so schwach, dass man sie früher als unwesentlich vernachlässigt hätte, weil man den Entzündungsreiz gewissermassen als Gradmesser für Reizwirkung ansah und vielleicht eher geneigt war, den Geschwulstreiz für potenziertes zu halten. Mit dieser kanzerogenen Reizstärke steht in Einklang, dass schon der exogene Reiz oft unter der Schwelle der Entzündungswirkung bleibt, eine Proportionalität zur Intensität der entzündlichen Gewebsreaktion keinesfalls besteht, im Gegenteil die durch starke kanzerogene Reize erzeugten Geschwüre die Krebsbildung erschweren. Ferner ergibt sich, dass der exogene Reiz innerlich

gespeichert hämatogen wirken kann. Nun hat sich ferner als erreichtes Ziel feststellen lassen, dass diese exogenen Tumorreize für die Ätiologie der meisten Krebsfälle nicht ausreichen. Nicht nur, weil solche in vielen Fällen bisher nicht nachgewiesen sind, sondern weil die Krebse sich auch bei Abwesenheit der Primärreize weiterentwickeln; endlich weil zwischen der Wirkung des Primärreizes und der Geschwulstbildung eine lange Latenzzeit bestehen kann.

*X. Am Scheidewege: Für oder gegen endogene Krebsreize*

Hier stehen wir nun am Scheidewege zweier Strömungen in der heutigen Geschwulstforschung, Strömungen, die beide mit Hypothesen arbeiten. Für die einen besteht überhaupt zwischen den Selektionsreizen und den banalen exogenen Krankheitsfaktoren, die ehemalige entzündliche und besonders regenerative Prozesse auf dem späteren Krebsterain auslösten, kein Unterschied. Auch diese karzinogenen Reize seien nur Erzeuger präkanzeröser Zustände. Durch chronische Tuberkulose, Lues, wie tierische Parasiten und Teer entstände eine dauernde Regeneration oder Proliferation überhaupt, die zu einer bisher unerklärlichen, aber einfachen Wachstumsgesetzen folgenden primären Abartung der Zellstämme und zu der Geschwulstzelle mit ihren besonderen Eigenschaften führe. Diese neuen Zellen seien nach den einen gar nicht pathologisch, nach den anderen doch pathologisch durch Zellmutation entstanden. Dabei wird anerkannt, dass die Zelle natürlich eine menschliche Zelle bleibt, aber sie habe eine grundsätzliche Veränderung zu Ungunsten der Gewebsspezifität erfahren. Auch in dieser Phase ist die Geschwulstzelle aber dem Gesetze der Spezifität der Gewebe unterworfen. Diese interessante Mutationshypothese ist eine pathogenetische, keine ätiologische. Sie steht also der Reiztheorie nicht gegenüber. Sie verzichtet zunächst auf die Erklärung, warum unter längere Zeit wuchernden Zellen unter Umständen wenige zu Tumorzellen mit ihren besonderen Eigenschaften werden und diese sich nun erblich fortpflanzen mit unbegrenztem Leben des neuen Zelltypus. Die Analogie mit der Mutation von Keimzellen bei Erzeugung neuer Rassen ist nicht fernliegend. Die Mutation ist auch früher schon zur Erklärung des Auftretens pathologischer erblicher Eigenschaften herangezogen. Man nimmt da eine quantitative und qualitative Abänderung des Gen- und Chromosombestandes der Eizellen an. Man hat nun ex-

perimentell durch Röntgenstrahlen Mutationen bei niederen Lebewesen erzeugt, die allerdings meist zum Untergang führten. Weiterhin hat man den Mutationsbegriff auf die Körperzellen ausgedehnt, und so haben schon mehrere Autoren die Krebszelle als Folge der Mutation somatischer Zellen aufgefasst, als Folge veränderter Gene in den Chromosomen oder ganzer Chromosomen. Diese Mutation sei aber eine ganz besondere; denn nicht jede Mutation an Körperzellen führe zu Geschwülsten. Die Reichlichkeit der Mitosen, wie die pathologischen Formen der Mitosen, begünstigt die Möglichkeit der Mutation. Nach BAUER sollen manchmal exogene, manchmal endogene Faktoren dafür den Ausschlag geben, dass die Geschwulstmutation eintritt. Auch er spricht von einer Entgleisung, aber nicht der Regeneration, sondern der Zellteilung.

Wir sagten schon, dass wir den exogenen Tumorreizen gegenüber den banalen chronischen Entzündungsreizen doch eine Selektionsstellung zumessen. Anhänger der sogenannten Regenerationstheorie halten die Reiztheorie für zu nichtssagend, weil der Reizbegriff für allerlei gebraucht werden könne. Demgegenüber ist zu bemerken, dass die Reiztheorie nach der Entwicklung der Geschwulstforschung des letzten Jahrzehntes doch einen bestimmten Inhalt bekommen hat, indem sie sich mehr ätiologisch einstellt. Sie besagt: Es ist bewiesen, dass es Reize gibt, die leicht Krebs erzeugen, die wir den dritten Faktor nannten. Lohnt es sich, weiter der Frage nachzugehen, ob nun dieser primäre Reiz von einem neuen, substantiell fassbaren Dauerreiz (vierter Faktor) gefolgt wird, der in der Tumorzelle aktiv ist und das Werden oder die unheimliche Dauerhaftigkeit des Geschwulstzellstammes erklärt? Gibt es solche Stoffe und woher stammen sie? Wenn man davon absieht, dass in manchen Fällen der primär exogene Reiz im Organismus kanzerogen fortwirken kann, muss man für den Dauerreiz einen endogenen Ursprung annehmen. Natürlich nehmen diejenigen eine Ausnahmestellung ein, die in dem Dauerreiz einen Parasiten, ein belebtes Virus erblicken. Da die Diskussion über diese Frage sogar durch die Zeitungen gegangen ist, kann ich mich kurz fassen. Grobe tierische Parasiten können einen Krebsreiz darstellen; es ist aber nicht der gesuchte eigentliche Krebsreiz, unser Dauerfaktor 4. Dass Hyperparasitismus vorliegt, d. h. dass in den Würmern noch Mikroparasiten stecken, wie BORREL, SAMBON u. a. wollen, ist bisher unbewiesen. Theoretisch ist die Existenz eines lebenden Virus für

Karzinome nicht undenkbar, das dann intrazellulär wie gewisse Sporozoen leben müsste, an eine Zellart adaptiert. Das Fehlen der Kontagiosität spricht nicht absolut gegen ein infektiöses Agens. Alle Versuche, ein Virus zu finden, sind aber fruchtlos geblieben. Dann entdeckte ROUS im Hühnersarkom eine Geschwulst, die sich durch Ultrafiltrate beim Huhn wiedererzeugen liess. Aber fast alle haben sich darüber geeinigt, dass das filtrierbare Agens nicht einem Virus entspricht. Wir stehen freilich hier vor der unsicheren Grenze zwischen Enzym und filtrierbarem Virus. Seit man aber aus Hühnerembryonalzellen in Kulturen durch Zusatz von chemischen Stoffen (As, Teer) Sarkome erzeugt hat, ist die Rolle eines Virus vollends unwahrscheinlich geworden. Die Aufgabe lautet nun: Gibt es Anhaltspunkte für das Vorhandensein von chemischen enzymartigen Stoffen, die der Geschwulstzelle Dasein und ihrem Stamm protozoenartige Dauerfähigkeit verleihen? Es ist zu beachten, dass auch dieser Reiz unter der Schwelle der Entzündung wirksam sein müsste, wie man so oft am Krebs in den Lymph- und Blutgefässen erkennt. Derartige Agenzien suchte man aus Geschwülsten zu gewinnen, zunächst in Anlehnung an die Beobachtung CARRELS, dass man aus gewissen Körperzellen Makrophagen, Stoffe extrahieren kann, die förderlich auf das Wachstum von Gewebskulturen wirken, die CARREL „Trephone“, CENTANNI „Blastine“ nannte. Es bedeutet einen Schritt weiter, wenn BISCEGLIE aus Karzinomen Filtrate gewann, die das Wachstum von Krebszellen sowohl in der Kultur als im Tierkörper steigerten. Dazu kommt, dass man in Gewebskulturen aus Monozyten des Hühnerblutes durch Filtrate von Teerkrebsen und sogar von Säugetiertumoren (CARREL, A. FISCHER) Sarkomzellen entwickelte. Ebenso verwandelte BISCEGLIE Embryonalzellen der Hühner mittels Filtraten von Mäusekrebsen in Sarkome. Des weiteren gelang es RHODA ERDMANN, bei Ratten mit zellfreiem Filtrat des sogenannten FLEXNER-JOBLING-Tumors 12mal positive Impftumoren (unter 30 Versuchen) zu erzeugen, die den Bau des Ausgangstumor aufwiesen. Von diesen 12 durch Filtratimpfung entstandenen Geschwülsten wurde Tumorbrei auf Ratten verimpft, der in zehn Fällen wieder zum typischen FLEXNER-JOBLING-Tumor führte. Übrigens wird angenommen, dass das chemische Agens nicht immer eine Geschwulst vom Charakter des Ausgangstumors zu erzeugen braucht. Um zu sehen, ob Karzinom oder Sarkomgewebe zugleich mit fetalem Gewebe verpflanzt, das letzte neoplastisch umwandelt, habe ich EHRLICHS virulente Mäuse-

tumorstämme mit Embryonalgewebe von Mäusen auf Mäuse und Rattensarkom mit Rattenembryonen auf Ratten verimpft; aber ich beobachtete in keinem Falle eine sarkomatöse, bzw. krebsige Umwandlung der Embryonalgewebe, die als solche wie Knorpel, Knochen usw. kenntlich waren. Die lebende Tumorzelle verschlingt das Fetalgewebe. Wenn man aber statt des Tumorgewebes Extrakte aus den Geschwülsten anwendet, kann man positive Befunde erheben. So erzielte BURROWS mit Extrakten aus dem Jensen-Sarkom und Fetalbrei-Gewebe bei Ratten mehrere Male Sarkom- und Karzinombildungen und BISCEGLIE bei Hühnern durch Mäuse-Krebsextrakt und Embryonalbrei Sarkome. Auf die eifrigen Versuche HEIDENHAINS deuten wir nur kurz hin. Er hat bei Tieren, denen er Frischbrei und Autolysate menschlicher und tierischer maligner Geschwülste einspritzte, nach längerer Frist, aber nur seltener an der Injektionsstelle in 5—6% der Fälle bösartige Geschwülste entstehen sehen, die er als Folge eines infektiösen Agens ansieht. Diese Annahme ist unbewiesen; aber selbst die Frage, ob die Geschwülste der Tiere nicht spontan gewachsen sind, ist nicht leicht zu entscheiden, da sie sich eben gewöhnlich nicht an der Impfstelle bildeten. Ist der chemische Reizfaktor nur im Tumor selbst vorhanden? Dagegen werden Bedenken geäußert, die aber scharf zu analysieren sind. ROUS-Tumoren hat man durch Verimpfung von Blut oder Milz von Sarkomhühnern erhalten. BLUMENTHAL hat mit AULER dreimal lymphatische Ergüsse von Krebskranken mit Kieselgur zugleich auf Ratten mit dem Erfolge verimpft, dass einmal ein Sarkom, einmal ein Karzinom und einmal eine Geschwulst entstand, die dem FLEXNER-JOBLING-Tumor ähnelte. Allein es ist nicht sicher, dass die benützten Flüssigkeiten des Menschen krebszellfrei waren. Denn einmal war ein Pleuraerguss von Mammacarcinom verimpft, der erfahrungsgemäss Krebszellen enthält, zweimal Ödem vom Arm bei Mammakrebs, bei dem die Krebszellen in den Lymphbahnen des Armes weiter vordringen können, als es makroskopisch den Anschein hat. Es ist empfehlenswert, das Suchen nach wirksamen kanzerogenen Agenzien in dem Tumor selbst fortzusetzen.

Nun hat eine Erörterung darüber eingesetzt, ob Entstehung und Wachstum der Geschwulstzellen von dem Tumorparenchym oder dem Geschwulststroma angeregt wird. Die Einteilung des Geschwulstkörpers in Parenchym und Stroma, also wie im normalen Organ, geht auf BICHAT zurück und hat sich bis heute mit Recht durchgesetzt. Nun wird der Begriff des Geschwulststromas

doppelsinnig gebraucht, von den einen nur für sein gefäßhaltiges Bindegewebsgerüst, von andern für alles, was das Geschwulstparenchym umfasst und trägt, also auch für das alte, nicht neoplastische Organparenchym. In beidem Sinne ist die Stromareaktion sehr mannigfaltig. Die die Krebszellen einschliessenden Gewebe können sich mehr aktiv oder passiv verhalten. Am meisten interessiert der Zustand des gefäßhaltigen Bindegewebes, des Stromas im engeren Sinne, weil die Wucherung der Geschwulstzellen oft mit Gefäss- und Bindegewebsneubildung verbunden ist. Auch beim implantierten Tumor stammt das Stroma vom Wirtstier. In diesem Verhältnis wiederholt sich das histogenetische Spiel der Entwicklung. Aber in dieser Grenzzone läuft eine Reaktion ab, die, wenn nicht Nekrosen, Geschwüre, Infektionen das Bild sekundär verändern, in einer meist geringen Zellinfiltration aus Lymphocyten, Plasmazellen, einer gewissen Aktivierung der Stromazellen besteht, die nur selten sarkomähnliche Bilder vortäuscht. Eine Zahl von Eosinophilen und etwaige Fremdkörperriesenzellen können das Bild vervollständigen. Welches ist die Bedeutung dieser Stromareaktion, in die man viel hineingedeutet hat? Sie erklärt sich durch mehrere Bedingungen: Durch Hemmung der Lymphströmung, durch mechanische Zerrung der Gewebe, durch chemische Wechselwirkung zwischen Geschwulstzellen und Stromazellen. Stromamenge und -art hängen vom Epithel und Bindegewebe ab. Dass ein Stoffaustausch stattfindet, geht schon aus der Eosinophilie, dem gelegentlichen Eindringen von Wanderzellen in die Epithelnester hervor. Sicher hat die Aktivierung der Stromazellen ausser der Stromaneubildung auch reinigende Filtrierarbeit, Resorptionsvorgänge zur Basis. Können die Zellen der Stromareaktion nicht die Heilbestrebungen des Organismus unterstützen, indem sie gegen die aggressiven Tumorzellen gerichtet sind? Das hat man zuerst von der lymphozytären Reaktion gemeint; allein dieser lymphozytäre Wall hat noch kein Karzinom aufgehalten und in den Lymphdrüsenmetastasen ist auch nichts von einer solchen Wirkung zu bemerken. M. B. SCHMIDT hat die interessante Tatsache, dass in die Lungenarterien verschleppte Krebszellen in dem den Thrombus organisierenden Bindegewebe zugrunde gehen, als Heilwirkung des jungen Bindegewebes gedeutet, und ROUSSY will den Heilerfolg der Strahlenbehandlung nach der Art der Stromareaktion beurteilen, indem kernarmes Bindegewebe als günstiges Zeichen bewertet wird. In beiden Fällen ist es nicht leicht, Ursache und Wirkung zu unterscheiden. Es ist ja nicht

ausgeschlossen, dass das Krebsepithel schwindet, weil seine Virulenz gelitten hat und an seine Stelle narbiges Gewebe tritt. Die Studien der Gewebekulturen haben in der letzten Zeit dem Stroma einen ungünstigen Ruf verschafft. A. FISCHER fand, dass Tumorzellen in Kulturen aus dem Kontakte mit normalen Zellen anderer Art Wachstumsfaktoren, „einen Accelerator des Zellaufbaus aus Serum“ gewinnen und verdächtigt die Zellen der Stromareaktion als solche Förderer. Die Rolle der Aktivierung der Krebszellen durch das Stroma ist auch von RHODA ERDMANN behauptet worden, als sie beobachtete, dass Tumorzellen in Kulturen nur bei Mitkultivierung von Stromazellen ihre virulenten kanzerogenen Eigenschaften bewahren. Aber die Versuche von A. FISCHER und seinen Schülern haben dann doch wieder gezeigt, dass es bei veränderter Methodik gelingt, die Krebszellen allein in Dauerkulturen mit erhaltener Virulenz fortzuzüchten. Man kann die Stromazellen mit Stoffen beladen, die teils aktivierend, teils, wie man sagt, blockierend wirken, indem man z. B. Farbstoffe ins Blut spritzt. So hat man bei mit Trypanblau injizierten Mäusen verimpfte Sarkome und Karzinome langsamer wachsen sehen als bei Kontrolltieren, und sogar bei Menschen Besserung des Leidens nach Einspritzungen von Trypanblau festgestellt. Übertreibt man die injizierte Menge von Tusche oder Trypanblau, so kann die Tumorenempfindlichkeit sich steigern. Auch auf die Art des einverleibten Stoffes kommt es an. Übrigens handelt es sich nicht nur um eine lokale Wirkung, sondern um eine Beeinflussung des Stromaapparates (Retikuloendothelapparates) im allgemeinen, z. B. auch in den blutbildenden Organen, unter denen die Milz schon lange als relativ gefeit gegen Geschwulstansiedlung gilt. Wir können von dem gesamten Stromaapparat sagen, dass er manchmal das Geschwulstwachstum fördert, manchmal hemmt, aber dass es sich wohl um Einflüsse auf das Wachstum, kaum aber um die Umstimmung der Epithelzelle zur Krebszelle handelt. Ist sie einmal entstanden, so übertragen sich ihre Eigenschaften erblich ohne zwangsmässige Abhängigkeit vom Stromaapparat. Das lehrt die Kultur, wie es die Wucherung von Krebszellen in freien Körperhöhlen schon nahelegt. Natürlich brauchen Krebszellen in den Körperhöhlen wie in der Kultur Stoffe zum Vegetieren, und da sie sowohl hier wie dort Plasma zur Verfügung haben, ist Zufuhr aus allen Körperprovinzen ermöglicht. Alle Wachstumsstoffe erzeugt die Geschwulststelle nicht selbst, der Wachstumstrieb liegt in ihr stofflich gebunden.

Ausser den Elementen des Stromas hat man noch andere Quellen als Ursprung des Geschwulstwachstums in Anspruch nehmen können, wobei man aber leider nicht immer eine Grenze einhielt zwischen den beiden Fragen, welche Einflüsse eine Geschwulstzelle schaffen und welche ihr Wachstum anregen. Dass die Wachstumsdrüsen, wie sie das Inkretsystem darstellt, hier Beachtung verdient, ist klar. Besonders zu nennen sind die Erfahrungen über den Einfluss des Ovariums, weil schon früher LOEB und neuerdings MURRAY beobachteten, dass man bei Mäusestämmen mit hoher Disposition zum Mammakrebs die Zahl der Erkrankungen durch Kastration erheblich (von 100 % auf 10 %) herabdrücken kann. MURRAY fand ferner, dass virginale Mäuse ebenfalls nur in 10 % statt 100 % krebsig werden und dass die zum Mammakrebs nicht veranlagte männliche Maus nach Hodenexstirpation — die allein keinen Krebs zur Folge hat — und nach Ovarienimplantation an Mammakarzinom erkranken können. Ebenso kennen wir das Wachstum der Myome unter dem Einfluss der Eierstockfunktion. Aber hier handelt es sich wohl mehr um Förderung des Wachstums als um Schaffung der Blastozelle. Ähnlich dürften die Verhältnisse für den Einfluss der Ernährungsfaktoren des Körpers, einschliesslich gewisser Avitaminosen liegen, ebenso für die Hemmung des Wachstums des Mäusekrebses durch lipoidarme Kost, für die Steigerung des Wachstums des Teerkrebses durch Cholesterinzufuhr. Auch die Beobachtungen, dass die Durchschneidung des Halssympathikus den Teerkrebs an Kaninchen fördert (TSUNODA), erscheinen durch gesteigerte Nahrungszufuhr der erweiterten und vergrösserten Strombahn verständlich. Allein andere Autoren (HELM und TINOCCHI) wollen nach Durchschneidung des Sympathikus, sowie nach Nebennieren-Exstirpation gerade einen hemmenden Einfluss auf das Tumorwachstum bemerkt haben. Alle diese Versuche sind Zeugen der Bestrebungen, endogene Agenzien für die Entstehung und das Wachstum der Geschwülste ausfindig zu machen. Das zu erstrebende Ziel bleibt, aus Geschwülsten Stoffe zu gewinnen, die methodisch aus nicht neoplastischen Zellen Geschwulstzellen herstellen.

#### *XI. Hypothetische Brücken. Prophylaktische Fortschritte*

Dass man sich solche chemische Prinzipien, die aus einer vegetativ aktivierten, erregungsbereiten Zelle unseres Körpers eine Geschwulstzelle machen, hypothetisch gern enzymartig vorstellt,

liegt daran, dass man so am ehesten das Fortwirken des Agens ohne Erschöpfung begreifen würde und ebenso sein Gebundensein an den Leib der Tumorzelle. Mit dieser Formel würde aber auch eine Art Verbindungsbrücke zu jener pathogenetischen Auffassung geschlagen sein, die sich in der Mutationshypothese darstellt. Diese Einkleidung der Gene der Tumorzelle als eine Zellabartung durch Mutation, rechnet mit Veränderungen der Gene, der Erbinheiten. Nun stellen sich mehrere Erblichkeitsforscher auf den Standpunkt, dass die Gene wahrscheinlich Enzymcharakter besitzen. Die Mutationshypothese muss also, wenn man sie für die Abkömmlinge somatischer Zellen in der Krebsentstehung überhaupt zulassen will, mit dem Dominantwerden gewisser als Gene funktionierender Enzyme rechnen. — Unabhängig von dieser Hypothese kann und muss man fragen, welches die Pathogenese der Tumorzellen unter der Einwirkung der Agenzien ist. Zellprotoplasma und Zellkern reagieren, weil beide beeinflusst werden; ausschlaggebend ist der Kern. Der Gedanke, dass die Tumorreize eine Störung der Regulationsmechanismen in der Zelle auslösen, würde sich im gewissen Sinne mit der Verschiebung der Zellfunktionen in Einklang befinden; aber wir sahen schon früher, dass die spezifische Zellfunktion trotz der gesteigerten Ernährung und Fortpflanzung erhalten sein kann. Die Übertreibung der vernichtenden Fruchtbarkeit der Geschwulstzelle soll erklärt werden. Man könnte einmal fragen, ob nicht eine „formative Reizung“ annehmbar sei, die aktivierend auf den intrazellulären Zentrosomen- und Chromsomenapparat wirkt. Auch Vertreter der Mutationshypothese sprechen von intrazellulären Teilungsreizen. Eindringender scheint uns eine andere Deutung, dass die Reize auf Kern und Protoplasma physikalisch-chemisch wirken, so dass der Kern zuerst durch Grössenzunahme und Polymorphie und dann wegen gestörter Kernplasma-relation zur Kernteilung schreitet. Jeder Pathologe weiss, dass die Kernerscheinungen uns oft als erstes Signal an die Blastome denken lassen, und dass wir ihr markantes Auftreten in vorher gutartigen Bildungen als beunruhigend betrachten. Das ist erst jüngst wieder für die verschiedenen Stadien der Teerpinselung der Haut betont. So könnte man sagen, dass die Geschwulst den Wachstumsexzess eines Gewebsexzesses durch Chromatinexzess darstellt. Wir sehen in der Reiztheorie den Vorzug der ätiologischen Einstellung und hoffen, dass die endogenen Reize halten werden, was die exogenen versprochen. Dieses Ziel ist aber noch nicht erreicht.

Ein letztes Ziel, dem wir uns aber nähern, ist die Aufgabe der Krebsbeseitigung und Krebsprophylaxe. Die Erfolge des chirurgischen Eingriffs sind bei frühzeitiger Operation unbestreitbar. Wir erlebten schon einige Male folgenden Fall: Bei der Sektion fand sich eine alte operative Vereinigung zweier Darmlumina, die zunächst unerklärlich erschien. Dann hörten wir, dass der Patient vor (bis 17) Jahren wegen eines von uns diagnostizierten Darmkrebses operiert war. Die Operation hatte jede Krebsspur ausgelöscht. Auf die Wirkungen der Strahlentherapie kann die Medizin nicht mehr verzichten. Durch die Röntgenbehandlung ist die früher ernsteste Knochengeschwulst, das kleinzellige Rundzellsarkom, in eine therapeutisch dankbare Krankheit verwandelt worden. Gegen Impfgeschwülste kann man Resistenz durch Behandlung mit Tumor- und Fetalgeweben schaffen, aber nicht gegen Spontangeschwülste. Aber auch hier scheint ein Fortschritt möglich, wenn man an die relative Resistenz des Krebskranken gegen einen zweiten Krebs denkt. Wichtiger als Heilen ist Vorbeugen. Hier ist ein Fortschritt erreicht worden. Vor eineinhalb Jahrzehnten hätte man melancholisch gelächelt, wenn man von einer Krebsprophylaxe gesprochen hätte. Heute können wir gegen die drei genauer erkannten Faktoren der Geschwulstentstehung vorgehen. Gegen die nicht sehr grosse Gefahr der Erbllichkeit durch Vermeidung konvergenter Erbfaktoren, d. h. von Ehen zwischen Kindern aus krebsreichen Familien, zumal wenn die Geschwulst das gleiche Organsystem betraf. Gegen die örtliche Geschwulstbereitschaft ist ein Kampf in dem Sinne angezeigt, der die Zerstörung solcher Gewebe oder die schnelle Heilung der örtlichen Vorkrankheit anstrebt. Wir sind aber auch ätiologisch gewappnet, um gegen die Reize einzuschreiten, die als Selektionsreize für Krebsbildung erwiesen sind. Der Krebs ist zum Teil eine Berufskrankheit, Gewerbekrankheit und Industriekrankheit geworden. Mehr wie bisher müssen wir diesen Punkt bei den Erkrankungen und Sektionen im Auge behalten, uns nicht mit dem bisher unerreichten Ziel der endogenen Ursachen abfinden, sondern nachforschen, ob nicht ein exogener Faktor sich nachweisen lässt, der sich wegen seiner unter der Reizschwelle der Entzündung liegenden Intensität bisher verborgen hat. Der Krebs bleibt ein schweres Leiden, seine tiefere Ätiologie und glückliche Behandlung muss als zu erstrebendes Ziel weiterstudiert werden. Aber wir haben in der Medizin noch kein Vierteljahrhundert erlebt, das die Erforschung der Geschwulstprobleme so gefördert hätte wie das verflossene.

# Récentes impressions de voyage

par

PIERRE TERMIER (Paris)

Mesdames, Messieurs,

L'un des grands attrait des sciences naturelles, c'est qu'elles nous suivent partout, ne nous quittent jamais. *Haec studia* — disaient les Latins — *Haec studia nobiscum peregrinantur, rusticantur*. Oui, elles sont avec nous dans nos heures de loisir, à la campagne, à la montagne, sur la plage reposante et bienfaisante d'un lac ou d'une mer, et même dans nos plus lointaines pérégrinations. Quand nous avons traversé l'Océan, nous les apercevons dès l'entrée du port, nous les apercevons qui nous attendent au débarcadère, fraîches toilettes et claires ombrelles pour attirer du plus loin possible et réjouir plus tôt nos regards; et les voici toutes souriantes, aussi gracieuses sur ce rivage inconnu, américain, indochinois, australien, polynésien, aussi gracieuses que dans nos laboratoires de la vieille Europe.

Aucune de ces fidèles compagnes n'a la fidélité de la géologie, et telle est la raison pour laquelle les géologues sont les plus heureux des hommes. Aucune science ne prête plus de charme à la promenade ou au voyage. C'est que tout paysage est géologique, même le plus simple: derrière le rideau d'arbres ou les maisons du hameau, le long des berges de la petite rivière, ou sur la pente de la colline, un monde géologique apparaît à l'initié, un monde indéfiniment élargi dans l'espace, indéfiniment approfondi dans le temps — car l'œil du géologue a l'étonnant privilège de voir le prolongement, l'enracinement du présent dans le passé. En haute montagne, et quand ses compagnons sont attentifs seulement à la beauté des cimes, aux jeux de la lumière et de l'ombre, à l'éclat des champs de neige, le géologue songe à la mer qui s'étendait ici même, jadis, bien avant que la montagne fût; en plein océan, et quand les autres passagers s'absorbent dans la contemplation de l'immense étendue marine et du ciel plus immense encore, le géologue songe que cette mer n'a pas toujours existé, que ses fonds

et ses rives ont une histoire incessamment changeante, et, ce qui l'occupe, lui, pendant les lentes heures de la traversée, ce ne sont pas les vagues qui jouent sur les flancs du navire, ni les voiles qui passent là-bas, ni les nuages qui dérivent là-haut, c'est la suite des phénomènes constituant la vie cachée, monotone, interminable et pourtant éphémère, du gouffre océanique.

Voilà pourquoi le géologue, le vrai géologue est un voyageur impénitent. L'errance, le vagabondage, lui sont nécessaires, comme au chemineau, comme au troubadour; et plus il est errant et vagabond, plus il devient géologue.

Partant de ce principe, j'ai couru le monde autant que j'ai pu, pas encore assez à mon gré, et, à regarder ainsi défiler devant moi les monts et les vallées, les rivages continentaux et les cortèges d'îles, j'ai eu de grandes jouissances et il m'a semblé que j'apprenais beaucoup.

Laissez-moi, pendant les instants qui me sont accordés, vous exposer — oh! très brièvement — mes dernières impressions d'éternel promeneur. Elles datent de quelques mois à peine; j'ai reçu les unes au cours d'un voyage en Corse; les autres, plus récentes encore, me sont venues de la Tunisie. Les unes et les autres, quand j'essaie de les faire revivre, m'apparaissent baignées dans la douce atmosphère méditerranéenne; au-dessus d'elles, il y a le ciel, profond et pur, qui s'appuie sur l'Apennin, sur les Alpes maritimes, sur l'Atlas; à côté d'elles, il y a des visions de flots bleus et de roches blanches; derrière elles passe la chaîne alpine, la chaîne de montagnes formée pendant l'ère tertiaire, car les monts de Corse, tout comme les monts tunisiens, appartiennent à cette chaîne, et, en parlant de ceux-ci comme de ceux-là, je ne distrairai pas beaucoup vos esprits des Alpes qui nous entourent et qui sont le cadre splendide de la fête d'aujourd'hui.

Vous savez tous que la Corse est une île admirable. Elle a de très grandes montagnes, des rives rocheuses et escarpées et d'autres qui descendent doucement à la mer; de fertiles plaines et de vastes régions incultes, couvertes de maquis; des jardins, des olivettes, des bois de châtaigniers et, plus haut, des forêts de sapins et de hêtres; tous les climats, depuis celui qui mûrit les grenades, les citrons, les oranges, jusqu'à celui qui fait durer les névés et les sources fraîches pendant le cours entier des plus brûlants étés. La Corse! c'est ce parfum spécial répandu autour d'elle et qui, par

bouffées, vous arrive quand, venant de la haute mer, vous approchez des côtes : parfum des cistes et des autres plantes aromatiques. La Corse ! quand vous avez débarqué et que vous pénétrez dans l'île, c'est, à perte de vue, un pays accidenté, vêtu de sombres broussailles, désert, avec seulement, sur une route, un cavalier qui passe. Ou encore, c'est un col de forêt, dans la montagne : des bois à l'infini, aucune âme qui vive, semble-t-il ; mais tout à coup, dans l'énorme silence, la détonation d'une arme à feu ; un petit nuage de fumée bleuâtre sort du couvert des arbres et monte lentement dans le ciel ; puis le silence est accru, la solitude est comme aggravée, parce qu'une vie s'est éteinte. La Corse ! c'est le pays de Colomba et de Mateo Falcone, habité par une belle race, forte, fière et pure, une race qui sait se défendre et qui, dans la rapide transformation et la déplorable uniformisation de la gent humaine, garde presque intacts ses traditions, ses mœurs, ses qualités et, bien entendu, ses défauts. C'est aussi la patrie du plus grand capitaine des temps modernes, sinon de tous les temps. Mais je n'insiste pas sur cela, car je ne veux vous parler que de géologie.

Du point de vue géologique, la Corse se divise en deux parties fort dissemblables : à l'Ouest, comprenant plus des deux tiers de l'île et les sommets les plus élevés, une région de terrains granitiques et de terrains primaires, avec de nombreuses venues éruptives anciennes ; à l'Est, une région moins haute, moins accidentée, faite de terrains plus tendres, faite surtout de schistes cristallins, de ces schistes cristallins fréquemment calcaires que nous nommons, dans les Alpes françaises, les Schistes Lustrés, et qui sont, *pro parte maxima*, des terrains secondaires métamorphiques. On peut appeler la région Ouest Corse *granitique*, ou Corse *hercynienne*, ou Corse *autochtone* : *hercynienne*, parce que, à l'instar des grands massifs cristallins de la zone externe des Alpes occidentales, Mercantour, Pelvoux, Mont-Blanc, Aar, elle est un témoin, un débris de la chaîne hercynienne, de la chaîne de montagnes formée pendant les temps carbonifères et permien ; *autochtone*, parce que ce débris semble n'avoir éprouvé, pendant la formation de la chaîne alpine, que des déplacements tangentiels de très faible amplitude, si on les compare à ceux qu'a subis la région de l'Est. Quant à la Corse de l'Est, ou Corse orientale, il faut lui donner le nom de Corse *alpine*, car nous allons voir qu'elle est un élément des Alpes.

Cette distinction des deux Corses est pressentie depuis plus

de trente ans. Dès 1896, EMILE HAUG proposait de regarder les schistes cristallins de la région orientale comme le prolongement des Schistes Lustrés du Piémont; et dès 1905, JACQUES DEPRAT émettait l'hypothèse d'un traînage de la région orientale sur la région occidentale, hypothèse fondée sur le fait bien curieux, observé par lui, de l'existence, entre les deux régions, d'une large zone d'écrasements, d'une zone où le granite de la Corse occidentale est écrasé ou laminé, et transformé en cette roche granitique un peu spéciale, souvent schisteuse, que mon ami EUSÈBE NENTIEN avait, longtemps auparavant, appelée *protogine*. Les idées se sont précisées en 1908. On a vu alors que, tandis que la Corse occidentale est à peu près autochtone, la Corse orientale a glissé sur elle, de l'Est à l'Ouest; on a vu que la Corse orientale est, comme nous disons, un *pays de nappes*. Jusqu'au printemps de la présente année, je croyais et j'enseignais qu'il y avait, en Corse orientale, deux nappes superposées: l'une formée de Schistes Lustrés, l'autre faite de terrains secondaires et de terrains paléogènes non métamorphiques; à la base de chacune des deux nappes, je voyais une épaisseur plus ou moins grande de granite écrasé, de *protogine*. Vision incomplète et insuffisante, qui a fait place, pendant le récent voyage dont j'essaie de vous exposer les résultats, à un tableau plus complexe, mais infiniment plus clair, tellement clair qu'il me paraît définitif. N'allez pas croire qu'un tel progrès soit dû à mes seules observations; il est dû surtout à la perspicacité de mes compagnons de voyage, tous excellents connaisseurs des Alpes et de l'Apennin. Voici les grandes lignes du tableau.

La Corse orientale comprend quatre unités distinctes, superposées, qui, plus ou moins, se sont déplacées sur la Corse autochtone et déplacées aussi les unes par rapport aux autres. La principale des quatre est formée de Schistes Lustrés, c'est-à-dire d'une puissante série de terrains métamorphiques, calcschistes micacés, marbres ou cipolins, micaschistes divers, *roches vertes*, parmi lesquelles domine la *serpentine*, mais qui comprennent aussi des *gabbros* largement cristallisés et des *diabases*. Le laminage des roches vertes les a souvent transformées en des schistes verts ou violets, à chlorite et à glaucophane. Les Schistes Lustrés de Corse sont vraiment identiques à ceux des Alpes maritimes italiennes, qui prolongent eux-mêmes ceux du Piémont, de la Haute-Uri, de la Haute-Valais, du Haut-Queyras, de la Haute-Maurienne, de la Haute-Tarentaise,

du Valais, du Tessin, des Grisons, de la Basse-Engadine, des Tauern enfin. Je tiens tous ces Schistes Lustrés pour une seule et même série *comprehensive* embrassant, sous un même faciès métamorphique, une longue suite de sédiments qui va, probablement sans discontinuité, du Trias supérieur à l'Eocène inférieur, et qui donc est surtout jurassique et crétacée. L'épaisseur de la série, à l'origine et avant tout charriage, était énorme et atteignait certainement plusieurs milliers de mètres. Même aujourd'hui, après réduction par le laminage et l'érosion, les Schistes Lustrés de Corse paraissent avoir souvent bien plus d'un kilomètre de puissance. Les serpentines et les gabbros y forment des amas, de dimensions parfois gigantesques. Les diabases y semblent être, la plupart du temps, des coulées. Aux roches vertes s'associent des jaspes rouges, fréquemment laminés et devenus schisteux, jaspes qui sont des *radiolarites*. Semblable association des radiolarites avec les Schistes Lustrés et leurs roches vertes est connue sur divers points des Alpes, notamment au Monte Cruzeau près de Cesana Torinese, au Chaberton et au Gondran près du Mont-Genèvre, à Cairo-Montenotte. Somme toute, les Schistes Lustrés de Corse prolongent ceux des Alpes; et comme, dans toutes les Alpes, les Schistes Lustrés ont été poussés et charriés de l'intérieur à l'extérieur de l'arc alpin, il est certain, d'ores et déjà, que leur déplacement, en Corse, a été du même sens, donc de l'Est à l'Ouest.

Le déplacement, de l'Est à l'Ouest, de la masse immense des Schistes Lustrés sur la Corse profonde et autochtone, sur la Corse granitique, a écrasé la partie haute de celle-ci et donné naissance à la *protogine*; phénomène qui n'a rien d'inattendu, mais qui atteint ici une ampleur extraordinaire. La largeur de la bande protoginique, je veux dire de la bande de granite plus ou moins écrasé et laminé qui sépare les deux Corses, est habituellement de plusieurs kilomètres; dans cette bande, la masse granitique, devenue stratiforme ou même schisteuse, plonge à l'Est, sous les Schistes Lustrés, et l'inclinaison de la plongée est souvent très forte; le granite de la Corse profonde a subi l'écrasement et le laminage sur une hauteur variable, dont le maximum est de plusieurs milliers de mètres. Qui dit laminage, dit déplacement relatif des diverses parties du complexe laminé. Il y a donc, dans la bande protoginique, des paquets qui ont cheminé beaucoup et d'autres qui n'ont presque pas bougé. La protogine, si elle n'était pas aussi monotone d'aspect,

se décomposerait en un *système d'écailles*, séparées les unes des autres par des surfaces de glissement ou de friction. L'autochtonie réelle ne commence, pour la Corse granitique, qu'au dessous, ou à l'ouest, de la bande de protogine.

Mais le pays granitique avait, antérieurement à l'avancée des Schistes Lustrés, une couverture sédimentaire, d'épaisseur et de composition variables. Tantôt cette couverture était faite de terrains primaires antérieurs au granite, modifiés par le granite et lardés d'apophyses granitiques; tantôt elle était formée de terrains permians à faciès de *verrucano* — grès vert-pâle ou roses, avec coulées et tufs de porphyres, — puis de Trias, de Lias et de Jurasique supérieur; ailleurs elle se complétait, au-dessus des terrains primaires ou secondaires, par une série épaisse d'assises nummulitiques où alternaient calcaires, grès et schistes. L'avancée des Schistes Lustrés a décollé la couverture sédimentaire de son substratum granitique, en la plissant, l'écrasant, la broyant, la fragmentant de toutes les façons imaginables. La surface de décollement ne coïncide pas partout avec la séparation du granite et des sédiments; elle se tient souvent un peu plus bas, de sorte que la couverture sédimentaire décollée, plissée, disloquée, fragmentée et charriée, montre parfois à sa base une *lame* de granite écrasé, de protogine, qui peut être discontinue, lenticulaire, réduite à quelques mètres d'épaisseur, et qui, un peu plus loin, se renfle jusqu'à plusieurs centaines de mètres. Cet ensemble de la couverture sédimentaire et de sa base granitique décollée de la grande masse protoginique sous-jacente constitue la deuxième unité tectonique de la Corse orientale.

Un fait étrange est la partielle pénétration souterraine des Schistes Lustrés sous l'unité que je viens de décrire. On aurait pu s'attendre à voir les Schistes Lustrés reposer partout *sur* les débris de la couverture sédimentaire qu'ils ont, par leur déplacement irrésistible vers l'Ouest, décollée de son substratum, plissée, froissée, disloquée et charriée; dans toute une région de la Corse, au nord de Corte et jusqu'à Saint-Florent, et même jusqu'à l'extrémité du Cap Corse près de Macinaggio, les Schistes Lustrés, au contraire, sont *dessous*; on voit flotter sur eux des *Klippes*, des lambeaux, les uns très grands, d'autres tout petits, de terrains tertiaires, secondaires et primaires variés, point du tout métamorphiques, avec base de granite écrasé, où l'écrasement a souvent mêlé, en une

brèche à blocs de toutes formes et dimensions, en une prodigieuse *mylonite*, les terrains de divers âges et le granite lui-même. Là où affleure la surface de charriage qui est la base des Schistes Lustrés, c'est la protogine qui se montre, ou bien un terrain primaire, sous cette surface de charriage. D'où la conclusion nécessaire: les Schistes Lustrés en mouvement ont, sur de vastes étendues, arraché complètement ou presque complètement la couverture sédimentaire du pays granitique; ils l'ont balayée devant eux, en la plissant; dans tout un secteur du front de charriage, la couverture ainsi balayée et plissée est revenue sur eux, refoulée en arrière de quelques kilomètres et même de plusieurs dizaines de kilomètres; la masse principale des Schistes Lustrés passait au-dessus de ce pli en retour, de ce paquet refoulé, et s'avancait plus loin sur le pays autochtone. Le maximum d'amplitude du refoulement correspond, semble-t-il, au parallèle de Bastia.

Mais voici la plus importante de nos découvertes du dernier printemps: il y a, dans le Nord de la Corse orientale, près du col de San-Colombano, point culminant de la route de Ponte-Leccia à l'Ile-Rousse, des lambeaux de deux autres nappes, de deux autres unités, complétant, avec la couverture sédimentaire charriée et la nappe des Schistes Lustrés, le nombre total *quatre* que je vous ai annoncé. Ces lambeaux sont conservés dans un synclinal profond du pays de nappes; l'enfoncement les a préservés de l'érosion. La nappe des Schistes Lustrés est une nappe *pennine*; les deux dernières, les deux plus hautes, ont apporté en Corse des faciès *austro-alpins*.

La plus basse des deux montre l'association suivante, très caractéristique aux yeux d'un géologue à qui les Alpes sont familières: des jaspes rouges à Radiolaires, des calcaires blancs, rose-pâle ou vert-pâle, à *Calpionella alpina*, des lits de jaspe noir, des argiles friables analogues aux *argille scagliose* des géologues italiens, enfin des roches vertes et parmi elles des coulées de diabases présentant souvent la structure en oreillers ou en boules, la *pillow structure* des géologues anglais, avec développement fréquent de *variolite* à la surface des oreillers; cortège qui, dans les Grisons, caractérise la *raetische Decke* de GUSTAV STEINMANN, ou la *Margnadecke* de RUDOLF STAUB, équivalent probable de la *nappe de la Dent-Blanche* d'ÉMILE ARGAND; en un mot, la plus basse des nappes austro-alpines, de l'*Unterostalpin* de RUDOLF STAUB.

Au-dessus de cette nappe de type Margnadecke, il y en a une autre où le faciès *radiolarite* du Jurassique supérieur est remplacé par un faciès *calcaire blanc* très analogue à celui du Falknis, et où ce calcaire jurassique blanc est surmonté d'une épaisse série de schistes et de conglomérats avec lits de jaspe noir, un *flysch* spécial qui a tout de suite rappelé à notre compagnon RUDOLF STAUB le flysch mésocrétacé de la Saluverserie des Grisons. Telle est la quatrième unité, la plus haute; elle se distingue nettement de la troisième par l'absence des roches vertes et des radiolarites. Elle appartient encore au système des nappes austro-alpines; elle est sans doute assimilable à la partie haute de l'*Unterstalpin*.

Ainsi la Corse orientale est un pays de nappes alpines; elle mérite d'être appelée Corse *alpine*, tandis que la Corse occidentale est, à proprement parler, la Corse *hercynienne*. Dans l'empilement de nappes qui constitue la Corse alpine, on distingue très bien une nappe pennine, faite de Schistes Lustrés, et deux nappes plus hautes où les faciès sont austro-alpins. L'ensemble de ces nappes a cheminé de l'Est à l'Ouest, par dessus un substratum autochtone qui n'est autre que la Corse hercynienne; celle-ci, sous le poids des nappes qui se traînaient au-dessus d'elle, a été, dans sa partie haute, profondément troublée. La couverture sédimentaire qui cachait le granite a été arrachée, plissée, disloquée, fragmentée, poussée en avant, balayée et même, dans une vaste étendue, refoulée en arrière sur les nappes en mouvement; le granite lui-même a été écrasé, laminé, découpé en écailles plus ou moins entraînées dans le cheminement général, parfois mélangé mécaniquement avec les débris de sa couverture sédimentaire; et l'immense perturbation s'est étendue, en profondeur, jusqu'à plusieurs kilomètres au-dessous de la base des nappes. Nulle part sur la Terre, les déplacements tangentiels qui sont l'élément principal de l'orogénie n'ont été accompagnés d'un tel cortège de déformations et d'écrasements. *La Corse demeurera le pays des mylonites.*

Deux conclusions découlent de ce rapide exposé, l'une et l'autre fort importantes pour la géologie générale.

D'abord, la chaîne des Alpes, que nous suivons sans peine depuis le Danube jusqu'aux côtes ligures, se prolonge au Sud par la Corse orientale, s'infléchit vers l'Est un peu au-delà de Corte, se cache sous les eaux de la mer Tyrrhénienne, contourne la Sardaigne par l'Est, puis par le Sud. Si nous pouvions scruter le fond

des grands abîmes méditerranéens, nous verrions certainement les Alpes, ayant ainsi contourné la Sardaigne, remonter un peu vers le Nord, reprendre, à peu de distance de Minorque, la direction de l'Ouest—Sud—Ouest, et sortir des eaux sur le rivage espagnol pour former la Sierra Nevada et courir tout droit à l'Atlantique. Le massif hercynien corso-sarde que je proposais autrefois d'étendre jusqu'à Melilla est, en réalité, séparé de l'Afrique par les Alpes; il est tout entier à l'*extérieur* des Alpes; il est l'homologue parfait du Mercantour, du Pelvoux, du Mont-Blanc, du massif de l'Aar; peut-être a-t-il été l'origine de petites nappes, du style des nappes helvétiques; en tout cas, il a été partiellement recouvert par les nappes alpines, poussées sur lui de l'Est vers l'Ouest ou du Sud vers le Nord.

Deuxième conclusion: l'étonnante persistance de certains faciès dans la lointaine préparation de la chaîne alpine. Voilà bien longtemps — un quart de siècle environ — que je dis partout et enseigne que le trait vraiment caractéristique des Alpes est l'ensemble des Schistes Lustrés et de leurs Roches vertes; nous le suivons maintenant, cet ensemble, depuis le col du Katschberg, à l'est des Tauern, jusqu'à la Sierra Nevada, en passant par la Corse; il correspond à un *géosynclinal* démesuré, le type, à coup sûr, du géosynclinal, où, depuis des temps très reculés, s'élaboraient, continues ou presque continues, d'épaisses séries sédimentaires, monotones déjà et *compréhensives* avant tout métamorphisme, devenues plus monotones encore et d'aspect plus compréhensif par le métamorphisme qui, à une époque certainement récente, les a envahies. Dans l'ensemble en question, l'épisode des Roches vertes me paraît avoir été contemporain du Jurassique supérieur ou du Crétacé inférieur, en raison de sa connexité indubitable avec la formation des radiolarites. Mais le faciès Schistes Lustrés — Roches vertes n'est pas le seul qui ait persisté le long des Alpes; voici que l'on retrouve en Corse des faciès incontestablement austro-alpin, des faciès semblables, identiques même, à quelques faciès des Grisons, à ceux de la Margnadecke et de la Saluverserie. N'est-ce pas une chose confondante pour l'imagination, ces fosses maritimes allongées, dirigées comme les Alpes futures, où les conditions de dépôt demeurent identiques sur 600, 800, 1000 kilomètres de longueur, et dont les sédiments, façonnés en nappes, marqués et numérotés si je puis dire, viendront ensuite prendre leur place, chacun sa place, dans l'accumulation fantastique des plis couchés superposés?

Où sont aujourd'hui, à l'est de la Corse, les emplacements originels, les racines de nos trois nappes? Où passent, en profondeur, dans la profondeur autochtone, la large bande d'où sont surgis les Schistes Lustrés et les bandes plus étroites d'où sont sorties les nappes à faciès austro-alpins? A cette question, nous ne pouvons pas encore répondre, parce que nous ignorons jusqu'à ce jour les véritables relations de l'Apennin et des Alpes; c'est le problème de demain. Je dis demain, car la solution m'en semble prochaine. Il y a, à l'île d'Elbe, une nappe de Schistes Lustrés, avec serpentine, surmontée d'une nappe non métamorphique qui contient radiolarites et roches vertes; cela m'incline et même m'oblige à admettre que l'île d'Elbe se rattache à la Corse et donc aux Alpes. La séparation Alpes-Apennin passerait plus à l'Est, dans l'étroit intervalle Elbe-Toscane. LÉOPOLD KOBER pense que cette séparation est un *axe d'éventail*, un *orogène* comme il dit, de part et d'autre duquel les déplacements tangentiels sont inverses; ici, comme en Ligurie et comme tout le long du *bord alpino-dinarique*, l'orogène serait violemment serré, serré jusqu'à n'être, au voisinage de la surface actuelle du sol, qu'une *cicatrice*. Les racines des nappes seraient écrasées dans cette cicatrice; la nappe à faciès Margnacke aurait jailli de la cicatrice et cheminé dans les deux sens: alpine à l'île d'Elbe et en Corse, où elle va de l'Est à l'Ouest, elle est apennine en Toscane et dans l'Apennin septentrional, ou elle s'est traînée de l'Ouest à l'Est sur le pays dinarique. Je penche vers une autre solution, analogue à celle que, JEAN BOUSSAC et moi, nous avons proposée en 1911: les Alpes séparées de l'Apennin par un *coin* de pays dinarique montant souterrainement *de dessous* l'Apennin et s'avancant *au-dessus* des Alpes; à ce coin dinarique appartiendraient les nappes profondes de la Toscane et de l'Apennin septentrional, qui ne sont sans doute que de courts replis; le coin aurait percé le pays alpin un peu à l'Ouest de Gênes, et non pas à Savone comme nous l'avions cru et comme nous l'avons dit. Le massif granitique de Savone, le *massif cristallin ligure*, interprété par nous comme l'affleurement du coin dinarique, n'est probablement qu'un anticlinal secondaire issu de ce coin; peut-être aussi n'est-il qu'un anticlinal du système alpin, anticlinal couché jusqu'à l'horizontale, homologue du Mont-Rose et du Grand-Paradis, ainsi qu'EMILE ARGAND l'a figuré sur ses admirables coupes de 1912; homologue, mais avec un écrasement bien plus énergique. A la

question que je posais tout à l'heure je répondrai donc provisoirement ceci : à l'est de la Corse, les racines des nappes corses sont sous l'Italie, sous cette partie du pays dinarique qui affleure, en Toscane, dans les *fenêtres* de la nappe ligure ; plus au Sud, ces mêmes racines tournent à l'Ouest, passent sous les flots de la mer Tyrrhénienne et s'en vont entre Sardaigne et Sicile. Nous préciserons tout cela l'an prochain, s'il plaît à Dieu.

Mais quittons la Corse, non sans quelque regret, et, dans un rapide esquif, navire ou aéroplane, cinglons vers l'Afrique septentrionale. Déjà dans l'air marin s'est dissipée l'odeur des cistes. La Corse d'abord, la Sardaigne ensuite s'effacent à l'horizon du Nord. Voici les côtes de Tunisie, avec leur bordure de dunes aux sables de couleur fauve, et, derrière cette ceinture rougeâtre, tout un troupeau de petites montagnes, bleues ou grises, ondulant sur le fond clair du ciel. Nous avons largement dépassé les vraies Alpes ; les montagnes que nous voyons maintenant font encore partie de la chaîne tertiaire, mais ce sont montagnes du pays dinarique ou africain, de cette Gondwanie — pour parler comme EMILE ARGAND — de cette Gondwanie dont l'irrésistible avancée vers le Nord a plissé, puis façonné en nappes, les sédiments des fosses géosynclinales, et dont le bord, par réaction, s'est lui-même plissé en un long faisceau de plis, le faisceau de l'Atlas.

Tectoniquement parlant, il y a deux Tunisies : la première n'est pas plissée, elle est en dehors et au sud de l'Atlas ; c'est la Tunisie du Sud ; la deuxième est plissée, elle appartient à l'Atlas, elle est l'ensemble de la Tunisie centrale et de la Tunisie septentrionale. Entre ces deux Tunisies, pas de démarcation nette. Large de 300 à 400 kilomètres, le faisceau tunisien de l'Atlas atténue graduellement du Nord au Sud l'intensité de son plissement, à la façon d'une mer dont la houle s'apaise dans le sens où va le vent ; et peu à peu, à partir de Matmata, ou à partir du bord nord du Chott el Djerid, s'établit le régime non plissé, le régime tabulaire, le régime saharien.

Du pays tabulaire, de la Tunisie du Sud, je ne dirai qu'une chose : le Trias y est visible sur de grandes étendues, supportant le Jurassique qui, lui-même, supporte le Crétacé. Ce Trias est formé à sa base de grès blancs ou rouges, en son milieu de calcaires et de dolomies, à son sommet d'un puissant étage gypseux. Encore qu'on n'y voie nulle part, aujourd'hui, affleurer d'impor-

tante masse de sel, il est certainement salifère; c'est à lui qu'est due la salinité des eaux de la région, eaux phréatiques de la plaine, eaux artésiennes jaillissant spontanément dans les chotts ou amenées au jour par les sondages. Le substratum du Trias est inconnu; si l'on voulait le chercher, on le trouverait, sur beaucoup de points, à une profondeur faible. D'après la nature gréseuse de la base du Trias, il est probable que ce substratum est un terrain riche en silice: permien? houiller? silurien? schistes cristallins? granite? on ne sait pas.

Parlons de l'autre Tunisie, la Tunisie plissée, l'Atlas tunisien, l'ensemble Tunisie centrale et Tunisie septentrionale. Les plis y sont de plus en plus aigus et serrés au fur et à mesure que l'on monte vers le Nord. Ces plis affectent les terrains secondaires, le terrain nummulitique et même le Miocène; ils font souvent apparaître le Trias, mais nulle part, sauf au Djebel Haïrech près de Souk-el-Arba, ils n'amènent au jour le substratum du Trias. La direction des plis, Ouest-Est dans la région méridionale, devient peu à peu Nord-Est et même Nord-Nord-Est dans la région septentrionale, avec des torsions locales qui produisent des chaînons orientés franchement au Nord et d'autres orientés Est-Nord-Est.

La grande singularité de ce système de plis est que le Trias n'y apparaît presque jamais à sa place stratigraphique normale. Les affleurements du Trias jalonnent souvent les anticlinaux; mais ils ne se tiennent pas toujours et même ils ne se tiennent jamais longtemps dans les axes de ces anticlinaux; ils s'insinuent dans les étages supérieurs, se glissent par exemple entre deux assises du Crétacé, ou entre le Crétacé et le Nummulitique, percent même la couverture miocène. D'autres se présentent, brusquement et de façon inattendue, loin des axes anticlinaux et même dans les aires synclinales, avec des formes étranges, ovales ou rondes, ou encore allongées et montrant des contours déchiquetés et capricieux. Dans ces affleurements triasiques, l'allure des couches est toujours chaotique et les couches sont toujours plus ou moins écrasées. Les terrains encaissants, près de leur contact avec le Trias, sont disloqués et brisés. Loin du Trias, les complications tectoniques diminuent et la structure est généralement très simple.

Cette allure singulière, presque *éruptive*, des terrains triasiques, a fait que, pendant longtemps et jusqu'en 1896, le Trias a été méconnu et ses affleurements, parfois immenses, rapportés à

des *éruptions boueuses et gypseuses*. Après la découverte de fossiles, il a bien fallu reconnaître que l'on avait affaire au Trias. J'ai alors, en 1906 et 1908, proposé l'hypothèse d'une vaste nappe de charriage, venue de la région méditerranéenne et ayant recouvert la Tunisie septentrionale et la Tunisie centrale, nappe ayant pour terme le plus bas le Trias et pour substratum autochtone une *Tunisie profonde* dont les terrains les plus élevés eussent été d'âge crétacé inférieur. C'était l'époque où, après plusieurs années de lutttes homériques, la synthèse des Alpes triomphait. Les nappes, les grandes nappes, étaient à la mode; en présence d'une énigme tectonique, on pensait à elles, on faisait appel à leur intervention toute-puissante. On ne craignait pas de les multiplier. A un certain moment, en Tunisie, on a parlé d'un empilement de plusieurs nappes posées les unes sur les autres, absolument comme dans les Alpes; mais la proposition n'a pas résisté à un examen attentif.

Aujourd'hui, après les études patientes et détaillées de MARCEL SOLIGNAC, et après les observations que nous avons, cet excellent géologue et moi, faites ensemble en 1926 et au printemps dernier, l'hypothèse du charriage doit être définitivement écartée. La Tunisie n'est en aucune manière un *pays de nappes*.

L'allure singulière du Trias tunisien s'explique aisément si on la compare à l'allure des *dômes de sel* des régions où existent, en profondeur, de vastes et puissantes formations salifères. Signalé peu de temps avant la grande guerre par le géologue allemand LACHMANN, le rôle géologique des *dômes de sel* a été, depuis lors, reconnu et décrit par de nombreux observateurs en diverses contrées du globe, surtout dans le Sud des Etats-Unis, le long de la Gulf's Coast, et en Roumanie. Comme ces dômes ont parfois facilité la migration des hydrocarbures, on se livre, un peu partout, à leur recherche, en s'aidant des multiples méthodes de la prospection géophysique. Tout récemment, on en a découvert deux en Alsace, sous la plaine du Rhin, deux dômes venus de très bas et que rien ne pouvait faire prévoir. En annonçant la découverte du premier des deux, GEORGES FRIEDEL a tracé les grandes lignes d'une explication générale du phénomène. Toutes les fois qu'il y a, dans la profondeur, un étage puissant de sel à peu près pur, je veux dire de chlorure de sodium et de sels alcalins congénères, si cet étage vient à être courbé en anticlinal ou surélevé localement en coupole, l'ascension du sel, ainsi amorcée, continuera par les seules

raisons de la faible densité de ce corps et de sa plasticité. Le sel monte alors vers la surface en soulevant, puis perçant les assises supérieures et poussant devant lui toute une brèche de leurs débris. La forme des montagnes souterraines de sel qui se gonflent et s'élèvent de la sorte est variable, suivant la profondeur d'où elles sont parties et suivant la rigidité et la densité des terrains qui s'opposent à leur ascension. Elle varie de la forme *colonne* ou *piston*, à la forme *lame de couteau* et à la forme *dôme* ou *poire*. Souvent, dans le haut, la masse de sel s'incline, s'incurve, se couche. Latéralement, elle peut donner naissance à des extravasions du sel et des terrains entraînés par le sel, extravasions qui, en Tunisie, logent du Trias, ou du Jurassique, ou du Crétacé, ou du Nummulitique, dans des étages plus jeunes, et jusque dans les formations néogènes ou même quaternaires. Il arrive souvent que, par dissolution, le sel ainsi monté et extravasé disparaisse; mais les débris d'étages qu'il a amenés avec lui ne disparaissent pas et demeurent comme des témoins chaotiques, dispersés et brisés, de ce curieux phénomène. Beaucoup de dômes semblent monter encore et c'est la seule dissolution qui les empêche de dépasser un certain niveau et d'atteindre la surface. Dans les pays de climat très sec, on en connaît qui sortent au jour; et tels sont les *rochers de sel*, ou les *montagnes de sel*, de l'Algérie, décrits depuis près d'un siècle.

Le Trias tunisien, là où il affleure, est partout un peu salifère. Il a dû l'être beaucoup à l'origine, et l'on peut penser qu'il l'est encore beaucoup là où il gît à de grandes profondeurs. Le plissement de ce Trias riche en sel a déterminé son ascension en dômes, sa dislocation, parfois son extravasation. Toutes les singularités tectoniques de la Tunisie plissée s'expliquent sans peine dès que l'on admet cette prémisse. Il ne reste plus que des complications locales, qui peuvent être extrêmes, mais qui ne troublent plus l'harmonie générale du plissement tertiaire dans le vaste pays tunisien.

La conclusion dépasse largement vers l'Ouest la frontière Tunisie-Algérie; elle s'étend sûrement au pays constantinois, même à cette région de Clairfontaine et du Djebel Ouenza où j'avais cru, il y a quelque vingt-trois ans, voir d'irréfutables arguments en faveur du charriage; elle s'étend probablement à toute l'Algérie plissée et aussi à une grande partie du Maroc septentrional, et en

particulier à la région du R'arb. Dans le long différend entre géologues parisiens et géologues algérois au sujet du Trias de l'Afrique du Nord, différend qui a duré plus de vingt années et qui s'est traduit par d'ardentes discussions, ce sont nos confrères d'Alger, qui, d'une façon générale, avaient raison. Leur explication des anomalies était souvent insuffisante et peu vraisemblable, parce que, comme nous tous à l'époque, ils ne connaissaient pas ou connaissaient mal le phénomène du dôme de sel; mais ils avaient raison de considérer le Trias comme monté de la profondeur, tandis que mon hypothèse du Trias charrié, du Trias en *Klippes* ou en débris de nappe flottant sur un pays autochtone et s'encastrant plus ou moins dans leur substratum de hasard, mon hypothèse, longtemps séduisante, n'est plus défendable aujourd'hui. De Gabès au R'arb, dans toute la vaste contrée où le Trias présente les anomalies que j'ai rappelées, l'Afrique française du Nord est un *pays de dômes de sel* et, à coup sûr, l'un des mieux caractérisés qui soient. Cela ne veut pas dire que l'on ne puisse pas y trouver, çà et là, quelques témoins d'un phénomène de charriage; mais le charriage, si charriage il y a, s'avérera comme un fait local et subordonné, et non plus comme le trait dominant de la structure.

Vous pensez bien que, MARCEL SOLIGNAC et moi, nous n'avons pas de gaieté de cœur et sans beaucoup de résistance abandonné l'idée du grand charriage tunisien. Jusqu'à notre dernière tournée, nous avons conservé l'espoir de voir surgir quelque part le substratum du Trias, sous la forme d'une *Tunisie profonde*, faite de terrains plus jeunes que les terrains triasiques. Deux points nous restaient à examiner, deux seulement, où l'espérance semblait encore permise: le Djebel Haïrech, près de Souk-el-Arba; le Djebel Ichkeul, entre Bizerte et Mateur; deux montagnes à l'aspect singulier, qui, de loin, ne ressemblent ni à la contrée qui les entoure, ni à aucune autre montagne de Tunisie. Nous y avons couru pleins de désir et d'enthousiasme, comme volaient les Argonautes à la conquête de la Toison d'Or.

L'Haïrech est un massif de terrains primaires surgissant, en coupole, de dessous les terrains crétacés, longue coupole d'apparence homogène, couverte d'un maquis uniforme semblable à un manteau de velours vert; tout autour, une ceinture de collines grises, formant comme une circonvallation, collines faites de Crétacé supérieur que des actions chimiques spéciales ont transformé en

dolomie, en marbre, parfois en minerai de fer. Le terrain de la coupole n'a pas encore livré de fossiles; il présente une alternance de schistes noirs, gris ou verts, et de quartzites, qui rappelle le Silurien de certaines régions de l'Afrique du Nord. Nul doute qu'il ne soit du Primaire, car il est plissé en plis aigus et sinueux, tandis que, sur lui, le Crétacé est transgressif, discordant, et d'allure infiniment plus tranquille. L'absence de Trias, de Jurassique, de Crétacé inférieur entre le Primaire et le manteau de Crétacé supérieur qui le recouvre, semble pouvoir s'expliquer par une longue lacune dans la sédimentation, sans qu'il soit besoin de recourir à une tectonique extraordinaire. L'Haïrech est la seule apparition jusqu'ici connue en Tunisie d'un terrain plus ancien que le Trias; mais il n'y a aucune raison de l'attribuer à une entité tectonique spéciale; il est d'un intérêt stratigraphique puissant, mais il ne témoigne d'aucune anomalie de structure.

Quant à l'Ichkeul, c'est une montagne tellement belle que nous lui avons tout pardonné; oui, nous lui avons pardonné d'être autre que nous ne pensions et de nous avoir déçus. Laissez-moi, pour terminer ma causerie qui n'est qu'une évocation d'impressions de voyage, laissez-moi dresser devant vous l'image de ce Djebel très sombre, enveloppé de mystère, difficilement abordable, malaisé à parcourir. Il n'est pas la *Tunisie profonde* que nous avons espérée; il n'est pas non plus un lambeau exotique apporté d'ailleurs; il est *à sa place*, entouré d'un pays qui est *à sa place* comme lui; mais il constitue un domaine exceptionnel où les terrains secondaires ont subi une transformation chimique, inexpliquée encore, qui les a durcis, dolomités ou marmorisés, domaine que des conditions géographiques particulières, réalisées depuis les temps néogènes, ont ensuite isolé du pays environnant.

Imaginez, un peu au sud du grand et profond lac de Bizerte qui communique directement avec la mer, imaginez un autre lac, plus petit, très peu profond, séparé du premier par des alluvions marécageuses que coupe un chenal sinueux. Dans le chenal passe, avec une vitesse qui varie suivant l'heure du jour, l'émissaire du petit lac. Ce petit lac peu profond, moins salé que la mer, est la Garaat Ichkeul. Sa moitié Sud est un marais plus ou moins noyé l'hiver, quelquefois sec pendant l'été au point que l'on peut le traverser à cheval. Sa moitié Nord est demeurée à l'état de lac: lac aux eaux troubles, lourdes, grises, où le soleil met des reflets

étranges, des tons de plomb fondu, des teintes « maléficiées, pourries » aurait dit HUYSMANS, des incandescences rouges et fauves mêlées de bleu presque noir et de vert éclatant, toute une palette qu'on croirait infernale. Habituellement endormie et immobile, l'eau de la Garaat quelquefois s'éveille sous le souffle d'un vent violent, mistral ou surouet ; elle se plisse alors en vagues méchantes, courant rapidement vers l'un ou l'autre bord. C'est ainsi que nous l'avons trouvée, dans notre double traversée du mois de juin ; et nous croyions voir, le matin, un effort désespéré du génie de la montagne pour nous repousser loin d'elle, le soir la punition de notre témérité.

Au centre de la Garaat, brusquement, surgit l'Ichkeul, montagne abrupte, haute de 250 mètres et, dans ce pays où domine la ligne horizontale, paraissant deux fois plus haute. Les rivages de l'île sont escarpés, souvent inabordables, dominés par des falaises en gradins. Elle est tellement inattendue, cette montagne insulaire, elle est si seule, elle se voit de si loin, elle a pris, grâce aux bois taillis qui la vêtent, un aspect si sévère, si ténébreux, que les Arabes l'ont distinguée depuis longtemps et lui attribuent un caractère sacré. Quelques pauvres tentes animent un peu la rive Sud, du côté du marécage ; le reste de l'île est désert ; un grand nombre de marabouts, aux coupoles blanches ; près des rives, plusieurs hammam grossièrement édifiés autour d'émergences de sources thermales ; sur tout cela une légende, au parfum d'Islam.

Il est arrivé, une fois, que les montagnes, prises d'un beau zèle, se sont mises en route pour la Mecque. Les voilà parties, pèlerines étranges, les unes jeunes, sveltes, presque rapides ; les autres vieilles, lourdes et lentes, les voilà toutes en marche vers le Tombeau du Prophète ! Le pèlerin prudent ne chemine qu'à la lumière du jour ; la nuit, il s'arrête, se repose et tâche de dormir, entre la prière du soir et celle du matin. Mais l'Ichkeul était si pressée qu'elle a voulu marcher la nuit. Alors, rencontrant en pleine obscurité, dans une nuit sans lune, le bord de la Garaat, elle n'a vu ni lac, ni marécage ; elle s'y est embourbée, et, malgré mille efforts, n'a jamais pu en sortir. Elle y sera encore, suivant toute vraisemblance, quand sonnera l'heure des grandes assises où seront jugés les montagnes et les hommes.

Rentrons dans la réalité, presque aussi belle que la légende. Il y a déjà plusieurs années que MARCEL SOLIGNAC a découvert

des fossiles dans les terrains de l'Ichkeul: des *Aptychus* du Jurassique supérieur à la pointe Est de l'île, des *Orbitolines* et une *Bélemnite* de l'Aptien dans le versant Sud. Après notre visite de 1926, nous pensions qu'il y avait encore d'autres terrains, d'âges très différents: d'énormes masses de dolomie étaient rapportées par nous au Trias; et, sur la côte Nord, des marbres blancs nous faisaient songer à du très vieux Primaire. Ce mélange évoquait dans notre esprit l'idée d'une Tunisie extraordinaire et inconnue, d'une *Tunisie profonde* surgissant, en dôme, dans une déchirure, une *fenêtre*, du pays de nappes.

Illusion aujourd'hui dissipée! l'Ichkeul est un bloc homogène. C'est une série sédimentaire, épaisse, à coup sûr, de plusieurs centaines de mètres, allant du Jurassique supérieur au Crétacé moyen, peut-être au Crétacé supérieur. Elle est autochtone. Elle n'apparaît point en dôme. Elle est au contraire comprise dans une aire synclinale. L'énigme qui pèse sur cette montagne est une *énigme chimique*. Les dolomies et les marbres sont du *Crétacé transformé*; et il y a tous les passages entre les assises dénaturées et les calcaires originels. Le durcissement consécutif à la transformation chimique est la cause qui a donné à l'Ichkeul sa physionomie spéciale, vraiment inoubliable, et qui l'a isolée, noire, escarpée, farouche, au milieu d'un estuaire peu à peu ensablé et envasé. Diverses raisons me font croire que cet isolement date de loin. Avant la fin du Miocène, alors que la mer sahélienne s'avancait jusqu'au bord Est de la Garaat, l'Ichkeul se dressait déjà près de la côte, à l'embouchure d'un large fleuve; îlot résistant sur lequel l'érosion n'avait pas de prise; montagne singulière et nonpareille vouée d'avance à toutes les légendes; indifférente au vent de flamme qui souffle du désert, comme aux invasions humaines qui, plus tard, sont venues déferler à ses pieds.

Veillez, Mesdames, Messieurs, me pardonner mon audace. J'ai osé parler longuement, trop longuement, dans cette enceinte, dans cette grande ville que domine un hémicycle de montagnes géantes, j'ai osé parler d'une bien petite montagne, d'une montagne qui se verrait à peine si nous la transportions ici, si nous la déposions sur la rive de votre beau lac. L'Ichkeul, à côté de la Dent du Midi, de la Dent de Morcles, des Diablerets, du Mont-Blanc, quelle plaisanterie! Il est vrai que l'importance des problèmes que pose une montagne ne se mesure pas à son volume;

et vous savez bien qu'il y a, dans vos Alpes comme dans les nôtres, de simples rochers, de modestes collines, desquels peut jaillir une magnifique fontaine de connaissances, si quelque MARCEL BERTRAND ou quelque MAURICE LUGEON vient à les frapper de son marteau.

Je n'ai certes rien fait jaillir de semblable. Mais, peut-être, de cette causerie familière où j'ai essayé de vous communiquer mes dernières impressions de voyage, peut-être garderez-vous un redoublement de sympathie pour les sciences naturelles, une estime plus grande pour la géologie, une nouvelle et ardente curiosité pour les énigmes de la Terre, plus d'amour pour la Vérité. S'il en était ainsi, je serais sûr d'avoir été pardonné et je ne regretterais rien de ma fantaisie.