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: 132 (1952)

Teilband: Wissenschaftlicher Teil

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: 01.05.2026

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

A.

Wissenschaftlicher Teil

Eröffnungsrede des Jahrespräsidenten
und Hauptvorträge

Vorträge, gehalten in den Sektionssitzungen

Partie scientifique

Discours d'introduction du Président annuel
et Conférences principales

Communications faites aux séances de sections

Partita scientifica

Discorso inaugurale del Presidente annuale
e Conferenze principali

Comunicazioni fatte alle sedute delle sezioni

Leere Seite
Blank page
Page vide

Eröffnungsansprache des Jahrespräsidenten der S. N. G.

bei Anlaß der 132. Jahresversammlung in Bern
23. bis 25. August 1952

Von

Fritz Baltzer (Bern)

Entwicklungsphysiologische und genetische Betrachtungen zur Bildung geistiger Eigenschaften beim Menschen

Der Jahrespräsident, der die Tagung einzuleiten hat, hat wohl das Recht, in seiner Ansprache von etwas zu reden, was ihm nahe am Herzen liegt. Das ist der Grund, warum ich mich zu genetisch-entwicklungsphysiologischen Betrachtungen über die Bildung geistiger Eigenschaften beim Menschen entschloß. – Vor 1½ Jahren ist in den «Basler Nachrichten» eine Diskussion geführt worden über den Zusammenhang zwischen menschlicher Persönlichkeit und Erbgrundlage. Sie ist trotz der Größe des Gegenstandes ziemlich unfruchtbar im Sande verlaufen. Diese Erfahrung war ein zweiter Grund für das genannte Thema. Ein dritter Grund war der, daß das Thema auf dieser Tagung vom berufenen Fachmann weiter behandelt wird, indem Kollege Bleuler nach mir «Über Biologie und Entwicklungslehre der menschlichen Persönlichkeit» sprechen wird.

Sie wissen so gut wie ich, daß es sich bei diesem Thema um ein Wespennest handelt. Für jede Fakultät hat der Mensch einen anderen Aspekt, und auch innerhalb der zoologischen naturwissenschaftlichen Anthropologie gehen die Standpunkte auseinander. Der Zoologe kann beim Menschen mehr das untersuchen, was ihn mit der Tierwelt verbindet, oder – wie Portmann (z. B. 1951) – das spezifisch Menschliche in den Vordergrund rücken. Damit stellt sich die Frage: *Was* ist das spezifisch Menschliche und wie ordnet es sich unseren allgemein biologischen Erfahrungen ein oder unter oder steht über ihnen.

Ich möchte drei Fragen formulieren:

1. Nach den Erfahrungen der Vererbungswissenschaft wird jede biologische Entwicklung, auch jedes tierische Verhalten, in hohem Grade von Erbfaktoren bestimmt. In welchem Grade führen uns diese Erfahrungen auch für den Menschen zu einem stark deterministischen Standpunkt?

2. In welchem Grade wird eine strenge Bedingtheit, wenn nicht durch Erbfaktoren, so dann durch die Umwelt gegeben – eine Umwelt, die beim Menschen ihre ganz besondere Art und Mannigfaltigkeit hat? Der Mensch ist ein soziales Lebewesen. Das Erbgut ist mit der Befruchtung festgelegt. Dann vollzieht sich die Entwicklung des Keimes zunächst in der uterinen Umwelt der Mutter. Nach der Geburt folgt eine Periode, in der die Mutter als ernährendes und hegendes Wesen ausschlaggebende Bedeutung hat. Dann endlich entwickelt sich das Kleinkind hinein in eine soziale und eigentlich menschliche Umwelt, in eine sprachliche Gemeinschaft mit anderen Menschen, mit einer ungeheuer vielgestaltigen Tradition, Kultur, Zivilisation und Technik. In welchem Grade sind auch *diese* Einflüsse, so fragen wir, deterministisch? Und es ist weiter zu sagen, daß wir mit dieser eigentlich menschlichen Umwelt schon den Rahmen des rein Biologischen überschritten haben.

Dies gilt erst recht für die dritte, die menschlichste Frage:

3. In welchem Grade hat das menschliche Individuum auch den höchsten Säugetieren gegenüber eine neue Möglichkeit: die freie Entscheidung über seine Handlungen, über das, was es aus seiner individuellen Veranlagung macht?

Wie notwendig hier eine kritische Betrachtung der Grenzen ist, mögen (in freier Kürzung) zwei sich ergänzende Zitate deutlicher machen: Das eine stammt von G. Just (1951), dem kürzlich verstorbenen Humangenetiker, der die Arbeit vieler Jahre den Beziehungen zwischen menschlicher Erbgrundlage, sozialer Umwelt und geistigen Leistungen gewidmet hat. «Was alles bietet sich», sagt er, «unter dem Namen Anthropologie heute an, wo überall von der Dringlichkeit der Aufgabe gesprochen wird, ein neues Bild des Menschen aufzurichten, wo die Antworten sich über die ganze Skala denkbarer Möglichkeiten ausbreiten. ... Es gibt nicht nur eine, sondern eine ganze Reihe philosophischer, theologischer, medizinischer Anthropologien. ... Gegenüber ihnen hat die biologische Anthropologie eine bescheidenere Aufgabe: Sie will nicht ein ideelles Bild des Menschen (in metaphysischem Sinn) aufrichten, sondern sie sucht – mit induktiven Mitteln – nur das *natürliche* Bild des Menschen, die Lebenserscheinung Mensch so unverzerrt wie möglich aufzufangen. Sie will nicht *fordern*, sondern feststellen, nicht *werten*, sondern beobachten...» (l. c., S. 41ff.) Auch in dieser Beschränkung umfaßt die biologische Anthropologie durchaus legitim Gebiete über die Tierkunde hinaus, indem sie die dem Naturforscher zugänglichen *menschlichen Eigenschaften und Umwelten einzubeziehen* hat. Hierher gehören ein Teil der sozialen Beziehungen, biologisch-medizinisch die Beziehungen zwischen Hormonen und psychischem Verhalten sowie ein Teil der Psychologie, wieviel von ihr, darüber sind sich, soviel ich sehe, die Psychologen selbst nicht einig.

«Umgekehrt», fährt Just fort, «bedarf die biologische Anthropologie eines kritisch philosophischen Oberbaues, um, soweit dies wissenschaftlich überhaupt erreichbar ist, ein *Gesamtbild* vom Sein und Wesen des Menschen zu geben.» Aber dieser Oberbau darf sich nicht «vom Boden

der biologischen Wirklichkeit allzuweit entfernen und von einem verzerrt gesehenen Anthropos ausgehen» (1. c., S. 45).

Das andere Zitat entnehme ich G. BALLYS Artikel «Der psychische Begriff in der medizinischen Psychologie» (1946): «Auf drei Weisen kann der Mensch *sich selbst* zum Gegenstand werden: als physikalisch-chemisch zu ergründende Natur; als biologisch zu erforschende lebendige Substanz; als *psychologisch zu beschreibendes* Lebewesen.» Dabei ist das wesentliche, über das JUSTsche Zitat hinausführende, das eigentliche Problem darin gegeben, daß wir uns selbst zum Gegenstand werden können, «daß ich in der freien Besinnung auf mich selbst mir selbst zur Aufgabe werde ... daß ich also mein Leben nicht einfach leben kann, sondern *führen* muß» ... daß der Mensch «die Freiheit hat, Selbstverwirklichung zu wollen – oder nicht zu wollen» (1946, S. 14f.). Es hat seinen tiefen Grund, daß in einem Fall der Biologe, im anderen Fall der Arzt spricht.

* * *

Kehren wir zunächst zur Frage der Determination durch das Vererbungsgeschehen zurück. Es ist bemerkenswert und beinahe schon trivial, daß die Ergebnisse der Erbforschung in sich selbst weniger deterministisch sind, als sie manchenorts betrachtet werden. Sie finden bei C. STERN in seinen 1950 erschienenen Grundlagen der menschlichen Vererbungslehre ein fesselndes und gut belegtes Kapitel über die Wirkung der Gene, der in den Chromosomen gelegenen Erbfaktoren. Diese Wirkung ist bei sehr vielen Genen unregelmäßig, und zwar aus entwicklungsphysiologischen Gründen: Der Weg vom Gen bis zu seiner Äußerung im Merkmal ist weit; er ist ein äußerst kompliziertes *Netzwerk* zahlreicher Entwicklungsprozesse, in dem die Genwirkungen an vielen Stellen durch fremde Einflüsse geändert werden können, sei es durch andere Gene, durch die Plasmaverteilung, sei es durch Faktoren der verschiedenen Umwelten oder durch die Kompliziertheit der Prozeßkette überhaupt.

Es sei hier aus der Morphologie nur *ein* Beispiel der menschlichen Genetik genauer betrachtet: *die Ausbildung des Klumpfußes*, des pied bot (WERTHEMANN, 1952). Der Klumpfuß ist nach innen gekrümmt, seine Sohle nach abwärts gebogen (Spitzfuß); das Fersenbein steht schräg.

Es ist sicher, daß er stark erblich bedingt ist und wahrscheinlich auf einem rezessiven Faktor beruht. Berechnet auf die Gesamtbevölkerung, hat er eine Häufigkeit von ½ bis 1 Promille. In einzelnen Familienkreisen erreicht er jedoch eine Häufigkeit von 13 bis 16 Promille, also rund das 20fache; dies spricht durchaus für Erblichkeit.

Was uns hier besonders angeht, ist der *Ausbildungs- oder Manifestationsgrad* dieser Mißbildung, d. h. der Wirkungsgrad ihrer Erbgrundlage. In der Hälfte der Fälle hat nur *ein* Fuß den Klumptypus, der andere ist normal. Aber natürlich haben die Zellen beider Füße die gleiche Erbanlage; diese ist jedoch nur bei der Entwicklung des einen Fußes wirksam geworden.

Für die herabgesetzte Manifestation spricht auch die Untersuchung von eineiigen Zwillingen. Diese haben infolge ihrer Entstehung aus dem gleichen Ei ein gleiches (chromosomales) Erbgut. Unter 40 EZ-Paaren waren aber nur in 13 Fällen beide Paarlinge wenigstens einseitig klumpfüßig. Bei den übrigen 27 Paaren war ein Paarling normal. Was vorhin für die beiden Füße einer Person gegolten hatte,wiederholt sich hier für erbgleiche Individuenpaare. Der Manifestationsgrad ist auch hier herabgesetzt.

4. Von Interesse ist noch folgendes: Der Klumpfuß stellt sehr wahrscheinlich wie viele andere Mißbildungen eine erbbedingte Entwicklungshemmung dar. Die Entwicklung geht bis zur 6.–8. Woche normal; aber die nachfolgenden Gestaltungsprozesse sind gestört. Es werden wohl ungefähr die richtigen Knochenelemente gebildet; sie sind aber von mehr oder weniger abweichender Form und abweichender Stellung. Auch die zugehörige Muskulatur und die Bänder werden topographisch und in den Maßen abnormal, was zu weiteren Störungen führt. Diese komplizierte «Maschinerie» muß man sich vor Augen führen, um zu verstehen, was Erbanlage und embryonales Entwicklungsmuster (hier für die Knochen- und Muskelelemente) bedeuten. Von kleinen ersten Abweichungen, die nicht in beiden Fußanlagen gleich zu sein brauchen, können im Weiterschreiten der Entwicklung variable schwere Störungen ausgehen.

Wieso es dann bei symmetrischen Organen zu verschiedener Ausbildung kommt, für diese Frage finden wir bei GOLDSCHMIDT (1938, S. 223) eine interessante Betrachtung. Darnach stellen sich schwankende Manifestationen und Asymmetrie vor allem ein:

1. wenn Gene in ihrer Wirkungsstärke abgeschwächt sind, von denen Wachstumsprozesse (Förderung oder Hemmung) abhängen; in diese Gruppe gehört offensichtlich der Klumpfuß hinein;

2. wenn in der Embryonalentwicklung «Engpässe» in der Ausbreitung genbedingter Wachstumsfaktoren vorhanden sind. Sie steigern die Möglichkeit der Ungleichheit. Man braucht nur daran zu denken, daß das Wachstum von der Blutzufuhr, von Hormonen und (z. B. bei der Gliedmaßenentwicklung) auch von der Nervenversorgung abhängt, so haben wir Beispiele solcher Engpässe.

* * *

Die Genetik führt, entwicklungsphysiologisch betrachtet, automatisch zu einer weiteren Tatsache von großer allgemeinbiologischer Tragweite. Wir betrachteten schon, daß jede Genwirkung erst über ein sehr verwickeltes Netzwerk von embryonalen Prozessen zu dem endgültigen Merkmal führt. In diesem Netzwerk befinden sich Wirkungsorte für äußerst zahlreiche Gene. Dementsprechend wird *jede* Eigenschaft nicht nur von *einem*, sondern von *sehr vielen* Genen kontrolliert. Auch die Zeit, nicht nur der Ort ihrer Wirkung ist normiert. Von dieser polygenen Grundlage der Merkmalsbildung aus gelangen wir zu einem prinzipiellen Gegensatz zwischen zwei Hauptphasen des individuellen Werdens:

Die Verteilung und Übertragung der Erbfaktoren im Kern (also mindestens des größten Teiles des Erbgutes) von den Eltern auf die Kinder durch die Geschlechtszellen und die Befruchtung geschieht «organisiert zufallsmäßig». So müssen wir diese Verteilung nennen, weil dafür gesorgt ist, daß jeder Geschlechtszelle von jeder Erbfaktorenkategorie ein Vertreter einverleibt wird.

Aber mit der embryonalen Entwicklung des Individuums ändert sich das Bild. An die Phase der Verteilung der Erbfaktoren schließt jetzt die Phase ihrer intensivsten *Zusammenwirkung* an. Dies gilt sowohl für die einzelne Zelle wie für vielzellige Organe und für den Keim als Ganzes. Hier hat die Entwicklung in hohem Grade die Fähigkeit, die *Tendenz*, ein proportioniertes, harmonisches, in seinen Funktionen ausgeglichenes Ganzes zu werden. Dies kommt ja auch schon im SPEMANNschen Terminus des embryonalen «Organisators» und in der «Selbstorganisation» zum Ausdruck. Sie ist eine ebenso grundlegende Fähigkeit des sich entwickelnden Keimes, wie es die beschränkt zufallsmäßige Verteilung der Erbfaktoren in der Übertragungsphase war. Mit Sicherheit spielt dabei nicht nur der durch den Kern übertragene Genbestand, sondern auch der Bau des Eiplasmas eine wichtige Rolle. Aber *wie* sich in diesem Doppelsystem die Gen- und Plasmavorgänge verflechten, ist größtenteils unbekannt. Es läßt sich wohl sagen, daß von dieser Organisationsfähigkeit die Sicherung der normalen Entwicklung zu einem großen Teil abhängt. Lassen wir dahingestellt, ob sich in ihr, wie es SPEMANN einmal vorsichtig andeutete (1936, S. 278), eine fundamentale psychische Eigenschaft der lebenden Substanz ausdrückt. Ein Beweis ist nicht zu führen.

Schließlich ist eine dritte Betrachtung hinzuzufügen, wobei wir auch hier zunächst bei morphologischen Eigenschaften bleiben wollen: Der allergrößte Teil der in ihrem Erbgang analysierbaren Eigenschaften beim Menschen bezieht sich nicht auf normale Charaktere, sondern auf abweichende, oft anormale, oft pathologische Varianten derselben. Diese werden gerade durch ihren *abweichenden* Charakter erst genetisch verfolgbar.

So kennt man (WERTHEMANN, 1952) für die Fuß- und Handentwicklung etwa ein Dutzend verschiedener angeborener Anomalien, die Einzelgenen zugeordnet werden können, neben dem Klumpfuß z. B. die Ausbildung von mehr oder weniger als fünf Zehen, die Verdoppelung der großen Zehe, diejenige von Mittelfußknochen usw. Sie erweitern das Bild, das wir uns von der Steuerung der Fuß- oder Handentwicklung durch Erbfaktoren machen können; aber trotzdem ist es schwer, von den anormalen Fällen zur Erbbedingtheit der normalen Entwicklung als Ganzem zu kommen. Diese kennen zu lernen ist aber das allgemeine Ziel.

Fassen wir zusammen:

1. Es ist richtig, daß der Erbfaktorenbestand einen mosaikartigen Charakter hat und glücklicherweise für jedes Individuum mosaikmäßig neu zusammengestellt wird.

2. Ebenso richtig aber ist, daß die embryonale Entwicklung als Einheit verläuft, in die sich die Wirkung der Gene einordnet.
3. Es ist weiter nicht unwesentlich, daß wir mit variabeln Genwirkungen rechnen müssen, da gerade damit Möglichkeiten für die Wirkungen der Umwelt gegeben sind. Alle drei Dinge sind biologisch eine Grundlage für die Individualität und, auf das Psychische projiziert, für die Persönlichkeit, dieses höchste Glück der Erdenkinder.

* * *

Damit kommen wir zur Betrachtung der zweiten Gruppe von Faktoren, zu denjenigen der Umwelt. Es dreht sich darum, wie diese Einflüsse mit den Wirkungen der Erbfaktoren in Beziehung zu setzen sind, mögen diese nun im Kern liegen (Gene) oder im Plasma. Auch hier möchte ich nur *ein* Beispiel betrachten: die Möglichkeit des *Phänokopierens*. Man kann durch *äußere* Einwirkungen Entwicklungen auslösen, die normalerweise durch Erbfaktoren hervorgebracht werden. Dies eben sind Phänokopien. Ein sehr schönes Beispiel hat Gloor (1945) in Zürich für Drosophila ausgearbeitet.

Es gibt bei dieser Fliege eine erbliche mehr oder minder kopflose Anomalie, namens cryptocephal (crc). Sie wird durch einen einfachen rezessiven Erbfaktor verursacht, der im II. Chromosom liegt. Oder richtiger gesagt: Der Kopf wird zwar gebildet, aber nicht, wie in der normalen Entwicklung, ausgestülpt. Die Wirkung des Erbfaktors crc, der den Ausstülpungsprozeß hemmt, trifft außerdem noch andere Eigenschaften an verschiedenen Organen. Mit anderen Worten: Es entsteht ein kompliziertes Schädigungs- und Hemmungsmuster.

Und nun das für uns Wesentliche: Die gleichen Anomalien entstehen, wenn junge normale Drosophilapuppen (Vorpuppen) während 40 Min. einer Temperatur von 40° ausgesetzt werden. Der Umweltfaktor hat also in einer bestimmten Entwicklungsphase in die Maschinerie der Puppenentwicklung wie ein Erbfaktor eingegriffen. Das Geleise der Maschinerie ist dabei die Grundlage, der Erb- oder stellvertretend der Außenfaktor bewirkt als Auslöser die Abweichung vom normalen Entwicklungsweg.

Das, worauf es hier ankommt, ist diese Vertretbarkeit. Umweltfaktoren und Erbfaktoren stehen einander, worauf auch Herr Bleuler hinweisen wird, nicht *gegenüber* als zwei in ihrer Wirkung gegensätzliche Faktorengruppen, sondern sie bilden, etwas extrem gesagt, in den Geleisen der Embryonalentwicklung eine Einheit. – Solcher Phänokopien gibt es viele. Immer werden dabei durch bestimmte Umweltfaktoren Entwicklungsbesonderheiten hervorgerufen, für die sonst Erbfaktoren verantwortlich sind.

Wir haben mit allem Gesagten gegenüber der atomistischen Betrachtung der einzelnen Erbfaktoren die Vorstellung des embryonalen *Entwicklungsmusters* betont. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß solche Muster auch in der Stammesgeschichte weiter wirken. Wenn Erbfaktoren

mutieren, wirken sich die Veränderungen in einem schon vorhandenen Entwicklungsmuster aus, und damit werden ihren Wirkungen bestimmte Richtungen gegeben. Diese Vorstellung ist nahe verwandt mit derjenigen der Orthogenese. Wie die Paläontologie zeigt, sind in der Stammesgeschichte Formen*reihen* recht häufig, in denen eine einmal eingeschlagene Entwicklung Schritt für Schritt weiter geführt wird bis zu einem spezialisierten Endtypus. Bekannte Beispiele sind die Stammreihen der Pferde oder der Elefanten im Tertiär. Sie können, wenn wir theoretisch weiter interpretieren, als *finale* Entwicklung gedeutet werden. Jedenfalls aber bildet das zu Beginn der Reihe bestehende Entwicklungsmuster eine kausale richtunggebende Grundlage. Es hat, um einen Ausdruck Cuénots (1950) zu gebrauchen, ein «potentiel évolutif». «Bien que je range», sagt der Autor weiter (1. c., S. 537), «l'explication des orthogénèses parmi les incertitudes ... je crois que les fondateurs des lignées (die Ausgangsformen der Stammreihen) ont en puissance le déroulement futur des espèces avec lequel interfèrent les effets du milieu, c'est-à-dire du hasard.» Weder die paläontologischen noch die vergleichend-anatomischen Befunde erlauben es jedoch, die Entwicklung des gesamten Tierreiches unter diesem Gesichtspunkt, etwa als Orthogenese auf den Menschen hin, zu betrachten, wie dies u. a. H. P. Lecomte Du Noüy (1947) vorschwebte.

* * *

Gehen wir nun zu geistigen Eigenschaften über, so ergibt sich sofort ein Gegensatz:

Für den Vererbungsforscher wird die Erbanalyse durch die Feststellung mendelnder Gene und die Untersuchung ihrer Wirkungen gekrönt. Dann ist seine Analyse klar. Demgegenüber ist für geistige Eigenschaften zu sagen: Wir wissen zwar, daß psychische Eigenschaften sicher teilweise erbbedingt sind. Aber wir konstatieren ihre Erbbedingtheit fast immer nur als unaufgelösten Komplex; für den genaueren Erbgang, für die Wirkung einzelner Erbfaktoren haben wir nur geringe Unterlagen. «Wir kennen keinen einzigen Mendel-Fall», sagt Just (1951) «für ein streng psychisches Merkmal. Musikalität – welches sind ihre Komponenten? ... Krankhafte Störung des Geisteslebens – Schizophrenien – aber gerade hier ist alles im Fluß (wie Sie von Kollegen Bleuler hören werden), ... Kriminalität, soweit sie nicht von außen ausgelöst ist – aber Kriminalität ist nichts Einheitliches, ... psychomotorisches Tempo, d. h. das persönliche Tempo – vielleicht selber komplex ohne unmittelbare Entsprechung von Physischem und Psychischem» (1. c., S. 16).

Es ist begreiflich, daß für die Reichweite von Erbgut und Umwelt und für die Zusammenarbeit dieser beiden Kräfte bei der Entwicklung geistiger Eigenschaften als menschliches Material gerade die eineiigen Zwillinge in großem Umfang herangezogen worden sind. Die große morphologische Ähnlichkeit solcher erbgleicher Zwillinge geht bis ins Einzelne, bis in die Detailbildung der Ohren, der Nase, des Gesichts über-

haupt, des Knochenwachstums usw. Sie läßt für die Bestimmung der körperlichen Entwicklung unbestreitbar ein Übergewicht des Erbgutes erkennen.

Wie weit dies aber auch für geistige Eigenschaften gilt, ist sehr schwer festzustellen. Auch sei vorweg bemerkt, daß Zwillingsuntersuchungen im Gegensatz zur Kreuzungsanalyse niemals zur Feststellung einzelner Erbfaktoren, sondern nur in globo zur Feststellung einer Erbgrundlage als Gesamtheit führen können.

Ein großes Material liegt für geistige Debilität vor: bei eineiigen, erbgleichen Zwillingspaaren sind in 94 % der Paare jeweilen beide Paarlinge debil, bei zweieiigen, erbungleichen Paaren nur in 50 %. Damit ist die Erbgrundlage der Debilität sehr deutlich gezeigt (STERN, l. c., S. 494).

Viel schwieriger ist die Frage für normale geistige Eigenschaften zu beantworten. Dabei wurde vor allem in den USA mit Testen für die verschiedenen geistigen Fähigkeiten und Charaktere gearbeitet, für Intelligenz im engeren Sinn, Unterrichtsleistungen, Geschicklichkeit, Willens- und Gemütscharaktere. Es ist hinzuzufügen, daß solche Teste allmählich zu einer gut durchgearbeiteten Methodik geworden sind und daß auch die Fehlerquellen genauer gewürdigt werden.

Das folgende ist nur ein äußerst kleiner Ausschnitt aus den zahlreichen Untersuchungen dieser Richtung.

NEWMAN und seine Mitarbeiter haben folgende drei Gruppen von Zwillingen mit dem BINETschen Intelligenztest untersucht (vgl. STERN, l. c., S. 495):

52 zweieiige, also *erbverschiedene* Zwillingspaare, deren Paarlinge jeweilen (in der Familie) zusammen aufwuchsen; also ZZ, *Umwelt-ähnlich.*

50 eineiige *erbgleiche* Zwillingspaare, die Paarlinge auch hier zusammen aufwachsend = EZ, *Umwelt-ähnlich.*

22 eineiige *erbgleiche* Zwillingspaare, wobei die Paarlinge jeweilen als Adoptivkinder in verschiedenen Familien, meistens auch an verschiedenen Orten, getrennt aufwuchsen; also EZ, *Umwelt-verschieden.*

Der Test ergibt in Punkten, wie groß jeweilen die *Differenz zwischen den zusammengehörenden Zwillingspartnern* für die geprüften Eigenschaften ist, und aus der Gesamtheit der Paare jeder Gruppe läßt sich ein Mittelwert der Punktzahlen berechnen. Dann ist theoretisch folgendes zu erwarten: Wenn nur das Erbgut maßgebend ist, sind bei den EZ, seien sie nun Umwelt-ähnlich *oder* Umwelt-verschieden aufgewachsen, gleiche Werte zu erwarten. Wenn dagegen nur die Umwelt entscheidet, sind in den Gruppen der Umwelt-ähnlichen EZ *und* ZZ gleiche Werte vorauszusehen.

Das Resultat war wie folgt: Die Testmittelwerte zeigen für die Gruppe ZZ-Umwelt-ähnlich eine große Differenz, nämlich 8,5, für die EZ-Umwelt-ähnlichen Paare eine kleine Differenz, 3,1. Für die Gruppe EZ-Umwelt-verschieden steht die Differenz *in der Mitte* und beträgt 6,0. Dies spricht für die *Zusammenwirkung* beider Faktorengruppen (Erbgut und Umwelt).

Beeinträchtigt wird das Ergebnis durch den Umstand, daß die Testresultate auch schon beim gleichen Individuum variieren und außerdem auch innerhalb der gleichen Gruppe von Paar zu Paar stark verschieden sind. Die Berechnung in Mittelwerten zeigt also nur eine scheinbare Einheitlichkeit.

Naturgemäß sind die getrennt aufwachsenden eineiigen Zwillinge die interessanteste Gruppe. Für sie haben NEWMAN und seine Mitarbeiter (1942) versucht, die *Abhängigkeit* der Intelligenzentwicklung (immer gemessen durch Teste) *vom Milieu* zu verfolgen. Letzteres ließ der Autor durch fünf unabhängige Gutachter bewerten nach einer Skala von 0 bis 50 unter den Gesichtspunkten: Länge der Schulzeit, Bedingungen der Erziehung, soziale und hygienische Verhältnisse. Dann läßt sich die Frage prüfen, ob und in welchem Grade durch ein günstigeres Milieu die Intelligenzleistung gehoben wird. In einer größeren Zahl von Fällen trifft dies auch zu, in einer nicht unbedeutenden Zahl von Fällen aber nicht. In einem Fall war der Zwillingspartner, der im sozial ungünstigeren Milieu aufwuchs, seinem begünstigten eineiigen Zwillingsbruder sogar erheblich überlegen.

Natürlich hat es ein großes Interesse, außer Intelligenzleistungen auch die verschiedenen Charaktereigenschaften zu untersuchen. Diese scheinen in verschiedenem Grade erbbedingt zu sein (NEWMAN, 1. c.). Nach Stufen von stärker zu schwächer erbbedingt lassen sie sich wie folgt anordnen: geistige Beweglichkeit (mental ability) > Schulintelligenz (in verschiedenen Fächern auffallend verschieden) > motorische Aktivität und emotional balance. «The human heredity-environment problem differs with respect to every character studied. There is no general solution for the problem as a whole.» (NEWMAN et al., 1942, (S. 151.) Auch GOTTSCHALDT (1939 u. a. O.) ist zu Abstufungen gekommen, die sich aber nicht mit den NEWMANschen zu decken scheinen.

Es fragt sich, wie weit man mit der Bewertung in Testzahlen kommt. Die Wirkungen der Umwelt wie der angeborenen Veranlagung lassen sich, wofür Herr BLEULER ein schlagendes Beispiel geben wird, jeweilen nur für den Einzelfall und nur an der ganzen individuellen Lebensgeschichte ablesen.

Ich möchte diesen Abschnitt mit einer, wie mir scheint, richtigen und grundsätzlichen Bemerkung STERNS abschließen (1950, S. 503): «Die Diskussion, über den Einfluß von Erbgut und Umwelt auf die Entwicklung geistiger Eigenschaften ist sehr oft hitziger (auch wohl schematisierender, d. V.) geführt worden, als es bei wissenschaftlichen Problemen üblich ist. Vererbung und Umwelt wurden als Kräfte gegensätzlicher Grundanschauungen betrachtet, und man versuchte mit der Existenz der einen die Nichtexistenz der anderen zu beweisen. Manche Untersucher, die von den Tatsachen der Vererbung stark beeindruckt waren, suchten die möglichen Umwelteinflüsse wegzuerklären (explain away).» Ebenso geschah das Umgekehrte. «Die Schwierigkeiten, beim Menschen völlig kontrollierte und klare Untersuchungsbedingungen zu haben, sind so groß, daß man praktisch bei jeder Untersuchung Lücken

finden wird. Der Genetiker kann keine a-priori-Grenze gegenüber einer spezifischen Umwelt setzen. Andererseits wird die Annahme verschiedener geistiger Begabungen eine bessere Hilfe sein für die Ausbildung günstiger Umwelten als das Suchen nach einem „standardisierten besten Milieu" unter der Annahme, für Normalbegabungen gäbe es keine erblichen Differenzen.»

* * *

Damit wäre nach der Formulierung des Titels meine Betrachtung beendet. Der Mohr, hoffe ich, hat seine Schuldigkeit getan und könnte gehen. Aber eine kurze Betrachtung glaube ich doch auch der letzten, menschlichsten Frage, dem Problem der geistigen Entscheidungsfreiheit, schuldig zu sein, obgleich der Biologe hier mehr als Zaungast am Rande steht.

Man kann dieses Problem vergleichend-psychologisch betrachten und fragen: Welche Grundlagen für die Entstehung und Beurteilung unserer menschlichen Entscheidungsfreiheit gibt uns der Vergleich mit dem Verhalten der höchsten Säugetiere, im besonderen der Menschenaffen? Und welche fundamentalen Gegensätze trennen den Menschen von dieser Gruppe? Eine solche Fragestellung liegt dem Biologen naturgemäß besonders nahe. Denn mit der Tatsache, daß der Mensch bei aller Sonderart morphologisch sicher den Primaten angehört, wird auch für seine psychischen Eigenschaften das Problem der stammesgeschichtlichen Ableitung gestellt.

Ich beschränke mich auf diese Fragestellung. Es kann sich hier schon aus Raumgründen nicht darum handeln, das gesamte äußerst komplexe Problem der morphologischen und geistigen Sonderart sowie der Stammesgeschichte des Menschen ausführlicher zu betrachten. Dem folgenden Abschnitt liegen Arbeiten von Fischel, Bally, Gehlen, Lorenz und Portmann zugrunde[1].

Das Säugetier niedriger Stufe steht nur in Beziehung zur Vergangenheit. Wo die Zukunft eine Rolle spielt, sind die Handlungen erbmäßig

---

[1] Ich danke Frau Dr. Meyer-Holzapfel für wertvolle Literaturhinweise und für kritische Besprechungen. Der Leser findet eine vielseitige kritische Auseinandersetzung in dem Buche von A. Gehlen, das 1950 in 4. Auflage erschienen ist, ausführliche, aber weniger auf den Menschen als Sonderart eingestellte Darstellungen in Heberer (1943), eine interessante Untersuchung über die Bedeutung des Spiels für das Problem der Freiheit in G. Bally (1945), ferner tier- und humanpsychologisch vergleichende Untersuchungen bei Fischel und Lorenz. Insbesondere letzterer hat in einem Aufsatz (1950) die Beziehungen zwischen dem Verhalten der höheren Säugetiere und des Menschen eingehend erörtert. Von A. Portmann ist das Buch «Biologische Fragmente zu einer Lehre vom Menschen» 1951 in 2. Auflage erschienen.

Wohl auch bei diesem problematischen Stoff könnte man das Sternsche Zitat wiederholen, es werde die Diskussion oft hitziger geführt, als es bei wissenschaftlichen Problemen üblich ist. Die Grenze zwischen wissenschaftlicher und weltanschaulicher Darlegung ist früher oft verloren gegangen, und dies geschieht auch heute.

gebunden und nicht direkt zielbezogen. So versteckt zwar das Eichhörnchen Nahrungsvorräte und findet auch später einen Teil davon wieder, indem es generell nach Depotplätzen sucht. Aber es sucht nicht *bestimmte* Vorräte an ihren *besonderen* Plätzen wieder auf.

Der Säuger höherer Stufe aber bekommt außer der Beziehung zur Vergangenheit auch eine freiere Beziehung zum Handlungsziel, zur Zukunft überhaupt.

Nur ein Beispiel:

Ein Schimpanse sieht eine außerhalb seines Käfigs liegende Banane. Er holt sie, wenn sie nahe genug liegt, mit dem Arm durch die Gitterstäbe herein. Wenn sie außer Armreichweite liegt, gebraucht er zur Verlängerung des Armes als Werkzeug einen Stock, einen Ast, einen Haken, auch (ganz unzweckmäßig) ein Tuch, oder, im Fall höchster Leistung, zwei Stöcke, die er ineinander zu stecken entdeckt hat. Diese Armverlängerungen können irgendwo im Käfig liegen. Er braucht sie nicht zusammen mit der Banane im Blickfeld zu haben. Er kann ihre Brauchbarkeit *vorweg* denken. Er kann, auch in *neuen* Situationen, tun, was Erfolg bringen wird. Sehr oft ist diese Zielbezogenheit nur locker, unordentlich, spielerisch und die Werkzeuge ungeeignet. Aber dennoch bedeutet sie trotz Fehlschlägen (nach FISCHEL) eine größere Ausnützung von Erfahrungen. Damit steht ihm verhältnismäßig viel Zeit für Betätigungen zur Verfügung, die über die bloße Lebens*haltung* hinausgehen und zu einer erweiterten Lebens*gestaltung* führen können. Gleichzeitig geben sie ihm eine erweiterte sachlich-objektive Erfahrung der Umwelt, eine Erfahrung, die in höchstem Grad durch eine bei vielen Tieren vorhandene angeborene Neugier unterstützt wird. Diese treibt sie zur Untersuchung aller in ihrer Umwelt erreichbaren Gegenstände. Das Tier wird «weltoffen». – So bekommt der Stock – wir nehmen das Beispiel des Schimpansen wieder auf – eine Fülle verschiedener Eigenschaften (er ist lang, hohl, kann zum Graben, Stechen, Hebeln und Klettern oder als Prothese benützt und andere Gegenstände können in ihn hineingesteckt werden). Er wird zum Spielobjekt und damit zu einem «schöpferischen» Gegenstand, durch den in den verschiedensten Situationen neuartiges Handeln angeregt werden kann. Nach BALLY führt vor allem das Spiel der Jungtiere, auch gerade bei höheren, sozial lebenden Säugern zu dieser Weltoffenheit. Sie verschwindet mit dem Eintritt der Geschlechtsreife. Im Alttier dominiert ein stärker erblich festgelegtes Verhalten, ein «tierischer Ernst», der uns bei alten Menschenaffen so starken Eindruck macht.

Für den Menschen schließt hier eine zweite fundamentale Tatsache an: Bei ihm ist, verglichen mit allen höheren Säugetieren, die Jugendphase ganz auffallend verlängert; der erwachsene Zustand und die Geschlechtsreife wird erst viel später erreicht (retardierte Entwicklung). Damit konnte auch die Weltoffenheit in hohem Grade gesteigert werden. Nach BALLY ist diese Ausdehnung des Spielalters verbunden mit dem Zurücktreten der Instinktziele ein ausschlaggebendes Moment für die geistige Entwicklung des Menschen gewesen. Mit ihm öffne sich «der

menschliche Weg, der Weg zur Kultur» (1945, S. 75), von der Natur hinweg.

Daß das Spiel des jugendlichen Alters für die psychische Entwicklung des Menschen eine große Bedeutung hat, ist ein suggestiver, schon auf Schiller zurückzugehender Gedanke. Immerhin sind – vergleichend-psychologisch betrachtet – Bedenken anzumelden: Bleiben wir beim Beispiel der Affen, da ihre Organisation (Greifhand, Augentier) derjenigen des Menschen nahesteht. Wohl muten die Spiele der jungen Affen in Gefangenschaft sehr menschenkinderartig an. Ob aber dieses Spielen auch in freier Natur ebenso mannigfaltig-weltoffen ist, bleibt unsicher, und naturgemäß muß die Ausgangsbasis für alle stammesgeschichtlichen Überlegungen der freie Naturzustand sein.

Ferner ist mit FISCHEL (1936, 1939) und GEHLEN (1. c. S. 159, «Leistungsgrenzen der Tiere») hervorzuheben, daß die Grenze der schöpferischen Tätigkeit der jungen Anthropoiden im Vergleich zum Menschen *sehr* tief liegt. Die Ziele, um die sich das Tier bemüht, sind meistens vom Menschen oder der Natur, nicht aber *vom Tiere* selbst gesetzt. Wenn LORENZ (1950, S. 489) die Experimentierspiele und den Neugiertrieb des seine Umwelt untersuchenden Affen mit dem Forschungstrieb des Mannes als «fundamental identisch» bezeichnet, so ist dies eine wohl sehr optimistische Deutung. Der Wert des Spieles als eines Faktors für die Entstehung der Weltoffenheit wird durch diese Einwendungen nicht beeinträchtigt.

Zur Retardierung der menschlichen Entwicklung stehen die Besonderheiten des morphologischen Baues in engster Beziehung. Der Mensch *behält* charakteristisch jugendliche Züge (hohe Schädelwölbung, Unterstellung der Gebißregion unter die Hirnschädelregion, sehr hohes Hirngewicht, freigelegte Hand, Standfuß, unbehaarte Haut; vgl. GEHLEN, 1. c., S. 107). Gleichzeitig bleibt er, wie dies für jugendliche Zustände allgemein gilt, auffallend unspezialisiert. Er steht damit dem jugendlichen und sogar dem fötalen Bau der Menschenaffen und der Primaten überhaupt nahe, steht zugleich in starkem Gegensatz zum ausgewachsenen Anthropoiden. Es ist klar, daß dieser dauernd jugendliche Bau der Annahme entgegenkommt, daß beim Menschen parallel zum körperlichen Verhalten auch psychisch die jugendliche Weltoffenheit zu einem Dauerzustand geworden ist. Hier verbindet sich die Frage der fundamentalen Sonderart des Menschen mit dem Problem seiner Stammesgeschichte. PORTMANN (1951 u. a. O.) nimmt auf Grund vergleichend-embryologischer Untersuchungen an, es sei beim Menschen die früher sehr lange (zweijährige) uterine Entwicklung durch Frühgeburt stark abgekürzt worden. Infolgedessen durchlaufe der neugeborene Mensch eine beträchtliche Zeit, die eigentlich noch in die uterine Phase gehören würde, extrauterin. Gerade damit habe sich seine Weltoffenheit zum spezifisch menschlichen Typus gesteigert.

Wie viele stammesgeschichtliche Fragen bleibt auch diese Hypothese der Entstehung des Menschen ohne entscheidende Beweise. Paläontologisch ist sie nicht faßbar. Daß im Tierreich juvenile Stadien zu

Ausgangspunkten gerade für stammesgeschichtlich *stark abweichende* neue Entwicklungen geworden sind, ist wahrscheinlich. So kann man die Tausendfüßler*larve* als Ausgangsform für den Insektentypus betrachten. Zahlreiche Fälle einer derartigen Entstehung neuer Typen — durch Neotenie — sind in DE BEER (1951) zusammengestellt.

Viel schwerer ist vorstellbar, daß eine solche stammesgeschichtliche Entwicklung bei Säugetieren von einer Frühgeburt, die auf den mütterlichen Organismus angewiesen ist, ausging.

Die auffallend lange Jugendphase des Menschen hat auch LORENZ, von tierpsychologischen Beobachtungen her, zu einer Neoteniehypothese geführt. Die dauernd jugendlichen Charaktere des menschlichen Baues sowie die Verzögerung der Geschlechtsreife werden nach diesem Autor in erster Linie durch Domestikation herbeigeführt. In der Tat neigen domestizierte Tiere wie unsere Haustiere dazu, den jugendlichen Typus länger beizubehalten. So bleibt der Haushund länger infantil als der Wolf, von dem er abstammt. LORENZ nimmt einen solchen Einfluß auch für den Menschen an. Daß dieser schon sehr früh, sobald er den Gebrauch des Feuers entdeckt hatte, in künstlichen domestizierenden Lebensbedingungen lebte (des Wohnens, der Ernährung, des Soziallebens), wird allgemein angenommen. Die nicht zu übersehende Schwierigkeit dieser Hypothese liegt darin, daß die Annahme der Domestikation nicht für den ersten Anfang, sondern erst für eine weitere stammesgeschichtliche Entwicklung des Menschen Geltung haben kann.

Mit weniger Schwierigkeiten läßt sich mit der Annahme der Domestikation eine wichtige psychologische Erwartung verbinden: Nach den Erfahrungen an Haustieren gehen bei Domestikation häufig (und auffallend rasch) *angeborene* psychische Eigenschaften verloren. Der Wolf büßte bei seiner Entwicklung zum Haushund seine Wildheit zugunsten größerer sozialer Verträglichkeit ein, während die Natur das gleiche Tier auf Wildheit festgehalten hat. Durch solche Instinktverluste wurde beim Menschen nach LORENZ eine wichtige Grundlage für eine gesteigerte Weltoffenheit gegeben.

Damit kommen wir zu der am Eingang dieses Abschnitts gestellten Frage der freien Entscheidung zurück. «Der Preis, um den der Mensch die konstitutive Freiheit seines Denkens und Handelns erkaufen mußte», ist der teilweise Abbau erbbedingter (instinktiver) Verhaltensweisen. Es ist wichtig, diesem lapidaren Satz auch die Fortsetzung folgen zu lassen, die ich etwas verkürzt wiedergebe: Niemand kann klarer als der vergleichende Verhaltensforscher «ermessen, wie absolut neu das gewaltige Regulativ der Erhaltung und Höherentwicklung des Lebens ist, das dem Menschen in seiner vernunftmäßigen Verantwortlichkeit gegeben ist». «Das moralische Gesetz in uns hat (nach dem genannten Autor) ausgesprochen den Charakter einer phylogenetisch nie dagewesenen Neuschöpfung ... Ich behaupte, daß man die Einzigartigkeit des Menschen erst zu sehen bekommt, wenn man sie von jenem Hintergrunde alter historischer Eigenschaften sich abheben läßt» (l. c., S. 494). In dieser Formulierung steckt die Grenze, die der Biologe bei der Betrachtung

der höheren menschlichen Eigenschaften erreicht. Andere Wissenschaften müssen hier die Führung übernehmen.

Aber eine Betrachtung kann der Tierpsychologe doch noch hinzufügen: In einer so komplexen Natur mit erbbedingten, weltoffen handelnden und ethischen Eigenschaften bleiben Spannungen bestehen, zumal ein sehr folgenschwerer Gegensatz: Der Mensch besitze zwar eine ungeheure Beherrschungsmöglichkeit der Außenwelt (wie das gegenwärtige technische Zeitalter überdeutlich beweist); andererseits habe er, da sein soziales Verhalten in hohem Grade auf erbbedingten konservativen Grundlagen beruhe, «eine niederschmetternde Unfähigkeit, die Probleme des menschlichen Zusammenlebens zu lösen» (1. c., S. 491). Es ist hier nicht der Raum, die mannigfaltigen Betrachtungen wiederzugeben, die LORENZ, von Tierbeobachtungen ausgehend, um diese Frage herumgruppiert. Sie sind, wenn auch großenteils hypothetisch, ungemein anregend und können als Brücke zu den Geisteswissenschaften dienen.

Es liegt in der Natur seiner Arbeit, daß ein Tierpsychologe, wenn er sich mit dem Menschen befaßt, diesen gleichsam von unten her betrachtet. Sein Objekt sind, da er vom tierischen Verhalten herkommt, die primitiven, aber doch schon rein *menschlichen* Züge. Der Tierpsychologe hat mit seiner Betrachtungsweise recht insofern, als er auf diesem Wege dazukommen kann, *Grundlagen* des menschlichen Wesens zu erkennen. Zugleich schränkt er sich damit freiwillig ein. Er kann nicht die großen geistigen Leistungen einzelner Menschen oder Kulturen der Menschengeschichte zum Gegenstand seiner Untersuchung machen, Leistungen, die nicht weniger als die Grundeigenschaften Träger der Menschheitsentwicklung sind. Ohne sie können wir uns die Entwicklung der menschlichen Kultur nicht denken. Wie PORTMANN (1951 u. a. O.) und vor allem GEHLEN (1950) hervorheben, spielt hier die besondere, auf Sprache und Tradition gegründete Art der menschlichen Gesellschaft eine entscheidende Rolle. Und gerade durch sie bestehen die großen Einzelleistungen als Beispiele menschlicher Freiheit neben denjenigen der Unfreiheit in nicht geringerer Wirklichkeit.

Kürzlich fand ich in einem Brief von HERMANN HESSE aus dem Jahr 1949 folgende Stelle (Neue Schweizer Rundschau 1952, S. 193): «Es kommt einzig darauf an, daß jedem von uns ein Erbe und eine Aufgabe mitgegeben ist. Er hat von Vater- und Mutterseite, von vielen Ahnen her, von seinem Volk, von seiner Sprache her gewisse Eigenschaften, gute und böse, angenehme und schwierige, geerbt, Talente und Mängel, und all dies zusammen ist „Er", und dies einmalige ... hat er zu verwalten und zu Ende zu leben, reif werden zu lassen und schließlich mehr oder weniger vollkommen zurückzugeben.» Hier sind vom Künstler die drei Dinge genannt, mit denen wir uns beschäftigt haben: Erbe im strengen Sinn, Umwelt in seiner geistig-menschlichen Bedeutung, ethische Bewertung und Aufgabe als höchstes menschliches Ziel. Ich glaube, ich kann meine Ausführungen nicht besser als mit diesen Worten des 75jährigen Dichters beschließen.

Literatur

G. Bally: Vom Ursprung und von den Grenzen der Freiheit. Schwabe, Basel 1945.
— Der Psychebegriff in der medizinischen Psychologie. Schweiz. Arch. für Neurologie und Psychiatrie. LVII 1946.

G. R. de Beer. Embryos and Ancestors. Rev. Edition Oxford University Press, 1952.

L. Cuénot: L'évolution biologique. Les effets, les incertitudes. Masson, Paris 1951.

W. Fischel: 1935. Vergleichende Untersuchung des Verhaltens der Wirbeltiere. Erg. d. Biologie 11.
— Tiere mit Gefühl und Verstand. Verlag Hugo Bermühler, Berlin-Lichterfelde 1936.
— 1939. Die Psyche und die Stammesentwicklung der Tiere. Zoolog. Anzeiger 127.

A. Gehlen: Der Mensch, seine Natur und seine Stellung in der Welt. 4. Aufl. Athenäum-Verlag, Bonn 1950.

H. Gloor: 1945. Zur Entwicklungsphysiologie und Genetik des Letalfaktors crc bei Drosophila melanogaster. Julius-Klaus-Archiv, Bd. XX.

R. B. Goldschmidt: Physiological Genetics. 1st ed. McGraw-Hill Book Cp. New York 1938.

K. Gottschaldt, 1939: Phaenogenetische Fragestellungen im Bereich der Erbpsychologie. Z. Abst.lehre 76.

G. Heberer: Die Evolution der Organismen. Ergebnisse und Probleme der Abstammungslehre. G. Fischer, Jena 1943.

G. Just. Vier Vorträge, Springer, 1951.

K. Z. Lorenz: Ganzheit und Teil in der tierischen und menschlichen Gemeinschaft. Studium generale, 3. Jahrg., Heft 9, Springer, Berlin.

H. Newman: Twins and Supertwins. Hutchinsons scientific and technical publications, New York 1942.

P. Lecomte Du Noüy: Human destiny. Longmans, Green & Co., London 1947.

A. Portmann: Biologische Fragmente zu einer Lehre vom Menschen. Benno Schwabe, Basel. 2. Aufl. 1951.

H. Spemann: Experimentelle Beiträge zu einer Theorie der Entwicklung. Springer, Berlin 1936.

C. Stern: Principles of Human Genetics. Freeman & Co., San Francisco 1950.

A. Werthemann: Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie und Histologie. IX, 6. Springer, Berlin 1952.

Biologie und Entwicklungslehre der Persönlichkeit

Von

M. Bleuler (Zürich)

I.

100 bis 200 Jahre lang sind alle großen Fortschritte der Medizin naturwissenschaftlichem Denken entsprungen und sind in engem Zusammenhang mit der Biologie und dem Tierexperiment entwickelt worden. Die Lehre von den Infektionskrankheiten, die Stoffwechselpathologie, die Endokrinologie, die Ernährungslehre, die Entdeckung der Antibiotica, um nur Stichworte zu nennen, gingen aus der Anwendung biologischen Forschens hervor. Die Grundlagen der Chirurgie, Asepsis, Schmerzbekämpfung, Blutstillung, gehören der Biologie an. Die auf der Biologie fußende Medizin hat die Sterblichkeit der Gebärenden auf beinahe Null reduziert, die furchtbarsten Epidemien zum Verschwinden gebracht, die Kindersterblichkeit auf einen kleinen Bruchteil der früheren herabgesetzt, viele tödliche Krankheiten heilbar gemacht, die allgemeine Lebenserwartung um viele Jahre erhöht. Begreiflich, daß sich unter diesen Umständen die Biologie in jeder Hinsicht als Grundlage der Medizin durchgesetzt hat, wie sich das schon im Lehrplan für die herangehenden Mediziner ausdrückt.

Ich weise Sie auf Binsenwahrheiten hin. Gewiß – aber es geschieht mit Absicht. Ich möchte Ihnen vor Augen führen, wie erstaunlich es angesichts solcher Binsenwahrheiten ist, daß in den letzten Jahren eine geistige Einstellung entstehen konnte, welche der biologisch gerichteten Medizin den Kampf angesagt hat, welche glaubt, daß sie am Wesentlichen der Heilkunde vorbeiführe, welche mit anderen, mehr geistigen und vergeistigten Einstellungen dem Menschen besser helfen will. Sie spricht von der materialistischen Einstellung der Medizin, empfindet das naturwissenschaftliche Denken als «kalt und unmenschlich» und ruft nach Reduktion, ja nach Austilgung des biologischen Unterrichtes für den jungen Mediziner. Sie will große Fächer wie die Psychopathologie wieder aus der Verbindung mit der Medizin heraustrennen, deren Eingliederung in die Medizin noch vor kurzem als einer der größten Kulturfortschritte gepriesen worden war.

Wie konnte die biologiefeindliche Strömung angesichts der elementaren Erfolge der biologischen Medizin Boden gewinnen? Wie können ernsthafte, hochbedeutende Männer sie vertreten? Neben tief in der

heutigen Kultur verankerten Gründen sind es wichtige Mißerfolge am Kranken selbst, die die Kritik an der biologischen Einstellung der modernen Medizin aufkommen ließen. Soviel sie nämlich erreicht hat, so hat sie doch auch auf vielen Gebieten versagt. Wir müssen offen zugeben, daß wir vielen leidenden Menschen mit unseren rein naturwissenschaftlich-medizinischen Kenntnissen bisher nur jämmerlich wenig helfen konnten: Ich denke vorerst an die sogenannten psychosomatischen Leiden. Zu ihnen gehören die banalsten Kopfschmerzen, Magenbeschwerden, Menstruationsstörungen, Kreuzschmerzen und Schlaflosigkeit; zu ihnen gehören aber auch lebensgefährliche Krankheiten wie die schwere Fettsucht, die schwere Magersucht, die Blutdruckkrankheit, die Geschwürskrankheit des Magens und viele andere. Es dämmert uns heute die Erkenntnis, daß diese wichtigen und häufigen Leiden kaum ihresgleichen am Tier haben, sondern daß sie sich eher aus dem menschlichen, geistigen Wesen erfassen und behandeln lassen.

Wenn die Fortschritte der biologisch gerichteten Medizin schon vor vielen körperlichen Leiden stillzustehen scheinen, so erst recht vor vielen seelischen. Um die Jahrhundertwende hatte die Welle der Begeisterung für die biologische Medizin die Psychiatrie völlig weggetragen. Die Psychiatrie von Wernicke und Kraepelin erwartete von ihrer Eingliederung in eine naturwissenschaftliche Systematik allein schon entscheidende Fortschritte. Heute können wir feststellen, daß die nach der älteren Biologie gerichtete Medizin in der Psychiatrie nur auf gewissen Teilgebieten große Erfolge hatte, so u. a. in bezug auf Paralyse und Krampfkrankheiten. Auf weiten Gebieten hat sie aber enttäuscht. Der Mendelismus zum Beispiel, von dem man sich die Abklärung vieler Gegebenheiten an seelisch Kranken erhofft hatte, hat diese Abklärung in keiner Weise gebracht. Ebenso haben die Hirnpathologie, die pathologische Physiologie und die Endokrinologie bisher im Kerngebiet der Psychiatrie nicht weitergeführt. Demhingegen haben sich uralte menschliche Einstellungen, die ihresgleichen außerhalb des Menschlichen kaum haben, erneut als fruchtbar erwiesen, so Liebe und Achtung dem Leidenden gegenüber, Hingabe, Beispiel, Demut, Freude, Tradition. So ist es kein Wunder, daß die biologiefeindliche Einstellung besonders stark gegen die Psychiatrie anbrandet, daß sie sie der klassischen Medizin entreißen und erneut wie oft schon in der Kulturgeschichte der philosophisch-geistigen Betrachtung erschließen will.

Wir stehen heute vor der elementaren Frage: Hat die Biologie noch mitzureden, wenn es sich um die Entwicklungslehre der menschlichen Persönlichkeit und ihrer Abweichungen vom Harmonischen handelt? Oder hat die Biologie haltzumachen vor den Versuchen, das Werden des Menschlichen und die Abweichung dieses Werdens zu verstehen und zu beeinflussen?

Es ist vom erkenntnistheoretischen, philosophischen und theologischen Standpunkt aus viel zu dieser Frage gesagt worden. Meiner ganzen Arbeitsrichtung nach kann ich sie vor Ihnen nicht auf dieser Ebene betrachten, und unsere Gesellschaft würde auch nicht den geeig-

neten Rahmen dafür bieten. Ebensowenig will und kann ich mit einem Ja oder Nein auf die Grundfrage antworten; meiner Überzeugung nach haben vielmehr geistes- und naturwissenschaftliche Betrachtungsweisen nebeneinander Platz.

Ich habe mir heute eine beschränkte Aufgabe gestellt, die gerade den Naturforscher und den biologisch eingestellten Arzt berührt: Ich möchte zeigen, *daß das biologische Denken während Jahrzehnten in einer falschen Weise in die Lehre von der Entwicklung der menschlichen Persönlichkeit hineingetragen worden ist;* ich möchte Sie davon überzeugen, daß viele Lehren der Biologie in der Entwicklungslehre der Persönlichkeit, d. h. in der modernen Psychologie und Psychopathologie, deshalb unfruchtbar waren, ja auf vielen Gebieten schädlich wurden, weil sie zu schematisch, zu naiv, zu unbedacht und auch oft in veralteter Art angewendet worden sind.

Meine heutige These geht dahin, daß viele Mißerfolge der biologisch eingestellten Forschung bei den Versuchen, die Persönlichkeit zu verstehen, nicht der Biologie als solcher zuzuschreiben sind, sondern ihrer unsachgemäßen Anwendung.

II.

Ich möchte für meine Darstellung ein Beispiel aus der klinischen Alltagspraxis herausgreifen. Es ist in vielmonatiger Arbeit genau untersucht worden und wird durch einen Mitarbeiter unserer Klinik später in Einzelheiten beschrieben. Ein Mädchen von 16 Jahren erkrankte an einer schweren Geistesstörung. Zu Beginn der Erkrankung hatte es seit kurzer Zeit als Bürolistin im Welschland gearbeitet. Die Krankheit brach – für die Beteiligten wie ein Blitz aus heiterem Himmel – in der Nacht aus. Elisabeth begann laut schreiend und singend in ihrem Zimmer alles durcheinanderzumachen und warf schließlich Kleider, Geschirr und Möbelstücke zum Fenster hinaus. Zur Rede gestellt, sprach sie wirr und unverständlich. Auch ihr Ausdruck war rätselhaft und uneinfühlbar; man spürte nicht mehr, ob sie verzweifelt war oder Theater machte; ihr Wesen wirkte seltsam manieriert und clownhaft. In der Klinik wechselten Zustände einer religiösen Ekstase, in denen sie mit halluzinierten mystischen Gestalten verkehrte, und völliger Verwirrung mit kurzen lichten Momenten. In der Verwirrung sagte sie zum Beispiel:

«Als der Vater fünf Finger aufhielt, ich wußte es nicht. Ich hatte Mühe, es zu wissen. Ich mußte immer von vorne anfangen, es zu zählen. Ich glaubte, es sei etwas Unwahres. Mein Gefühl hat mich gedrängt und Angstgefühl in mich suggeriert. Der Verstand stand im Zweifel und wollte Übermacht gewinnen. Es gab einen Zusammenprall. Es tönte wie Hexenstimmen. Ich fürchtete mich und glaubte, sie seien in mir. Eine kam in mich hinein und eine ging hinaus...» usw.

Die Kranke zerriß ihre Kleider, legte sich in sonderbaren Haltungen auf den Boden, wollte an den Ärzten heraufklettern, kurz, schien voll-

kommen von Sinnen. Im Laufe einer Behandlung, während der man sich täglich stundenlang auf das geduldigste mit ihr abgab und sie sich aussprechen und auch zeichnen konnte, trat eine wesentliche Besserung auf. Nach etwas mehr als einem Monat schien sie von ihrer Geisteskrankheit geheilt. Sie ist seither interkurrent erkrankt und einem von der Geisteskrankheit unabhängigen Leiden erlegen, das ich in diesem Zusammenhang nicht weiter zu diskutieren habe.

Angesichts eines derartigen geistigen Zusammenbruches richtet sich unser Sinnen und Trachten sofort auf das Warum ? Es läßt sich an diesem – keineswegs etwa außergewöhnlichen – Beispiel sehr schön zeigen, wie ein naives biologisches Denken in der Ursachenforschung in Sackgassen führte und, wie wir hoffen können, daß in Zukunft ein richtigeres biologisches Denken weiter führen wird.

III.

Nachdem sich die Erwartung, körperliche Ursachen der Geistesstörung zu finden, in allen solchen Fällen als trügerisch erwiesen hatte, richtete sich das Augenmerk auf das *Familienbild*. Ein Blick auf den Stammbaum scheint uns weiterzuhelfen. Die Krankheit unserer Patientin spielte sich in ähnlicher Art bei mehreren ihrer nächsten Verwandten ab, bei der Mutter, zwei Geschwistern der Mutter und der Großmutter. Also, so vermutete man schon seit 100 Jahren angesichts ähnlicher Stammbäume: Die Ursache liegt in der Vererbung. Seit den Psychiatern die Gesetze des frühen Mendelismus bekannt geworden sind – es war das im Laufe des Ersten Weltkrieges –, geht man natürlich angesichts dieses Stammbaumes weiter. Man stellt fest: direkte Übertragung durch drei Generationen, Belastung immer nur von einer Seite, grob gerechnet und den Altersaufbau berücksichtigend, etwa die Hälfte der Nachkommen von einem geisteskranken Elter wieder geisteskrank, keine Blutsverwandtschaft der Eltern der Geisteskranken – also, so mußte man vermuten, einfach-dominanter Erbgang.

Damit schien die psychiatrische Ursachenforschung auf die damalige Erbbiologie zurückgeführt. Nach vieljährigen Bemühungen kam die Enttäuschung. Sie begann alsobald, als man sich daran machte, die Familienbilder nicht eines, sondern vieler Persönlichkeitszusammenbrüche gemeinsam zu übersehen. Während sich die Vermutungen aus Einzelstammbäumen bei vielen neurologischen, ophthalmologischen und anderen körperlichen Krankheiten, die sich auf einen Einzeldefekt zurückführen lassen, an großem Untersuchungsgut bestätigten, geschah bei den Persönlichkeitsstörungen nichts dergleichen.

Im Gegenteil. Um wieder bei unserem Beispiel zu bleiben: Zufolge mannigfacher psychopathologischer Gemeinsamkeiten und zufolge des gemeinsamen Mangels an erkennbaren körperlichen Ursachen ordnet man Geistesstörungen wie die in Frage stehende zur Gruppe der Schizophrenien ein. Die Schizophrenien, massenstatistisch untersucht, treten nun unter den Verwandten Schizophrener nachgewiesenermaßen erheb-

lich häufiger auf als in der Durchschnittsbevölkerung, aber sie zeigen im allgemeinen keinesfalls die Merkmale der einfachen Dominanz. (94 % aller Schizophrenen haben zwei nichtschizophrene Eltern, unter den Kindern eines schizophrenen Elters sind lange nicht 50 % und unter denjenigen zweier schizophrener Eltern lange nicht 75 % Schizophrene, um nur einige wenige Daten zu nennen, denen eine lange Reihe gleichsinniger hinzugefügt werden könnte.)

Niemals konnte im Bereich der gestörten Persönlichkeitsentwicklung ohne somatische Grundlage ein bestimmter Erbgang, den ein Einzelstammbaum nahegelegt hatte, an Massenuntersuchungen bestätigt werden. Die Erbpsychiatrie hat gewiß lange nicht vor dieser Erscheinung kapituliert: Die Massenstatistiken wurden vergrößert; nicht nur der Fehler der kleinen Zahl, sondern mannigfache andere statistische Fehlerquellen wurden sorgfältig ausgeschaltet, namentlich wurde der Altersaufbau des Untersuchungsgutes gehörig berücksichtigt; man dachte nicht nur an einfache, sondern auch an komplizierte mendelistische Erbgänge, man berücksichtigte auf Grund der Zwillingsforschungen die Manifestationswahrscheinlichkeiten, man dachte an Polyphänie und an Polygenie, man betrachtete die Möglichkeit, daß nicht der Schizophreniebegriff, sondern engere oder weitere Kreise einer Erbeinheit entsprechen könnten. – Alle diese Untersuchungen brachten uns keinen Schritt der Entdeckung von mendelistischen Gesetzen in bezug auf die schizophrene Katastrophe näher. Wenn ein Erbgang an einzelnen Befunden wahrscheinlich schien, so wurde er an weiteren Befunden widerlegt; wenn man versuchte, eine bestimmte Störung als einer Erbeinheit entsprechend abzugrenzen, trat sofort die enge familiäre Verwandtschaft zu andern, mehr oder weniger ähnlichen Störungsbildern an den Tag, und wenn man umgekehrt versuchte, weite Krankheitsbilder als erbbiologische Einheiten anzusprechen, so zeigte sich hinwiederum eine gewisse Selbständigkeit der nosologischen Unterbegriffe in den Familien. So verhinderte das Phänomen, das ich bedingte Einheitlichkeit im Erbgang genannt habe, schließlich überhaupt eine fruchtbare Auszählung der Merkmalsträger: Hielt man sich an Einzelmerkmale, so mußte dieses Trachten bald als unsinnig erscheinen, da im Erbgang oft das eine Merkmal für das andere aufzutreten schien; wollte man sich an ein allgemeineres Störungsbild halten, so zeigte es nach allen Seiten fließende Grenzen. Wo man immer nur zu zählen beginnen wollte, so erwies es sich, daß die erhaltenen Zahlen mehr von willkürlichen Begriffsumschreibungen abhingen als von der Natur.

Angesichts der konkreten Schwierigkeiten, die mendelistische Erbbiologie in die Erforschung der Persönlichkeitsentwicklungen und ihrer Störungen einzuführen, begann man sich erst über die Gründe Gedanken zu machen. Man gelangte zur Feststellung: Während die ältere mendelistische Erbbiologie sich mit der Übertragung von Einzeleigenschaften unabhängig vom gesamten Individuum beschäftigt, bedeutet eine gesunde wie eine kranke Persönlichkeitsentwicklung immer ein Ganzes. Nie hängt sie bedingungslos von einem Einzelfaktor ab, auch nicht von

einem Erbfaktor, sondern immer nur von der Gesamtheit aller Einflüsse, die sie formen.

Das sind die Schwierigkeiten praktischer und theoretischer Art, vor denen die Einführung der Erbbiologie in die Ursachenlehre der gesunden und krankhaften Persönlichkeitsentwicklung vor 12 Jahren steckengeblieben ist. An dieser Stelle ist sie bis heute noch festgefahren.

IV.

Im Verlaufe der letzten Jahrzehnte hat sich aber in der Ursachenforschung über Persönlichkeitsstörungen auch eine ganz andere, schon alte Richtung weiter entwickelt, und zwar ganz unabhängig von den erbpsychiatrischen Untersuchungen: Man versuchte gesunde und kranke Persönlichkeitsentwicklungen als Folge von seelischen Einwirkungen zu erklären. Kehren wir zu unserem Beispiel zurück und führen wir uns summarisch vor Augen, was solche Bemühungen ergeben.

Vorerst wollen wir uns die zeitlichen Beziehungen zwischen Elisabeths Krankengeschichte und der ungünstigen Entwicklung ihrer engsten Umgebung, vor allem der Krankengeschichte ihrer Mutter, vergegenwärtigen: Beide, Mutter und Vater, hatten vor der Ehe an schweren neurotischen Erscheinungen gelitten. Die Triebhaftigkeit im weitesten Sinne des Wortes war ihnen als etwas Verabscheuungswertes erschienen, denen sie hohe asketische Ideale der Wissenschaft entgegengestellt hatten. Der Vater hatte in engem Zusammenhang mit diesem Konflikt eine schwere Magenneurose durchgemacht; seine spätere Frau hatte sich ganz der Askese ergeben und einen Geliebten und ihre Wissenschaft der treuen Pflege ihrer Mutter geopfert. Er verehrte in seiner Frau einen «Übermenschen-Charakter», wie er sagte, und die Verbindung mit ihr erschien ihm jenseits des Triebhaft-Allzumenschlichen. Sie empfand in ihm ein neues Objekt ihres Aufopferungsbedürfnisses nach dem Tode ihrer Mutter. Die Ehe, die auf einer derart unnatürlichen Grundlage eingegangen war, wurde nur ganz kurze Zeit als «Idealehe» empfunden. Bald kam es zu schweren Störungen, wie es wohl kaum anders sein konnte, da jedes der Ehegatten dem andern reife Liebe versagte; jedes erwartete vom andern dafür Unmögliches, nämlich gleichzeitige Befriedigung von Sehnsüchten, die sich bei ihnen widerstrebten, mehr triebhaft-urmäßige und intellektuell-asketische. Die Entwicklung des Mannes in dieser Ehesituation blieb innerhalb des Begreiflichen: Er, der wenigstens im Beruf eine Erfüllung hatte, litt zwar schwer unter den Eheschwierigkeiten, wurde ermüdbar und erbittert, wandte seine Interessen von Frau und Kind ab und war zu Hause kurz angebunden und streng. Die Persönlichkeit der Frau hingegen entwickelte sich in den nächsten Jahren zur schwersten geistigen Umnachtung.

Eindrucksvoll ist, festzustellen, wie die Krankheit der Tochter Schritt für Schritt dem elterlichen Unglück und der Krankheit der Mutter folgte. Im Säuglingsalter, in dem ihr noch rechte Pflege zuteil wurde,

entwickelte sie sich unauffällig. Kurz darauf, als sich die Mutter in ihrer weltabgewandten Haltung versteifte und dazwischen zunehmend Wut- und Verzweiflungsausbrüche zeigte und als sich der Vater vom warmen Zusammensein mit der Familie eher abwandte, begann das Kind in der Entwicklung seiner Beziehungen zu den Mitmenschen stillzustehen und wurde in sich zurückgezogen und nur dem unbeseelten Spielzeug hingegeben. Als sich die elterliche Situation nach einer unerwünschten Geburt verschlimmerte, traten bei Elisabeth erstmals krankhafte Reaktionen auf, und zwar in Form einer Eifersuchtseinstellung dem kleinen Schwesterchen gegenüber, die sich in beängstigender Weise kundtat. Elisabeth war fünf Jahre alt, als sich bei der Mutter die eigentliche Geisteskrankheit vorbereitete. Damals entwickelte Elisabeth ein krankhaftes Zwangsgrübeln mit Versündigungsideen. Nachdem bei der Mutter der helle Wahnsinn ausgebrochen war und sie für viele Monate lang hospitalisiert werden mußte, kam Elisabeth zu einer liebevollen Pflegerin voll echter Mütterlichkeit. Diese Episode ihres Lebens beeindruckt uns heute wie ein Experimentum crucis der Natur: Wie sich Elisabeths Kranksein im Zusammensein mit der erkrankenden Mutter entwickelt hatte, so genas sie in ihrem zarten Alter noch rasch in den Händen der gesunden und mütterlichen Pflegerin. Sofort aber trat ein Rückfall auf, als sie sieben Monate später wieder in die Pflege der halbwegs genesenen, gefühlskalten, feindseligen Mutter kam. Das Kind wurde scheu und ängstlich, war in der Schule unruhig und zappelig und brachte es nicht zu annehmbaren Schulleistungen trotz guter Intelligenz. In den folgenden Jahren spannte sich das Verhältnis zwischen Mutter und Kind noch stärker. Die Mutter will es in Pflichten einführen, es reagiert mit Trotz und Ablehnung, wird geschlagen, verhöhnt und geschulmeistert, erkrankt in dieser Lage an Asthma, das die Mutter als neue Belastung, ja als frechen Affront empfindet. Beim neuen Ausbruch des hellen Wahnsinns der Mutter – Elisabeth ist nun 15jährig – erschreckt das Kind durch seine nach außen zur Schau getragene Gleichgültigkeit. Es soll die Mutter im Haushalt ersetzen, tut es aber nur widerwillig und ungenügend. Es muß deshalb zu Konflikten mit dem Vater kommen. Nach der Heimkehr der wieder nicht völlig geheilten Mutter beginnt es sich in Träumereien zu verlieren, die wahnhafte Färbung erhalten. Nun soll Elisabeth von zu Hause fort, zu fremden Leuten in eine Sekretärinnenstelle. Die Situation ist spannungsgeladen. Sie verläßt die Eltern, nachdem sie als Ersatz der Mutter als Hausmütterchen versagt hatte, von schwersten Selbstvorwürfen gepeinigt, nach einem kalten und quälenden Abschied. Wenige Tage danach bricht in der Fremde die Katastrophe aus, von der ich ausgegangen bin.

Aus zahllosen Briefen, Tagebuchblättern, Zeichnungen und aus den eingehenden Aussagen von Elisabeth in den ärztlichen Besprechungen wissen wir, daß der Zusammenhang zwischen Geisteskrankheit von Mutter und Tochter nicht nur ein zeitlicher war, sondern von Elisabeth überaus quälend als ein ursächlicher erlebt worden ist. Die krankhaften Zweifel und Selbstquälereien, die Elisabeth in ihrem 6. Lebensjahr,

während die Mutter vor der ersten schweren Geistesumnachtung stand, entwickelte, konnte sie fünf Jahre später ihren Tagebuchblättern anvertrauen: Im Anschluß an eine spöttische Bemerkung eines Gassenjungen seien ihr, die sie noch mehr als ein anderes Kind und geradezu krampfhaft an die Unfehlbarkeit der Mutter geglaubt hatte, plötzlich Zweifel an derselben aufgestiegen. Immerfort hätte sie nun vergleichen müssen zwischen dem asketischen Idealbild einer Wissenschafterin, das die Mutter ihr in Worten eingeprägt hatte, und der krankhaften Verzerrung dieses Idealbildes, das sie ihr vorlebte. Den Zweifeln an der Mutter folgte auf den Fuß die Angst, Angst vor dem Schwinden jedes Haltes mit dem Verlust des Mutterglaubens, Angst aber auch, selbst sündig zu sein, weil sie schlecht über die Mutter dachte. Anfangs äußerte sich diese Angst in wilden Träumen von Dämonen, die sie martern wollten; später wurde sie bewußt und klar. Zwangshaft grübelte sie nun immer im Kreise herum: Die Mutter liebt mich nicht, die Mutter ist keine rechte Mutter, sie ist böse und sündig – es ist aber böse und sündig und überheblich, solches von der Mutter zu denken – deshalb bin ich schlecht, deshalb straft mich Gott mit bösen Träumen, mit Dummheit und Ungeschicklichkeit – damit büße ich, daß ich so leiden muß – ich kann nur gut sein, wenn ich die Mutter nicht hasse, nur dann verletze ich die Ehrfurcht vor der Mutter nicht, wenn ich werde, wie sie selbst ist – aber wenn ich bin wie sie selbst, dann bin ich zum Vater böse und dumm und wieder sündig.

Freilich, die Grübelsucht nahm erst gegen die Pubertät hin diese klare Gestalt an. Vom frühen Schulalter an aber setzte sie sich schon aus denselben Zügen zusammen, nur kindlicher und unbestimmter und zusammenhangloser ausgedrückt. An einigen kurzen Beispielen aus ihren Schriften will ich Elisabeth selbst zu Worte kommen lassen. Über die Rückkehr von der lieben Pflegemutter zur Mutter, die eben gebessert aus der Nervenklinik heimgekommen war, schrieb sie später:

«Ich kehre nun also wieder zurück zu meinen Eltern und Schwestern. Langsam aber begann ich wieder zu spüren, daß es nicht mehr die gleiche Umgebung war, die ich bei meinen Verwandten genossen hatte. Mißtrauen und Unmut, die nun einige Zeit geschlummert hatten, wurden wieder aufgeweckt. – Die Mutter war ja anständig, sie sorgte für mich, aber ihr Charakter und ihre innere Stellung gegenüber mir war gleich geblieben ... konnte ich mich dem Gefühl der Verlassenheit und Befremdung nicht enthalten.»

Anschaulich schilderte sie auch, wie das Asthma ein Mittel zur Auseinandersetzung mit der Mutter wurde. Es bedeutete ihr das Asthma manchmal ein Versuch, die Mutter doch an sich zu binden und ihre Anteilnahme zu erregen. Wenn das nicht gelang, so quälte sie die Mutter mit dem Asthma und befriedigte ihre unterdrückte Empörung über ihr kaltes Verhalten. Und dann war plötzlich wieder das Asthma eine Strafe für diese sündige Haltung gegen die eigene Mutter. Sie schrieb z. B.:

«Trotz allem Aufwand war es mir nicht möglich, aufzustehen und die Schule zu besuchen, mir ebenfalls bewußt, wie ich die Mutter dadurch

ärgern konnte. Und wirklich, die Mutter trat in mein Zimmer, der Unmut und die Auflehnung verfinsterten ihre Stirne, zwei Augen des Vorwurfs suchten mich zu durchbohren, und ihre Lippen schleuderten mir als Morgengruß grimmige Worte zu.»

Oder:

«Die Mutter war natürlich froh, daß sie mich nicht mehr zu pflegen hatte...»

Oft phantasierte Elisabeth auch von zwei Müttern, einer in der Traumwelt mit Wärme und Güte und einer in der Wirklichkeit, die keine wirkliche Mutter war. Diese paradoxen Überlegungen glossierte sie z. B. wie folgt:

«Sie ist eben nicht die Mutter meiner Gesinnung und Lebensanschauung, darum mochte sie mich nicht leiden.»

In ihren Zeichnungen und Kinderdichtungen wiederholen sich immer und immer wieder die Gestalten von einer Mutter und einer Stiefmutter, von denen die eine verzerrt und erstarrt ist, die andere gütig und wahrhaft mütterlich.

Im Falle von Elisabeth wie in allen ähnlichen Fällen wurde die mühselige Erforschung der objektiven und subjektiven Vorgeschichte dadurch reich belohnt, daß sie eine Türe zum Verständnis ihrer Geisteskrankheit öffnete. Nach dieser Erforschung erschien die Geisteskrankheit plötzlich nicht mehr als etwas völlig Unbegreifliches, jedem menschlichen Empfinden Fremdes, sondern als Spiegelbild der inneren Entwicklung. Als solches empfand sie jedenfalls die Kranke selbst. Wenn man nicht müde wurde, stundenlang ihre Äußerungen abzulauschen, so ersah man deutlich, daß sie in zwei verschiedenen Welten zu leben wähnte, die engste Beziehungen hatten zu den zwei verschiedenen Muttergestalten ihres Innenlebens. An die Welt der Wirklichkeit des Verstandes und der Logik konnte sie nicht glauben, weil sie sie dazu führte, die eigene Mutter zu verachten, sich damit in Schuld, Einsamkeit und Leere zu verlieren und bis zu Selbstmordabsichten zu verzweifeln. Dann gab es aber noch eine Welt der Träume und des Phantasierens, eine Welt, in der die unerträgliche Wirklichkeit keine Wirklichkeit mehr war, in der Elisabeth dasselbe wurde wie die geisteskranke Mutter und von ihren Überheblichkeits- und Schuldgefühlen erlöst war. «Nur wenn ich so werde, wie die Mutter war, bin ich erlöst vom Bösen», hatte sie schon monatelang vor dem Ausbruch der Geisteskrankheit geschrieben.

Wenn man ihre Lebensgeschichte und ihre innere Einstellung zur Welt und zur Krankheit einmal kannte, so erschienen nun ihre verwirrten Äußerungen urplötzlich verständlich, beinahe vernünftig. «Als der Vater fünf Finger aufhielt, ich wußte es nicht. Ich hatte Mühe, es zu wissen. Ich mußte immer von vorne anfangen, es zu zählen.» Hier handelt es sich nicht um Unsinn, sondern um eine der ersten Schwierigkeiten von Elisabeth. Tatsächlich schien sie in den ersten Schuljahren manchmal selbst das Zählen verlernt zu haben, und der erzürnte Vater hatte es ihr wie einem kleineren Kinde ungeduldig an den Fingern wieder beizubringen

versucht. Die scheinbar so verwirrten Äußerungen geben nun aber auch die richtige Erklärung der psychologischen Ursachen des damaligen Nicht-mehr-zählens-Könnens: «Ich glaubte, es sei etwas Unwahres. Mein Gefühl hat mich gedrängt und Angstgefühl in mich suggeriert.» Tatsächlich handelte es sich nicht um Dummheit und wirkliches Nichtkönnen, vielmehr litt Elisabeth damals bereits an der furchtbaren Angst vor der Wirklichkeit; die wirkliche Mutter schien ihr unwahr im Lichte von dem, was sie von ihr erwartete; der liebe Gott war unbegreiflich, da er sie so leiden ließ; das ganze Dasein wurde zwangshaft in Zweifel gezogen und negiert. Aus dieser Zweifelsucht und Negation des Wirklichen heraus mochte sie auch nicht mehr auf 5 zählen; wenn die Mutter und ihr Kinderglaube nicht wahr waren, so sollten auch die Zahlen nicht mehr wahr sein.

«Der Verstand stand im Zweifel und wollte Übermacht gewinnen. Es gab einen Zusammenprall.» Die Welt des Glaubens und die Wirklichkeit waren bei ihr aufeinandergeprallt, der Verstand hatte ihr mit Übermacht zeigen wollen, daß die Mutter verächtlich sei. «Es tönte wie Hexenstimmen.» Tatsächlich hatte Elisabeth diese Probleme in Angstträumen von ungezählten Nächten als Hexenstimmen erlebt und dann erneut wieder in ihrer Geisteskrankheit. «Ich fürchtete mich und glaubte, sie seien in mir.» Tatsächlich hatte sie geglaubt, die Bosheit, die sie an der Mutter erlebte, der ganze Hexentanz, der ihr Verhalten darstellte, sei ihre eigene Schuld, sie sei böse, und nicht die Mutter. «Eine kam in mich hinein, und eine ging hinaus.» Die Hexenstimme, die in sie hineingegangen war, war die Krankheit der Mutter, ihr ganzer böser Geist, und dafür war jene Hexenstimme hinausgegangen, die ihr immerfort vorgesagt hatte, sie sei überheblich und sündig, weil sie besser sei als die Mutter ...

Diese psychodynamische Betrachtung hat so zu einem Erfolg geführt: Was unbegreiflich und verwirrt war, kann nun als innere Auseinandersetzung mit dem qualvollen Lebensschicksal, vor allem mit der geisteskranken Mutter, verstanden werden. Wir haben aber auch die Geisteskrankheit der Mutter lebensgeschichtlich studiert, und sie war wieder in offensichtlichem Zusammenhang mit der Geisteskrankheit ihrer Mutter und ihrer älteren Geschwister (d. h. von Großmutter und Tanten von Elisabeth).

Nun denn, würde man naiv zu folgern versucht sein, ist die Problematik nach den Ursachen von Elisabeths Geistesstörung gelöst. Es handelt sich um eine krankhafte Persönlichkeitsentwicklung unter dem Drucke schwerster Erlebnisse. Wenn sich in ihrer Familie Geistesstörungen häufen, so wegen des seelischen Druckes, den die Erkrankung der älteren Generation auf die jüngere ausübt. Wir hätten keine Heredität vor uns, sondern Pseudoheredität.

So einfach ist die Sache aber nicht. Die Schwierigkeiten beginnen wieder, sobald wir die Erfahrungen über die lebensgeschichtlichen Wurzeln eines solchen Persönlichkeitszusammenbruches verallgemeinern möchten. Wir würden dann, wenn wir einmal gröblich schematisieren,

sagen: gesunde Persönlichkeitsentwicklung bei günstiger Lebensgeschichte, krankhafte Persönlichkeitsentwicklung bei gestörter, quälender Lebensgeschichte. Man braucht die Erkenntnisse über den Zusammenhang zwischen Lebensgeschichte und Persönlichkeit nur derart auszudrücken – und schon hat man sie ad absurdum geführt. Denn günstige Entwicklungen der Persönlichkeit kommen auch bei schwersten Lebenserfahrungen vor. Man hat geradezu den Eindruck, daß dieselbe innere Qual, die den einen krank macht, den andern stählt, kräftigt, zu besonderen Leistungen befähigt. Und wenn man versuchen will, den Grad der lebensgeschichtlichen Schädigung mit dem Grad der krankhaften Folgen auf die Persönlichkeitsentwicklung zu vergleichen, so merkt man schmerzlich, daß beides unmeßbare Größen sind. Die Frage ist falsch gestellt – so schön es wäre, wir könnten sie stellen, um die am Einzelfall vermutete ursächliche Bedeutung der Persönlichkeitsstörung zu beweisen. Letzten Endes kommt man zur Feststellung, daß eine lebensgeschichtliche Schädigung nicht an sich quälend und schädigend ist, sondern daß sie so quälend schwer ist, als sie eine gegebene Persönlichkeit quälend schwer nimmt, und daß sie sie nur schädigt, wenn sie sich schädigen läßt.

Wenn die äußeren Ursachen von Persönlichkeitsstörungen einfach und eindeutig lägen, so würde man auch hoffen, daß ursächliche Erkenntnisse, wie sie sich uns in bezug auf die Erkrankung Elisabeths aufgedrängt haben, für die Verhütung und Heilung benutzt werden könnten. Nur bis zu einem gewissen Grade ist das der Fall. Das lebensgeschichtliche Verständnis für die Persönlichkeitsentwicklung läßt uns tatsächlich hin und wieder innere Beziehungen zum Kranken finden, läßt uns nach langem Bemühen da und dort das Glück erleben, daß eine Besserung im Anschluß an diese innere Beziehung auftritt. Solche Erfolge sind aber gerade bei der Schizophrenie, aber auch bei vielen psychosomatischen Leiden unsicher, unregelmäßig und lassen oft lange auf sich warten. Wer billige Heilungen aus der Anwendung von lebensgeschichtlichen Erkenntnissen erwartet, täuscht sich oft. Wenn man vieljährige Erfahrungen in Behandlung und Prophylaxe berücksichtigt, so entsteht der vorläufige Eindruck, daß lebensgeschichtliche Einflüsse auf die Persönlichkeitsentwicklung zwar bestehen und auch verwertet werden können, daß sie aber kaum in einem einfachen Kausalitätsverhältnis allein und eindeutig die Persönlichkeitsentwicklung und ihre Abweichungen vom Gesunden bedingen.

V.

Meine Damen und Herren, wo stehen wir jetzt? Ich habe Ihnen am Beispiel eines psychotischen Zusammenbruchs zuerst gezeigt, wie die Erforschung des Einzelfalles zwei scheinbar widersprechende Erklärungen seiner Ursachen nahelegt: Hereditäre Ursachen erscheinen ebenso offensichtlich wie lebensgeschichtliche. Wollen wir freilich versuchen, die widersprechenden Vermutungen aus dem Einzelfall in der

einen wie in der andern Richtung zu verallgemeinern, so geraten wir in Schwierigkeiten. Es will uns weder gelingen, die Vermutung nach der Erblichkeit in klare, einfache Regeln einzufügen, wie wir das aus einer einfach-mendelistischen Einstellung heraus gerne täten; ebensowenig gelingt es uns aber, aus den psychogenetischen Erkenntnissen allein eine Ursachenlehre aufzubauen. Am Einzelfall scheinen wir vor einem «embarras de richesse» zu stehen, vor zwei gleichermaßen einleuchtenden ursächlichen Erklärungsmöglichkeiten; mit den Erfahrungen an vielen Fällen verglichen, führen vorläufig beide Betrachtungsweisen in eine Sackgasse.

Sie denken vielleicht, ich hätte mit der Krankengeschichte von Elisabeth ein außerordentliches Beispiel gewählt. Dem ist nicht so. Ich habe einen wesentlichen Teil meines Lebens damit verbracht, Persönlichkeitsentwicklungen nachzugehen. Ich habe nicht nur Schizophrene als Probanden für diese Untersuchungen gewählt, sondern auch Neurotiker und Psychopathen, und besondere Mühe habe ich darauf verwendet, Kranke mit sogenannten psychosomatischen Leiden zu untersuchen. Das Ergebnis war immer dasselbe: Man brauchte die Familiengeschichte nur wirklich sorgfältig zu durchforschen, so entdeckte man familiäres Vorkommen der ganzen Krankheit oder wichtiger Komponenten derselben; umgekehrt brauchte man nur die Lebensentwicklung sorgfältig zu studieren, und man entdeckte die einleuchtendsten Zusammenhänge zwischen Lebensgeschichte und Fehlentwicklung der Persönlichkeit.

Die Grundlagen scheinen uns so unter den Füßen zu wanken, wenn wir die dem einfachen und älteren biologischen Denken entnommene Fragestellung: Anlage oder Milieu, nature or nurture, Erbleiden oder psychoreaktives Geschehen auf die Lehre von der Persönlichkeitsentwicklung anwenden wollen. Ich will versuchen, Ihnen zuerst zu skizzieren, wie man das Problem fälschlich zu lösen versucht hat und dann wie man hoffen darf, es in Zukunft besser zu lösen.

Als falsch hat sich die naiv-biologische Forderung erwiesen, die an den Psychiater herangetragen wurde: Benutzen Sie doch die einfachen Mittel, die in der Biologie so erfolgreich sind, um Umwelt und Anlage endlich auch in Ihrem Fache sauber zu trennen! Untersuchen Sie doch bloß einmal erblich Belastete in günstiger Umgebung und erblich Unbelastete in ungünstiger Umgebung! Wenden Sie die Zwillingslehre in der Psychiatrie an – und Sie werden bald Klarheit schaffen!

Armer Psychiater! Wenn er diesen Postulaten folgt, so kommt er nicht weiter. Vorerst findet man kaum je Persönlichkeitsstörungen in unbelasteten Familien; Schizophrene, Neurotiker, Psychopathen, psychosomatisch Kranke stammen eben meistens aus Familien, in denen Persönlichkeitsstörungen der einen oder andern Art sich häufen. Noch seltener findet man erblich mit Persönlichkeitsstörungen Belastete, die in einem einwandfreien Milieu ohne schwersten inneren Druck aufwachsen. Persönlichkeitsstörungen der älteren Generation pflegen eben als ein qualvoller Druck auf der jüngeren Generation zu lasten. Findet

man einmal Ausnahmen von diesen Regeln, so bilden sie meistens Anlaß zum Verdacht, daß sie nicht genügend genau untersucht sind. Und nun die Zwillingsforschung, die man in so einfacher Weise aus der Biologie und der körperlichen Medizin in die Psychiatrie übernehmen wollte; sie will bekanntlich den Anteil zwischen Umwelt und Anlage am Zustandekommen einer Eigenschaft durch den Vergleich der Korrelationshäufigkeit bei ein- und zweieiigen Zwillingen bestimmen. Diese Methode ist derart dogmatisch aus der Biologie übernommen worden, daß man lange vergessen hat, auf welchen selbstverständlichen Grundlagen sie beruht. Die erste Grundlage mag richtig sein: Eineiige Zwillinge sind erbgleich, zweieiige weitgehend erbverschieden. Die zweite Grundlage der Methodik aber liegt in der Annahme, daß sich eineiige Zwillinge von zweieiigen eben *nur* durch die Gleichheit oder Verschiedenheit ihrer Erbmasse unterschieden, daß hingegen die Milieuunterschiede, unter denen ein- und zweieiige Zwillinge aufwüchsen, in beiden Fällen von derselben Bedeutung wären. Und diese zweite Annahme ist in der Psychiatrie vollkommen falsch. Es ist keine Rede davon, daß das Milieu, unter dem zwei eineiige Zwillingspartner heranwachsen, ebenso ähnlich oder unähnlich sei wie das Milieu, unter dem zwei zweieiige Zwillingspartner heranwachsen. Das Milieu nämlich, auf das es in der Psychiatrie ankommt, ist die Welt der zwischenmenschlichen Beziehungen. Wenn man eineiige Zwillinge analysiert hat, so weiß man, was für ein gewaltiges inneres Erleben nur schon die Tatsache der Existenz eines eineiigen Zwillings bedeutet. Es ist ganz anders als das Erleben einer zweieiigen Zwillingsschaft. Sodann schaffen sich eineiige Zwillinge durch ihre Ähnlichkeit zum vornherein ein ähnlicheres Milieu als zweieiige Zwillinge. Dies gilt auch dann, wenn sie getrennt aufwachsen. Ich kannte zwei eineiige Zwillingsschwestern, die durch ein Muttermal kosmetisch entstellt wurden. Ihre ganzen Beziehungen zu den Mitmenschen wurden durch diese Entstellung beeinflußt. Man konnte also bei ihnen nicht sagen, daß die große Ähnlichkeit der späteren Persönlichkeitsentwicklung einzig durch die Erbgleichheit verursacht sein könnte. Sie könnte ebensogut durch die besonders große Ähnlichkeit der zwischenmenschlichen Umwelt, in der beide Partner aufwuchsen, bedingt sein.

Die in der Biologie üblichen Methoden zur Beantwortung der Frage, ob Erblichkeit oder Umwelt eine Persönlichkeitsentwicklung erklären könnten, sind also in der Psychiatrie nicht brauchbar. Man frug auch: Wieviel Erblichkeit und wieviel Umweltwirkung? Auf eine solche Fragestellung stützte sich vor allem die sog. mehrdimensionale Diagnostik, die sich die Konstitution als eine, psychisches Erleben der Umwelt als eine andere Dimension vorstellte. Aber auch sie kam nicht zum Ziel und ermangelte der Methoden, um die eine Dimension von der andern zu trennen.

Heute muß die Arbeit von zwei Generationen von Forschern als mißlungen betrachtet werden, die versucht haben, die Persönlichkeitsentwicklung und alle Störungen, die mit ihr zusammenhängen, mit der einfachen und bereits veralteten biologischen Fragestellung, was und

wieviel daran vererbt und nicht vererbt sei, zu bearbeiten. Es gibt Stimmen, wie diejenige von STERN, die diesen Mißerfolg einfach damit erklären, daß man am Menschen nicht experimentieren kann wie in der Biologie. Und in der Tat kann man beim Menschen keine Zuchtexperimente machen, kann nicht experimenti causa Kinder einer bestimmten Abstammung in eine vorbestimmte günstige oder ungünstige Umwelt setzen usw.

VI.

Meines Erachtens gehen aber diese methodischen Betrachtungen am tiefern Grund vorbei, weshalb die naive Übertragung einfachbiologischer Fragestellungen auf die Lehre von der Persönlichkeitsentwicklung scheitern mußte. Ich halte dafür, daß nicht nur die Methode unbrauchbar, sondern auch unsere Fragestellung falsch war. Und in der Tat, wenn wir suchen, welche vorgefaßten Meinungen einer solchen Fragestellung stillschweigend zugrunde gelegt worden sind, so müssen wir einfach und schlicht feststellen, daß sie ganz und gar unrichtig waren. Fragt man nämlich, ob die Umwelt oder die Vererbung eine Persönlichkeitseigenart bedingt hätten oder wieviel Umwelt und wieviel Vererbung an ihrer Genese beteiligt seien, so setzt diese Frage voraus, daß Vererbung und Umwelt unabhängige Größen seien. Gerade das aber ist nicht der Fall.

Nach unseren heutigen Kenntnissen ist die Umwelt, die die Persönlichkeitsentwicklung beeinflußt, vorwiegend die *menschliche Gemeinschaft*, die Welt der Beziehungen des Kindes zur Mutter, zum Vater, zu Geschwistern und Kameraden, des Erwachsenen zum Ehepartner, zu den Vorgesetzten, Freunden und Untergebenen. Gemeinschaft wird aber von allen Partnern mitgestaltet. Es ist Widersinn, anzunehmen, ein Mensch könne in verschiedene menschliche Gemeinschaften unabhängig von seinen Anlagen gestellt werden. Die Gemeinschaft hängt ja nicht nur davon ab, wie die andern zu uns sind, sondern ebensosehr wie wir zu den andern sind. Ein gefälliger, lieber Mensch lebt in einer völlig wesensverschiedenen Welt von der eines kalten, abstoßenden Rohlings. Wir formen durch unser Wesen die Umwelt, die uns wieder formt.

Und umgekehrt: Das, was wir Persönlichkeit nennen, ist auf kulturelle Maßstäbe bezogen. Sie ändern rasch von Zeitepoche zu Zeitepoche, von Ort zu Ort, von Gesellschaftsklasse zu Gesellschaftsklasse. Wer in einem intellektuellen Kreise des 20. Jahrhunderts eine bestimmte Persönlichkeit ist, könnte unmöglich dieselbe Persönlichkeit in einer Söldnertruppe der Renaissance sein. Schon die Kulturabhängigkeit der Persönlichkeit zeigt uns, daß in ihr nicht elementare, biologische Eigenschaften direkt ans Tageslicht treten, sondern daß wir in der Persönlichkeit immer bereits eine Integration von angeborenen Eigenschaften und umweltbedingter Entwicklung vor uns haben. Wir sehen niemals vererbte Anlagen, die die Persönlichkeit ausmachen, sondern immer nur Äußerungen derselben, die durch die kulturelle Umwelt mitbedingt sind. Das, was

uns an Grundlagen der Persönlichkeit vererbt mitgegeben ist, ist schon umweltgeprägt, wenn wir es feststellen.

Die Umwelt des Menschen gestaltet seine ursprünglichen Reaktionsbereitschaften, wie diese seine Umwelt gestalten. Ebenso wie die Umwelt auf uns wirkt, wirken wir auf sie. Gerade darin liegt ein großer Unterschied zwischen Mensch und Objekt der älteren Biologie. Als ich als kleiner Knabe mit kleinen Handreichungen dabei sein durfte, als der verehrte alte Professor STANDFUSS seine berühmten Experimente mit Schmetterlingen machte, war das so ganz anders. Wenn er Puppen sortierte, um die einen in einem wärmeren Schrank zu halten als die andern, dann war die Umwelt dieser Puppen gewiß nicht durch sie selbst mitbestimmt, sondern völlig unabhängig von ihnen und ihrem Erbgut. Ihre Umwelt bestimmte einzig Professor STANDFUSS. Und deshalb konnte er auch klipp und klar Umwelteinflüsse von Erbeinflüssen auf die Farbe der Schmetterlingsflügel trennen. Wie ganz anders der Mensch! Die Umwelt, die seine Persönlichkeit formt, bestimmt nie Professor STANDFUSS oder ein anderer Biologe allein, der Mensch, das Versuchsobjekt selbst, wie er aus seinen Anlagen hervorgegangen ist, formt seine Umwelt aktiv mit.

Wenn wir fragen, hängt x von a oder von b ab, so setzt diese Frage voraus, daß nicht a und b gegenseitig Funktionen voneinander sind. Wenn wir fragen, hängt die Persönlichkeit von der Umwelt oder von der Äußerung vererbter Anlage ab, so hat dies zur Voraussetzung, daß beide nicht Funktionen voneinander sind. Gerade das aber sind sie.

Es ist dem naturwissenschaftlichen Denken an sich nicht fremd, die beständige Wechselwirkung von Umwelt und Anlage mitzuberücksichtigen. Schon bei Tier und Pflanze ist die Ontogenese nicht allein aus der Summe von Einzeleinflüssen, erblichen und anlagebedingten, zu verstehen. Wie Herr Prof. BALTZER so eindrucksvoll ausgeführt hat, ist schon in der Biologie immer mehr die Tendenz zu berücksichtigen, ein proportioniertes, harmonisches, in seinen Funktionen ausgeglichenes Ganzes zu entwickeln. Die «Selbstorganisation» schafft erst aus der Summe von Anlagen und Einflüssen ein lebensfähiges Wesen. Von solchen Gedanken der modernen Biologie hat die Psychiatrie bisher zu wenig Kenntnis genommen. Die neuen Erkenntnisse eines Faches dringen ja gewöhnlich erst nach einer Latenzzeit in andere Fächer ein. Was man in der Psychiatrie unter «biologischem Denken» heute leider noch versteht und was ich kritisierte, ist atomisierende Biologie. Diese aber – ich zitiere Herrn Professor Fritz LEHMANN – ist auf keinen Fall als repräsentativ für die jetzige Epoche zu betrachten. «Die mendelistische Genetik der vorhergehenden Epoche», sagt LEHMANN, «bekommt heute ihren Sinn erst durch die genetische Entwicklungsphysiologie. Heute sind für uns Organismen, die sich entwickeln, Systeme, die hoch integriert sind.» So hat die heutige Biologie jenes alte biologische Denken, das ich aus der Psychiatrie ausmerzen möchte, bereits überwunden. Ähnliche Gründe, die es in der Psychiatrie unfruchtbar werden ließen, haben ihm in der Biologie selbst Schranken gesetzt. Es ist also nicht

eine Eigenart des Menschen gegenüber dem Tier, daß ein Teil seines Wesens nicht mehr als Mosaik, als eine Vielheit von genischen und erworbenen Einzeleinflüssen, betrachtet werden kann. Eine menschliche Eigenart liegt vielmehr erst darin, daß bei der Selbstorganisation die persönliche Erfahrung an der Umwelt einen ungleich weiter reichenden Einfluß gewinnt als beim Tier und zugleich die Umwelt umgekehrt auf Grund der persönlichen Erfahrung aktiver beeinflußt wird. Von dieser Umwelt, die wir selbst gestalten und die uns wieder gestaltet, sind die Beziehungen zu den Mitmenschen, gemeinsame Gesinnungen, Tradition, Sitte, Moral, wichtige Aspekte.

Nach modernen Untersuchungen ist der Einfluß der Beziehung zur Mutter schon auf die körperliche wie die geistige Entwicklung des Säuglings von ausschlaggebender Bedeutung. Schon das Verhalten der Mutter wird durch dasjenige des Säuglings mitgestaltet. Bei Menschen, die in großer Isolierung von Mitmenschen aufgewachsen sind, kann sich nicht einmal ein so elementarer Trieb wie die Sexualität entwickeln; isoliert Aufgewachsene sind nicht nur allgemein retardiert, sondern auch asexuell. Wie grundverschieden ist das von den Verhältnissen beim Tier, dessen Sexualität zwar vom Partner mitgeprägt und mitausgelöst wird, sich aber doch viel unmittelbarer und unabhängiger von der Umwelt entwickelt. Wenn sich die neuen, so faszinierenden Arbeiten über bei Wölfen auferzogene Kinder als richtig erweisen, so zeigen sie wiederum, daß der Mensch in seinem Wesen so sehr formbar ist, daß er sich unter Tieren völlig dem Tiere angleichen kann, während Umgekehrtes unmöglich ist.

Die Auffassung vom Wachsen der Persönlichkeit unter der dauernden Wechselwirkung zwischen Äußerungen von Anlage und Umwelt liegt aber auch geisteswissenschaftlichen Erkenntnissen nahe, die oft formuliert, aber noch wenig in die Medizin hineingetragen worden sind. Man kann zum Beispiel feststellen, daß es kein Ich ohne ein Wir gibt. Beide Begriffe wachsen aneinander, wie der ganze Mensch zusammen mit seiner Umwelt in der Wechselwirkung zwischen ihm selbst und der Umwelt heranwächst. Der Mensch hat sich die äußere Welt unterworfen und unterliegt ihr gleichzeitig.

VII.

Sind all das graue Theorien ? Ich glaube, daß die neue Betrachtungsweise im Gegenteil von unmittelbar-praktischer, höchster Bedeutung ist. Wir müssen keine Zeit mehr damit vergeuden, im Rahmen der Persönlichkeitsentwicklung und ihrer Störungen wie im alten, einfachen Tierexperiment spezifische Folgen von spezifischen Wirkungen entdecken zu wollen, zum Beispiel die typische und regelmäßige Folge eines Einzelgens oder eines psychischen Einzeleinflusses. Es ist fortschrittshemmend, wenn Familienforschung und Forschung nach der Psychogenese wie bisher völlig unabhängig, ja in feindseligem Geiste voneinander getrieben werden. Von diesem Standpunkte aus wird auch die

Gefährlichkeit der heutigen Kluft zwischen amerikanischer und vielen europäischen psychiatrischen Schulen deutlich, die einander nicht mehr verstehen können, weil die einen die Umwelteinflüsse unter völliger Mißachtung der Anlagen und die andern die Anlagen ohne Beachtung der Umwelt studieren.

Wir müssen das Kräftespiel übersehen, das sich aus dem Hin und Her mannigfacher Einflüsse, zwischen Ich und Wir, eigener Welt und Umwelt, zu einer einheitlichen Persönlichkeit formt. Eine biologische Gegebenheit, ein Gen, ein Hormon, ein Trauma z. B., ist nie *die einzige* Ursache einer Persönlichkeitsentwicklung oder -erkrankung, sondern nur ein Einzeleinfluß unter anderen, ein Einzelton in einem Konzert. Derartige Einzeleinflüsse zu erkennen und konditional zu werten, lehrt uns die moderne Biologie in so reichem Maße, daß die biologische Forschungsrichtung in der Psychiatrie trotz ihrer früheren Fehler voll zukunftsfroher Verheißung ist. Endokrinologische oder verhaltenspsychologische Erfahrungen am Tierreich z. B. ließen in jüngster Zeit starke Kräfte auf das Werden der Persönlichkeit entdecken. Wenn sie nicht im alten atomisierenden Geist betrachtet werden, sondern im synthetischen, zu dem sich Biologie und Psychiatrie heute gemeinsam durchgerungen haben, versprechen sie große Fortschritte und stehen in keinem Gegensatz zu geisteswissenschaftlichen Betrachtungen. Freilich handelt es sich hier erst um Entwicklungen, die sich anbahnen. Es schien dem heutigen Stand unserer Wissenschaft noch besser angepaßt, vorerst in einem Übersichtsreferat auf die *Hindernisse* hinzuweisen, die die falsche Anwendung der Biologie in der Lehre von der Persönlichkeitsentwicklung gesetzt hat, statt erst begonnene Forschungen schon in den Mittelpunkt zu stellen. Denn heute müssen wir diese Hindernisse erst wegräumen, damit wir der Zukunft entgegengehen können.

Die neuere Auffassung hat aber heute schon befruchtende Folgen auf geistige Hygiene und Behandlung. Sie zeigt uns z. B., wie unsinnig die bisherigen Versuche waren, erbbedingte Störungen als unheilbar von umweltbedingten abzutrennen. Sie haben sich verheerend ausgewirkt. Wir können auch nur stümperhaft Psychotherapie treiben, wenn wir verkennen, daß ein und dasselbe Umwelterlebnis verschiedenen Menschen Verschiedenes bedeutet.

Gerade Elisabeth konnten wir nur besser verstehen, wenn wir berücksichtigten, daß das Kind von Mutter und Vater geformt wurde, sie wieder formte und daß es bereits auf Grund seiner persönlichen, der Mutter ähnlichen Eigenart auf andere wirkte und von ihnen wieder beeinflußt wurde. Nur aus diesem Verständnis heraus wurde es möglich, hinter der Maske ihres Irrsinns und hinter ihrer Verwirrung noch das Menschliche zu erkennen, war es auch möglich, mit der kleinen Kranken wieder eine gemeinsame Sprache zu finden und gemeinsam mit ihr zu fühlen. Die Schaffung einer menschlichen Gemeinschaft dem Irrsinn zum Trotze war aber das Wesentliche an ihrer Behandlung. Auf dieselben elementaren Wahrheiten stoßen wir bei der Behandlung jeder Persönlichkeitsstörung.

Meine Damen und Herren, falsch angewendete Biologie ist in der Menschenkunde gefährlich. Richtig angewendetes biologisches Denken läßt elementare Einflüsse auf die Menschwerdung erkennen und sie in ihrer Beziehung zum gesamten Menschen sehen; es läßt damit auch geisteswissenschaftlichen Betrachtungen den Weg breit offen; es fördert das gegenseitige Verstehen und die Gemeinschaft und kann beitragen, Sorgenkindern wie Elisabeth zu helfen.

Literatur,

die gleichzeitig Heredität und Umweltwirkung auf die Persönlichkeitsentwicklung und ihre Störungen berücksichtigt, gibt es nur spärliche. In bezug auf die Schizophrenielehre habe ich in einem Sammelreferat (M. BLEULER, Forschungen und Begriffswandlungen in der Schizophrenielehre, Fortschritte der Neurologie und Psychiatrie und ihrer Grenzgebiete, 19. Jahrg., Heft 9/10, 1951) die Notwendigkeit darzulegen versucht, Anlage und Umwelt in ihrer dauernden Wechselwirkung zu berücksichtigen.

Ein gutes Beispiel einer modernen Betrachtung der Psychogenese einer schweren Geistesstörung gibt Frau M. A. SECHEHAYE (La réalisation symbolique. Revue suisse de psychologie et de psychologie appliquée, suppl. 12, Bern, Verlag Huber, 1947).

Der heutige Stand der psychiatrischen Erbforschung wurde am Internationalen Kongreß für Psychiatrie 1950 in Paris eindrucksvoll dargestellt (F. J. KALLMANN, L. S. PENROSE, J. A. FRASER-ROBERTS, E. SLATER und E. STROEMGREN in Psychiatrie sociale, Paris, Hermann & Co., éditeurs, 1950). Für die Schizophrenie sind die bisherigen Erbuntersuchungen klar zusammengefaßt von BRUNO SCHULZ in «Die Schizophreniegefährdung der Verwandten Schizophrener» (Ärztliche Monatshefte, Jahrg. V, S. 299, 1949/50).

Albrecht von Haller

Von

Alexander von Muralt

«Vor etwa 25 Jahren, als die Naturwissenschaften eben wieder auf einem höchsten Gipfel standen, obgleich das Gesetz der natürlichen Zuchtwahl noch nicht bekannt war, öffnete Herr Reinhart eines Tages seine Fensterläden und ließ den Morgenglanz, der hinter den Bergen hervorkam, in sein Arbeitsgemach, und mit dem Frühgold wehte eine frische Sommermorgenluft daher und bewegte kräftig die schweren Vorhänge und die schattigen Haare des Mannes.» So beginnt Gottfried Keller sein Sinngedicht. «Als die Naturwissenschaften eben wieder auf einem höchsten Gipfel standen»: mit feiner Ironie macht sich der lebensheitere Dichter über die Überheblichkeit der Naturwissenschaften lustig, denen periodisch in jedem Jahrhundert der Stand ihres Wissens als ein Höhepunkt erschien.

Wenn ich heute zu Ihnen über Albrecht Haller spreche, so soll uns das wohlwollend spöttische Gesicht Gottfried Kellers in der Bewertung der Vergangenheit und beim Vergleich mit dem von uns heute erreichten «höchsten Gipfel» begleiten. So werden wir gezwungen, der wissenschaftlichen Leistung des Gelehrten Haller vielleicht etwas weniger, dem Menschen dafür aber etwas mehr Glanz zu geben.

Albrecht Haller wurde am 16. Oktober 1708 in Bern als jüngster von vier Söhnen geboren. Emanuel Haller, der Vater, war Kanzler der Landvogtei Baden, des von den Römern schon als Thermalquelle bekannten und durch die Badener Disputationen in die Geschichte der Reformation eingegangenen Städtchens an der Limmat. Im Haslihof bei Bern verbrachte Haller seine Jugend bis zum Tode des Vaters im Jahre 1721 unter der Obhut seiner Stiefmutter.

Er kam dann anderthalb Jahre lang an das Gymnasium nach Bern, absolvierte die klassischen Prüfungen, mit besonderer Bewilligung vor der Erreichung der gesetzlichen Altersgrenze, und bezog mit 15 Jahren im Herbst 1723 die Universität Tübingen als Student der Naturkunde und Medizin.

Menschliche Leichen gab es zwar keine, und die Anatomie wurde an Hunden gelehrt. Auch die botanischen Exkursionen scheinen nicht gerade befriedigend gewesen zu sein, denn HALLER schreibt, die Studenten seien in der Regel «ohne Pflanzen, meist wohlbesoffen nach Hause» gekommen. Besser kommen die Tübinger Mädchen weg, von denen HALLER schreibt: «Das Frauenzimmer ist schön und ungezwungen, auch eben sprödigkeitshalber ohne Nachrede.»

Dem frühreifen, vereinsamten Jüngling hat Süddeutschland mit seiner warmen Lebenslust die Augen geöffnet, wie es das kürzlich veröffentlichte Reisetagebuch sehr schön durchblicken läßt.

1725 ging HALLER zu ALBINUS und BOERHAVE nach Leyden, wo er sich am 23. Mai 1727 im Alter von 18 Jahren die Doktorwürde erwarb. In den zwei folgenden Jahren führte ihn eine Reise nach London, wo er DOUGLAS besuchte, und nach Paris, um bei LE DRAN und WINSLOW zu arbeiten. In Paris wurde er von einem Arbeiter beim Ausgraben von Leichen entdeckt und angezeigt und mußte sich durch rasche Flucht der Bestrafung entziehen. An der Universität Basel bildete er sich weiter in Anatomie aus und übernahm vorübergehend den Unterricht. Dort lernte er auch JOHANNES GESNER kennen, mit dem er die erste Alpenreise unternahm. 1728 entstand das Gedicht «Die Alpen», das wie eine frische Sommermorgenluft auf die unter Lehrhaftigkeit verstaubte deutsche Poesie wirkte und den Zeitgenossen zum ersten Male einen naturnahen Ausblick auf die Schönheit der Bergwelt eröffnete. Selbst scheint er aber seiner dichterischen Begabung nicht zu viel Zutrauen geschenkt zu haben, denn er schreibt einem Freund: «Die Dichtkunst ist so schwierig, daß man in ihr nichts leisten kann, ohne ein Genie zu sein, und wie schade ist es für ein Genie, sich darauf beschränken zu müssen, Verse zu machen.» In den folgenden acht Jahren hat HALLER im ganzen 25 Ausflüge in die Alpen gemacht, deren botanische Resultate er erst später in Göttingen veröffentlichte. 1729 zieht er nach seiner Heimatstadt Bern und eröffnet als Arzt eine Praxis, ohne sich aber in den Mauern der auf Machtpolitik und fremden Dienst eingestellten Aristokratenstadt, zu deren regierungsfähigen Geschlechtern er zwar gehörte, wohlzufühlen. Als Baron MÜNCHHAUSEN ihm im Frühjahr 1736 die Professur der Anatomie, Botanik und Chirurgie an der eben gegründeten Universität Göttingen antrug, nahm er mit Freuden diese Möglichkeit, in eine Welt größerer Horizonte zurückzukommen, an. Anfangs September verließ er mit seiner Frau und drei Kindern Bern, hatte bei der Einfahrt in Göttingen das Unglück eines Radbruches am Wagen und verlor nach einem Monat seine Frau als Folge dieses ersten Unfalles. Göttingen wurde ihm leider aber auch in der Folge zu einer Unglücksstadt, er verlor nach zwei Jahren den ältesten Sohn, nach weiteren zwei Jahren die zweite Frau und ihr Kind, und selbst litt er sehr unter dem Göttinger Klima. Wie die Verhältnisse in Göttingen waren, geht aus einem für die damalige Bevölkerung nicht gerade schmeichelhaften Gedicht hervor, welches er zur Einweihung der Georgia-Augusta-Universität verfaßt hatte:

Ein einsam Volk, in öder Ruh erzogen,
wird jetzt der Reinlichkeit, ja selbst der Zier gewogen
und öffnet fremdem Witz, den ungewohnten Schooß.
Die Handlung streut aus arbeitsarmen Händen
Bequemlichkeit und Reichthum aus;
Die Ordnung zieht die Stadt aus ihrem Grauß
und selbst des Ekels Klagen enden;
Der Lehrstuhl ist besetzt, und eine stille Jugend
lernt mit der Weisheit auch die Tugend.

1739 gründete HALLER die «Göttingischen Zeitungen von Gelehrten Sachen», deren Leitung er 25 Jahre lang behielt und die er in dieser Zeit durch 12 000 Beiträge bereicherte. 1751 gründete er die Königliche Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, deren Vorsitz er übernahm und deren Entwicklung zu einer der angesehensten Akademien ihm persönlich zu verdanken sein dürfte. Der erste Anstoß zur Gründung der Akademie ist durch den Philosophen ANDREAS WEBER gegeben worden, dessen Vorschläge durch MÜNCHHAUSEN an HALLER weitergeleitet wurden. Die Stiftung und erste öffentliche Versammlung fand am 10. November 1751, am Geburtstag Georgs II., im damaligen großen juristischen Hörsaal statt. Schon 1747 erschienen die *Primae lineae physiologiae*, der Grundstein eines neuen Wissensgebietes, der Physiologie. Wohl hatten Männer wie ANDREAS VESALIUS, WILLIAM HARVEY und MARCELLO MALPIGHI im 16. und 17. Jahrhundert durch ihre grundlegenden Arbeiten die experimentelle Betrachtung der Lebensvorgänge und ihre funktionelle Darstellung erschlossen, HALLER aber war es, der als erster diese neue Betrachtungsweise zu einem eigentlichen Lehrgebäude aufbaute. Daß dies schon seinen Zeitgenossen bewußt war, geht aus einem Brief von SPALLANZANI an HALLER hervor, in dem er schreibt, die Physiologie verdanke ihm so viele neue Erkenntnisse, daß sie «viel mehr als von ihm (HALLER) erfunden erscheine, als durch ihn gefördert.» 1753 ließ sich HALLER leider durch das Angebot einer Staatsstelle in Bern, der Stelle eines Rathaus-Ammanns, die ihm durch das Los zugefallen war, verführen, Göttingen zu verlassen und in seine Heimat zurückzukehren. Heimweh, die Sorge um die Sicherheit seiner Kinder und die gesundheitlichen und gesellschaftlichen Widerwärtigkeiten scheinen diesen für HALLERS Weiterentwicklung unglücklichen Entschluß herbeigeführt zu haben. Von Bern aus gab HALLER das große, in acht Bänden erschienene monumentale Handbuch der Physiologie, die *Elementa physiologiae corporis humani*, von 1757 bis 1763 heraus. Von 1758 bis 1762 lebt HALLER in Roche bei Aigle als Salzdirektor der bernischen Salinen, 1762–1767 als stellvertretender Landvogt in einem entzückenden Herrschaftshaus im französischen Stil in Aigle. Von 1767 an ist er als Mitglied des Berner Ehegerichtes, der Oberappellationskammer und Assessor des Sanitätsrates in Bern tätig, wo er am 20. Dezember 1777 an der Inselgasse 5 gestorben ist. Das Miterleben der Französischen Revolution und ihrer Auswirkungen auf seine engere Heimat ist HALLER, dem autoritätsgläubigen, erzkonservativen Protestant erspart geblieben. So weit der äußere Lebenslauf, der so einfach an Hand

der wichtigsten Lebensdaten zu zeichnen ist. Was wissen wir aber vom Menschen, von seinen Wünschen und Plänen, von seinem Wesen und seiner Ausstrahlung auf seine Schüler und Zeitgenossen?

Er war der «große» HALLER, sein Name war in der ganzen damaligen gebildeten Welt bekannt; die Universitäten von Oxford, Utrecht und Halle hatten vergeblich versucht, ihn durch Berufung zu gewinnen, die Schwedische Akademie hat ihn als erste geehrt, andere folgten. Jedermann von Kultur, darunter auch der Kaiser Joseph II., machte ihm seine Aufwartung bei der Durchfahrt durch Bern, und mit der ganzen wissenschaftlichen Welt stand er in Korrespondenz. Seine Popularität soll ungeheuer groß gewesen sein, wie folgende Anekdote zeigt, die von Siegrist erzählt wird. Es wird berichtet, «daß eines Tages ein englisches Schiff von Seeräubern gekapert wurde, an dessen Bord sich eine Kiste voll Bücher befand, die für HALLER bestimmt waren. Als der Seeräuber dies bemerkte, lief er sogleich den nächsten Hafen an, um die Kiste weiterzubefördern, denn der Gedanke wäre ihm unerträglich gewesen, einen so trefflichen Gelehrten wie den Herrn VON HALLER geschädigt zu haben.» Aber war dieser Mann, dessen Lebenswerk eine Bibliothek für sich ist, glücklich, hat er die Befriedigung schöpferischer Arbeit gefunden und hat er Werte von dauerndem Bestand geschaffen? Diese Fragen lassen sich aus dem äußeren Lebenslauf überhaupt nicht und aus den gedruckten Werken nur schwer beantworten. Was bedeutet uns heute das Lebensbild eines HALLER, ist es die Entwicklung der äußeren Lebensverhältnisse oder die innere Entwicklung, die uns die Versenkung in die Biographie eines großen Wissenschafters und Mannes so spannend macht?

HALLER war ein Wunderkind und hat schon im frühesten Alter Wörterbücher und Lebensbeschreibungen verfaßt. Der Hang zum Enzyklopädischen ist ihm zeitlebens geblieben und hat zusammen mit seinem ungeheuer präzisen Gedächtnis zu einem in Druck und Schrift festgehaltenen gewaltigen, ja beinahe unfaßbaren Lebenswerke geführt. Wir leben in einer ganz anderen Zeit und fragen uns bei der Betrachtung der ungewöhnlichen Begabungen, die frühere Jahrhunderte hervorgebracht haben, wie z. B. derjenigen HALLERS oder der frühreifen musikalischen Begabung MOZARTS, ob nicht doch die geniale Begabung einzelner Individuen in unserer Zeit der mehr durchschnittlichen Begabung größerer Kreise gewichen ist. HALLER war von früher Jugend auf ein einsamer und besessener Arbeiter. Göttingen war für ihn die fruchtbarste Zeit seines Lebens, weil er dort beinahe ungehindert sezieren und experimentieren konnte. Durch seine Rückkehr nach Bern ist er aus dem befruchtenden Kontakt mit dem Experiment ausgeschlossen worden und von da an immer mehr der Gelehrsamkeit verfallen. Wenn JOHN FULTON schreibt, daß HALLERS Licht mit seinem Tod auslöschte und keine Schule seine Gedanken weitertrug, während sein Zeitgenosse JOHN HUNTER zum Begründer einer großen medizinischen Tradition wurde, so ist daran HALLERS Isolierung in der zweiten Hälfte seines Lebens schuld. In Göttingen war er auf dem besten Wege, eine Schule

zu begründen, denn er hat in vorbildlicher Weise begabte junge Leute zu selbständigem wissenschaftlichem Arbeiten herangezogen, unter denen MECKEL, der Großvater der berühmten Anatomen, wohl der Bedeutendste war. Er hätte zweifellos als Lebenswerk eine große Schule bilden können. Es lag aber im Geiste der Zeit, daß dem gedruckten Wort ein so großer und dem von Mensch zu Mensch springenden Funken ein so geringer Wert zugelegt wurde. «Die lächelnde Freude aber habe ich nie gefühlt», schrieb HALLER, und so blieb er in der Auswirkung seiner Menschlichkeit unfruchtbar. Die großen Nachschlagewerke, die er im Alter schuf, die *Bibliotheca botanica* (1771/72), die *Bibliotheca anatomica* (1774–76) und die *Bibliotheca chirurgica* (1775) und *Medicinae practicae* (1776), sind wohl ein bleibendes Denkmal seines ungeheuern Fleißes und werden in bibliographischen Kreisen sehr geschätzt. HALLERS großer Wurf waren aber zwei kleine Schriften, zwei in der Göttinger Akademie am 23. April und am 6. März 1753 gelesene Reden, *de partibus corporis humani sensibilibus* und *de partibus irritabilibus*. In diesen beiden Schriften ist sein größter Beitrag zur Physiologie, die Lehre von der Irritabilität und Sensibilität, enthalten. Man darf wohl sagen, daß wir erst heute genau verstehen, was HALLER sagen wollte, und daß es ein heiteres Vergnügen ist, festzustellen, welchen Unsinn die Epigonen seines und des letzten Jahrhunderts aus HALLERS grundlegenden Feststellungen gemacht haben. Besonders instruktiv ist die am 29. November vor hundert Jahren vor der Göttinger Akademie gehaltene Festrede RUDOLPH WAGNERS zur 100-Jahr-Feier. Die von HALLER auf Grund von über 400 umfangreichen Experimenten vorgetragene Irritabilitätslehre ist sofort von GAUBIUS und anderen aufgegriffen worden und als organische Grundkraft, später sogar als Lebenskraft oder *vis vitalis* beschrieben worden. KIELMEYER und REYL haben Ende des 18. Jahrhunderts diese Lebenskräfte gruppiert und, wie WAGNER sich ausdrückt, einen wahren Jahrmarkt von Kräften veranlaßt, den die Physiologen noch bis ins 19. Jahrhundert feilboten. «Die gewöhnlichen Ärzte, über welche schon GALEN zu seiner Zeit ein hartes Urtheil fällte, speiste man damit ab, und selbst die besten, mit sehr wenigen Ausnahmen, ließen sich von jenen seichten und blendenden Theorien hinreißen.» (WAGNER.) Aber noch im Jahre 1851 waren offenbar die Meinungen über HALLERS Irritabilitätslehre geteilt, und gute Physiologen, wie JOH. MÜLLER, VALENTIN und HENLE, werden von WAGNER als Gegner der HALLERschen Lehre bezeichnet.

Wir sind heute in der glücklichen Lage, zu glauben, daß wir genau wissen, um was es sich handelt, und wir stehen, um mit Gottfried Keller zu sprechen, wieder einmal auf einem höchsten Gipfel der Naturforschung. Die Entwicklung der Physik hat dem Physiologen vom Jahre 1920 an Methoden in die Hand gegeben, mit denen es möglich wurde, das, was HALLER intuitiv herausgespürt hat, exakt zu erforschen. Die Elektronenröhre hat die Verstärkung und Messung der biologisch vorkommenden Ruhe- und Aktionspotentiale und der Elektronenstrahl-Oszillograph die trägheitsfreie Registrierung der zeitlichen Vorgänge

möglich gemacht. Erlauben Sie mir daher, kurz zu schildern, wie wir heute diese biologischen Grundprozesse sehen, um so HALLERS intuitive Ahnung der Vorgänge zu bewerten. Ich tue es deshalb, weil es mir scheint, daß in keiner Biographie, auch nicht in LEON ASHERS Festrede vom Jahre 1902, HALLERS wissenschaftliche Leistung mit den Ergebnissen der modernen Forschung wirklich in Verbindung gebracht wurde; teilweise deshalb, weil sie vor der Gewinnung dieser neuen Einsichten geschrieben wurden oder, wie im Falle der sonst ausgezeichneten menschlichen Darstellung HALLERS, die von RÜDIGER ROBERT BEER 1947 gegeben wurde, aus mangelnder wissenschaftlicher Schulung.

Unter Erregbarkeit oder Irritabilität verstehen wir heute die Fähigkeit eines Gewebes, auf einen Reiz mit einem spezifischen Erfolg zu antworten. Der Muskel kontrahiert sich, die Drüse sezerniert, der Nerv bildet ein Aktionspotential, der periphere Rezeptor bildet «Schauer» von Aktionspotentialen, und die zentralen Nervenzellen gehen aus dem Ruhezustand entweder in den Zustand zentraler Erregung oder Hemmung über. Der Nerv ist das einfachste System, denn dort entsteht auf einen Reiz hin nur *eine* Erregung, während beim Muskel der Erregung die Kontraktion und bei der Drüse die Sekretion folgt. Bei den peripheren Rezeptoren führt der Reiz zu komplizierten Erregungsfolgen, die je nach Rezeptor ganz verschieden sind, und im Zentralnervensystem ist der Erfolg eines einzelnen Reizes von sehr vielen Faktoren abhängig, die wir erst langsam zu verstehen beginnen.

Alle Vorgänge in der unbelebten Welt laufen so ab, daß letzten Endes die Entropie einem Maximum zustrebt. Man bezeichnet diese Erkenntnis als den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik. Was ist Entropie? In molekularstatistischer Betrachtung kann man etwa sagen, daß die Entropie eine Größe ist, die über den Grad der Unordnung oder Ordnung in einem System etwas aussagt, und daß das Anwachsen der Entropie immer einer Zunahme der Unordnung entspricht. In der Fassung, die BOLTZMANN und GIBBS dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik gegeben haben, lautet diese Aussage wie folgt: Der Zustand der Unordnung hat die größte Wahrscheinlichkeit.

Es ist ein wesentliches Merkmal des Lebens und aller belebten Vorgänge, daß sie scheinbar gegen dieses Grundprinzip verstoßen. Einzelne Autoren haben sogar bis auf den heutigen Tag geltend gemacht, daß in den submikroskopischen Dimensionen belebter Systeme solche Ausnahmezustände möglich sein könnten. Die kritische Sichtung des experimentellen Materiales zeigt aber immer wieder, daß der Verstoß gegen den 2. Hauptsatz der Thermodynamik nur scheinbar ist und daß in Wirklichkeit ein Prinzip hinter allen Lebensvorgängen zu finden ist, das der kürzlich verstorbene große Meister der Biochemie, OTTO MEYERHOF, als erster richtig erkannt hat, das Prinzip der energetischen Kopplung. Ein Beispiel möge die Gedankengänge erläutern: Im lebenden Nerven finden wir im Inneren eine 20mal höhere Kaliumkonzentration als außen und eine 10mal geringere Konzentration an Natrium-Ionen. Als elektrisches Äquivalent dieser einem Ordnungszustand entsprechenden

Ionenverteilung messen wir ein Ruhepotential von zirka 70 mV, welches durch die Sauerstoffatmung des Nerven zum größten Teil gegen die dem 2. Hauptsatz entsprechende Tendenz des Ausgleiches aufrechterhalten wird. Bei der Sauerstoffatmung nimmt die freie Energie im oxydativen Prozeß ab und wird durch energetische Kopplung auf den zur Erhaltung der Ionenordnung gegen die ausgleichenden Kräfte direkt energieliefernden Prozeß übertragen. Für sich betrachtet, nimmt im oxydativen Vorgang die Entropie zu, durch energetische Kopplung ist aber dafür gesorgt, daß das Ruhepotential konstant bleibt. SCHRÖDINGER hat dieses in allen Lebensvorgängen immer wieder auffindbare Prinzip «Ordnung aus Unordnung» genannt.

Die Aufrechterhaltung der besonderen Ionenordnungen in Nerven, Muskeln, Drüsen und anderen nervösen Systemen ist aber nichts anderes als die Grundlage der Irritabilität oder Erregungsfähigkeit dieser Gewebe, und sie ist von ALBRECHT HALLER zum ersten Male als Grundprinzip richtig erkannt worden.

Wir alle wissen, wie wichtig der Einfluß der Umgebung für die Entwicklung der wissenschaftlichen Forschung ist. Zufall und Erfindung sind die Schutzpatrone, die an der Wiege großer wissenschaftlicher Erfindungen stehen. Aber nur dem geschulten und gereiften Geist vermag der Zufall neue Horizonte der Erkenntnis zu weisen. Damit diese Ausblicke Gemeingut der menschlichen Kultur werden, muß die Zeit reif sein. HALLER war es nicht vergönnt, mit einer für seine Gedanken reifen Zeit rechnen zu dürfen, und durch seinen Wegzug von Göttingen hat er sich einer fruchtbaren Umgebung entzogen und ist damit aus diesem merkwürdigen Bann getreten, der die großen wissenschaftlichen Zentren in besonderer Weise auszeichnet.

HALLER war ein unglücklicher Wissenschafter, dem besonders im späteren Lebensalter die Auswirkung auf eine seinem Geist entsprechende Umgebung nicht gegönnt war. Als Mensch tritt er uns heute an manchen Stellen seiner Tagebücher und Gedichte wieder viel näher, und zum Schluß sei ein Gedicht wiedergegeben, das er im Schmerz um den Verlust seiner Frau verfaßt hat und dessen verborgene Schönheit HALLER von einer ganz anderen Seite zeigt:

Mein stilles Glück, die Lust von wenig Stunden,
ist wie das Glück in einer Sommernacht,
ist ohne Spur, ist wie ein Traum verschwunden,
der Bettler oft zu kurzen Herrschern macht.
Verlaßnes Haus und vormals werte Zimmer,
wodurch ich jetzt, gejagt von Unruh, flieh,
zeigt mir ihr Bild und wiederholt mir immer,
hier ging sie oft, hier saß, hier ruhte sie!

Vulkanologie und Geochemie der Geysire und heißen Quellen Islands

Von

Tom. F. W. Barth, Oslo

Die Vulkane Islands haben lebhaftes Interesse erweckt, und eine große Anzahl von Geologen vieler Länder war und ist mit ihrer Erforschung beschäftigt. Unter der großen Mannigfaltigkeit der vulkanischen Erscheinungen sind sowohl die Spaltenergüsse als die sogenannten Arealeruptionen für Island charakteristisch. Sie sind intensiv studiert worden, und unter den Schweizer Geologen hat sich besonders Dr. Rittmann durch seine erfolgreichen Studien des Mechanismus der Spaltenergüsse hervorgetan.

In den weitgestreckten Lavaflächen der Umgebung des Sees Mývatn findet sich eine erstaunlich große Anzahl von Kleinkratern und anderen vulkanischen Kleinbildungen, die von H. Reck als Förderungsschlote der Lava aufgefaßt wurden (siehe Abb. 1) – deshalb der Name Arealeruption.

Dem isländischen Geologen Thorarinsson ist es aber gelungen, eine interessante und neuartige Erklärung dieser Kleinformen zu geben. Das heißt, neuartig ist sie eigentlich nicht, denn der bekannte, verstorbene Naturalist und Geograph Islands, Thorvaldur Thoroddsen, hatte schon in seinen geographischen Arbeiten von ungefähr 1880 die Erklärung angedeutet. Seine Arbeiten waren aber teils isländisch, teils dänisch geschrieben und blieben infolgedessen einem größeren wissenschaftlichen Kreise unbekannt.

Jetzt hat Thorarinsson den Gedanken aufgenommen und wissenschaftlich bearbeitet. Die Lava ist danach über eine flache Landschaft voll von Moorböden und wassergefüllten Vertiefungen geflossen und hat dadurch die Möglichkeit gehabt, das darunterliegende Wasser in sich zu inkorporieren, teils in Lösung, teils in Okklusion. Durch Erstarren der Lava ist das Wasser unter Bildung allerlei phantastischer Kleinkrater und Kleinvulkanformen explosionsartig wieder abgegeben worden.

Die isländischen, von Reck aufgestellten Arealeruptionen, die in seinem Klassifikationsschema eine große Rolle spielen, sind somit durch diese Untersuchungen überholt worden. Wahrscheinlich gibt es überhaupt nirgends Arealeruptionen im Sinne Recks.

Man sieht an diesem Beispiel, wie die vulkanischen Kräfte sich mit dem Wasser verbinden können und wie diese Feuer-Wasser-Kombination sofort zu Thermalerscheinungen verschiedener Art Anlaß gibt.

Alle heißen Quellen und Dampfexhalationen sind durch diese Kombination von Feuer und Wasser erzeugt. Sie sind von Geologen, Chemikern, Physikern und Geographen des letzten Jahrhunderts intensiv

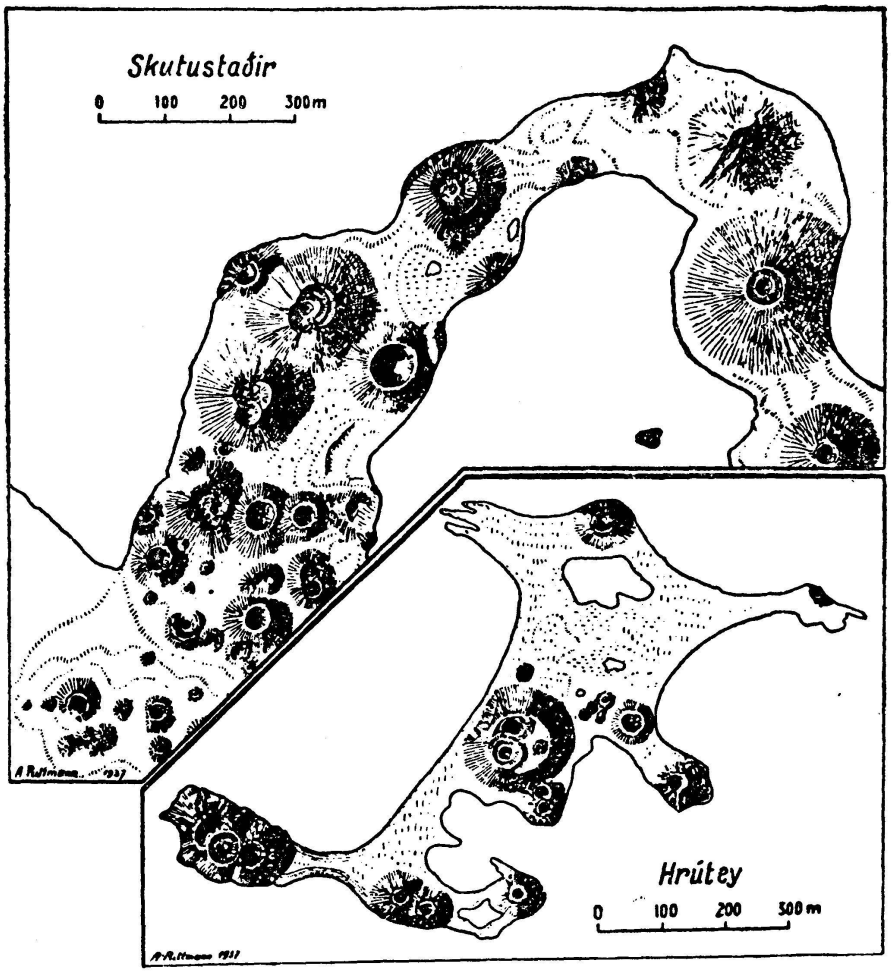


Abb. 1

Kratergruppen bei Mývatn (nach Rittmann).

untersucht worden. Unter ihnen hat sich der Schweizer Geologe Dr. Sonder durch klassifikatorische und chemische Erforschung zahlreicher Quellengebiete in besonders verdienstvoller Weise hervorgetan.

Im Folgenden werde ich zunächst über die Geysiraktivität berichten und eine neue Geysirtheorie vorlegen. Hierauf werden die Entstehung und Entwicklung der heißen Quellen diskutiert und ihre geochemische Stellung erklärt. Dadurch werde ich auch auf die große Bedeutung der Entgasungsprozesse der Erde zu sprechen kommen.

Die Geysire

Über die Geysiraktivität ist viel Interessantes zu berichten: Sie ist eines der eigentümlichsten Phänomene der Natur. Auf Island sind mehrere tausend einzelne heiße Quellen bekannt, aber höchstens 30 Geysire sind in Tätigkeit, d. h. weniger als 1 % der gesamten Anzahl heißer Quellen.

Im Yellowstone–Nationalpark gibt es nicht so viele heiße Quellen wie in Island, trotzdem sind davon mindestens 200 Geysire, d. h. ungefähr 10 % der Gesamtanzahl heißer Quellen des Nationalparkes. Die Geysiraktivität in Yellowstone ist also relativ viel häufiger als in Island.

Die Geysire haben eine Tendenz, sich zusammenzuhäufen; in Island existieren nur 4 Geysirgruppen oder -areale, innerhalb deren sich alle aktiven Geysire Islands befinden. Man muß daher annehmen, daß diese 4 Areale in Gegenden liegen, wo die Verhältnisse für Geysirtätigkeit besonders günstig sind.

Der Wahrscheinlichkeitsquotient in Island ist ja klein, weniger als 1 %. Aber innerhalb der vier erwähnten Geysirareale zeigen nicht weniger als 25 % der Gesamtanzahl heißer Quellen Geysirtätigkeit. Welches sind nun die Bedingungen, die eine Geysiraktivität voraussetzen?

Bunsen hat auf einer Reise im Jahre 1847 einige der Geysire Islands besucht. Das Resultat seiner Reise war die berühmte Geysirtheorie, die heute noch weit verbreitet ist. Seiner Ansicht nach ist die Eruption von der Temperatur abhängig und erfolgt nur, wenn der Siedepunkt in irgendeiner Tiefe erreicht wird. Gleich nach einer Eruption ist das Quellenwasser verhältnismäßig kalt. Durch heiße Dämpfe wird es allmählich bis auf den Siedepunkt erwärmt; und eine Eruption folgt.

Meine Studien in Island zeigen aber einen davon verschiedenen Mechanismus an.

1. Es findet im allgemeinen kein regelmäßiges Steigen der Temperatur von einer Eruption zur nächsten statt. Jeder Geysir zeigt eine charakteristische Temperatur-Tiefen-Kurve, die von der Zeit gewissermaßen unabhängig ist.

2. Obschon die Temperatur mit der Tiefe steigt, ist das Steigen geringer als das des Siedepunktes mit der Tiefe; d. h. je tiefer im Brunnen, desto weiter ist man vom Siedepunkte der betreffenden Tiefe entfernt. Diese zwei Sätze sind voneinander abhängig. Sofern in irgendeiner Tiefe Überhitzung vorkäme, würde das aufsteigende Wasser sofort die oberen Teile des Geysirsystems auf Temperaturen weit über die wirklich beobachteten erwärmen.

Dieses kann man auch mathematisch verfolgen; ich werde hier aber nicht die Gleichungen bringen; zwei Beispiele werden die Prinzipien zur Genüge zeigen können.

In Uxahver und Ystihver, den zwei berühmtesten Geysiren Nordislands, wurden die Temperatur-Tiefen-Kurven durch Messungen bis auf sechs bzw. acht Meter Tiefe festgestellt. Von den auf diese Weise erhaltenen Daten läßt sich der Temperaturgradient mit der Tiefe

berechnen. Der Gradient wird schnell sehr klein, ja die maximalen Temperaturen, sogar in sehr großer Tiefe, sind für Uxahver und Ystihver 108° bzw. 107°.

Der Grund hierfür ist, daß in größeren Tiefen kein Mechanismus vorhanden ist, durch den Wärme von einem aufsteigenden Wasserkörper weggeführt werden kann. Alle Temperatur-Tiefen-Profile, die in Bohrlöchern der Thermalgebiete Islands gemessen worden sind, zeigen dasselbe, d. h. praktisch keinen Gradienten unterhalb etwa 20 bis 30 Meter Tiefe.

Ein Bohrloch einer Dampfquelle im Yellowstone-Park, die von Dr. FENNER im Jahre 1936 untersucht wurde, zeigte ganz andere Verhältnisse. Hier zeigt die Temperatur-Tiefen-Kurve einfach das Steigen des Siedepunktes mit der Tiefe an. Siehe Abb. 2. Deshalb hat sich hier eine Dampfquelle und kein Geysir gebildet.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Messungen, die ich in Island ausgeführt habe, ganz entschieden darauf hindeuten, daß Geysireruptionen nicht durch Überhitzung irgendeines Teiles des Geysirrohres erzeugt werden. Berechnungen zeigen, daß in den tieferen Teilen des Geysirsystems, in denen sich die explosive Kraft entwickelt, die Temperatur gewöhnlich niedriger ist als die des Siedepunkts in dieser Tiefe.

Meiner Ansicht nach, und in Übereinstimmung mit der Theorie des Isländers TH. THORKELSSON, beruht die Geysirtätigkeit auf dem Vorhandensein von Schwärmen von Gasblasen, die, mit Wasser vermischt, einen kleineren hydrostatischen Druck ausüben als Wasser allein. Die so erzeugte Druckentlastung ist fähig, ein Aufrauschen und Kochen des Wassers, das sich jetzt unter einem kleineren Druck befindet, zu bewirken, was hinreicht, eine Eruption auszulösen. Siehe Abb. 3.

Entstehung und Entwicklung der Quellen

Unter der festen Kruste Islands befinden sich große Reservoire geschmolzener Gesteinsmassen, die sogenannten Magmen, deren Kristallisationstemperatur (d. h. Erstarrungstemperatur) von ungefähr 1200° bis zu 700° gelegen ist. Durch allmähliche Abkühlung wird eine immer größere Fraktion des Magmas fest werden. Die nicht verfestbaren Anteile des Magmas, besonders die magmatischen Gase, akkumulieren sich infolgedessen mehr und mehr in der Restschmelze – vor allem Wasserdampf, aber auch andere Gase wie Schwefel, Chlor, Kohlensäure usw. Bald wird in dieser Weise ein Punkt erreicht, bei dem die Restschmelze mit den Gasen gesättigt ist. Oder, anders ausgedrückt, der innere Gasdruck der Restschmelze übersteigt den äußeren Druck, und die Schmelze fängt sòmit zu sieden an. Es ist hier der sogenannte zweite Siedepunkt, der durch Erhöhung der Gasspannung infolge Kristallisation erreicht wird, im Gegensatz zum bekannteren oder «gewöhnlichen» Siedepunkt, der durch Erhöhung der Gasspannung infolge Wärmezufuhr erreicht wird.

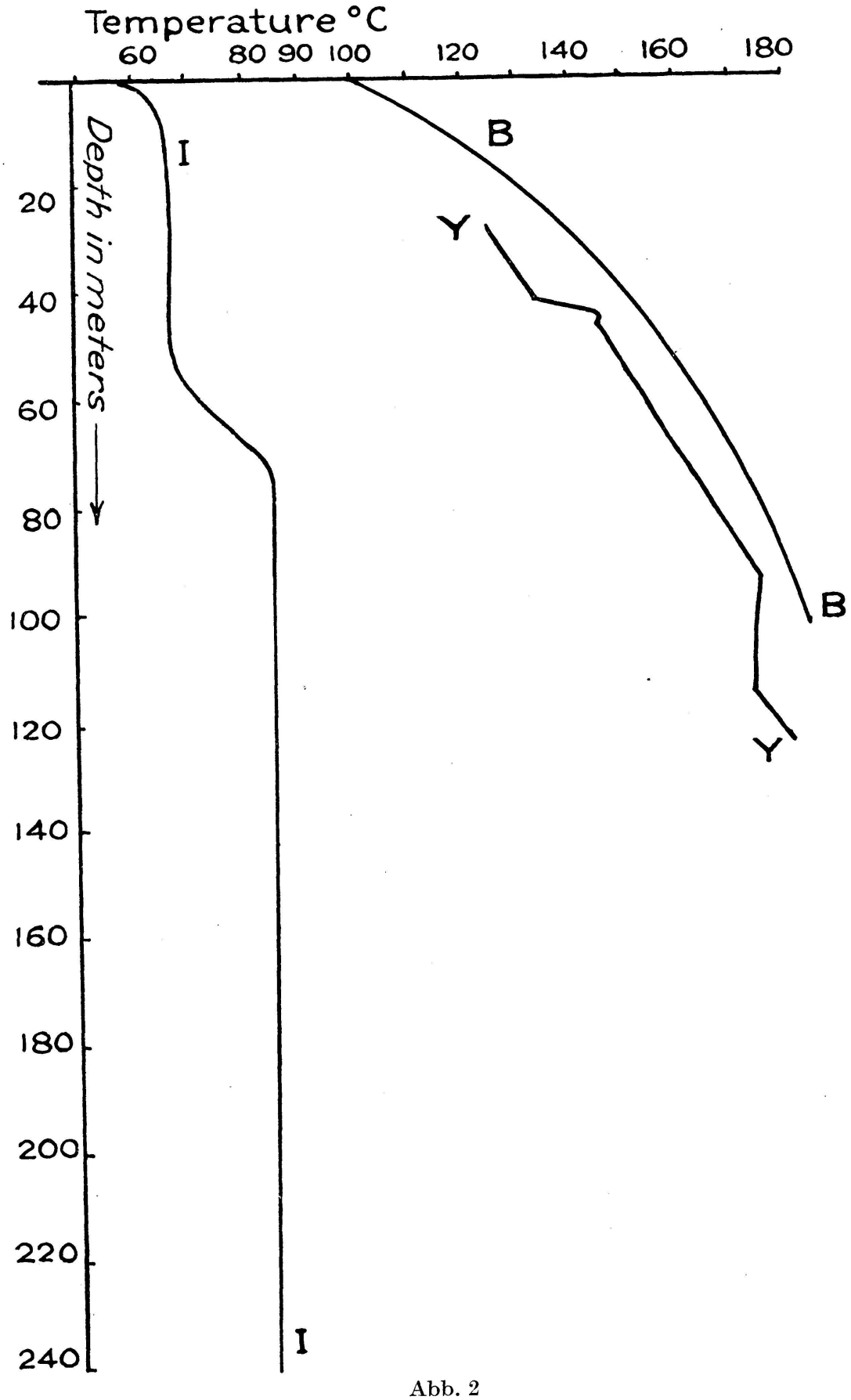


Abb. 2

Temperatur-Tiefen-Kurven: I–I, in einem Bohrloch von Sudur Reykir, Island. Y–Y, in einem Bohrloch bei Upper Basin, Yellowstone. B–B, Siedepunkt des Wassers.

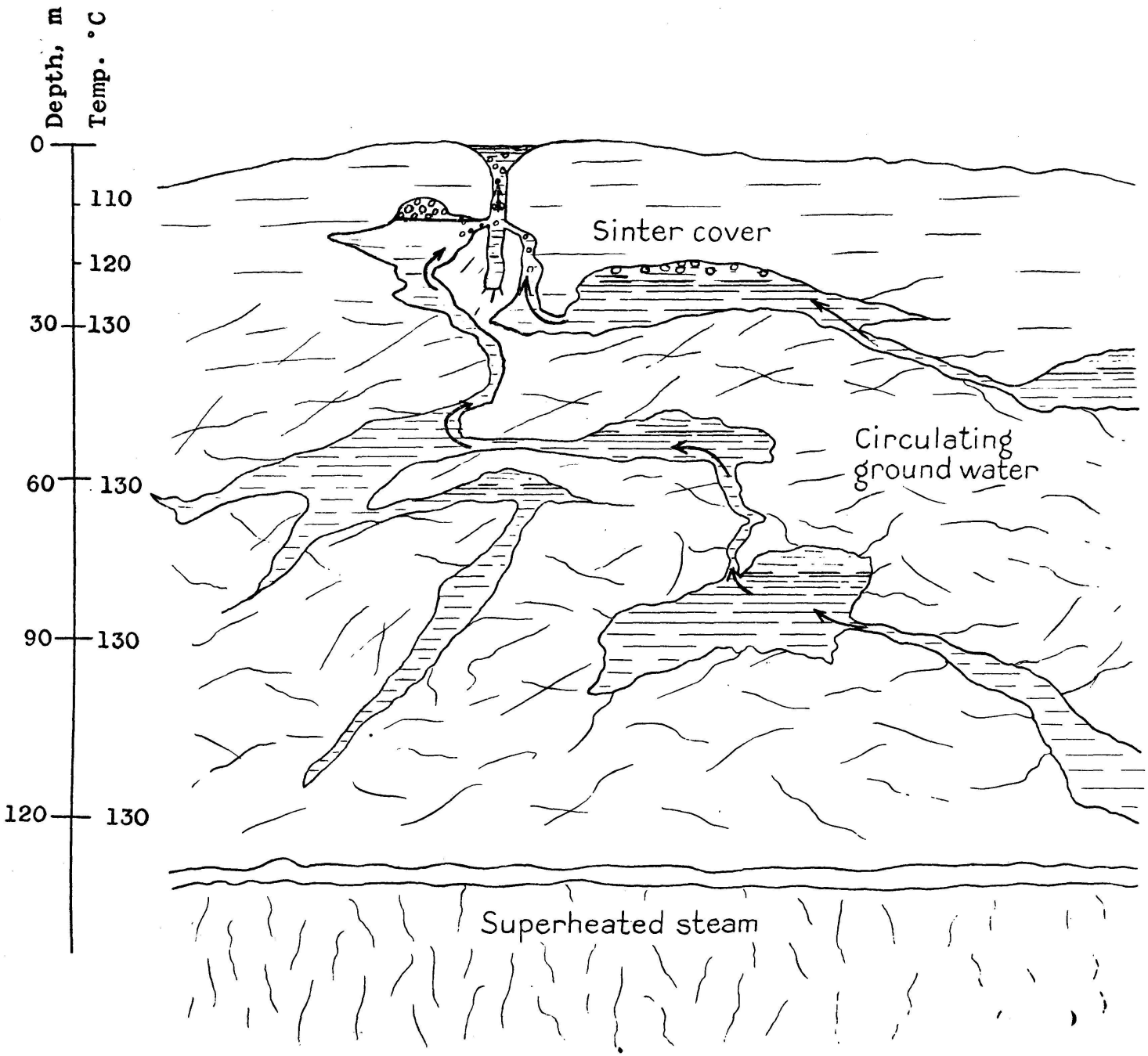


Abb. 3

Schematisches Diagramm
vom Großen Geysir

Sieden heißt, daß eine Gasphase über der Schmelze gebildet wird. Die Gase steigen empor und werden mit dem festen Gestein reagieren; sie werden einer dicken Schicht von Grundwasser begegnen, dadurch werden sie unter Erhitzung des Grundwassers in Lösung gehen, werden dann mit den im Grundwasser aufgelösten Substanzen und immer noch mit dem umgebenden Gestein reagieren. Schließlich wird ein Teil der Gasphase an die Erdoberfläche gelangen, teilweise im Quellenwasser gelöst, teilweise in Form von Quellengasen.

Es ist aber ohne weiteres klar, daß diejenigen Quellengase, die an der Oberfläche angetroffen werden, ganz verschieden sind von den primären, magmatischen Gasen – nicht nur infolge unterirdischer Reaktionen, sondern auch infolge von Verunreinigungen mit atmosphärischen und anderen Gasen.

Zahlreiche Analysen zeigen, daß man die Quellengase in zwei Gruppen einteilen kann:

1. die vulkanischen Gase, wesentlich H_2, H_2S und CO_2;
2. die sekundären Gase, wesentlich N_2 und auch O_2.

Die Quellen selbst lassen sich zweckmäßig nach ihrem relativen Gehalt an den betreffenden Gasen klassifizieren, wodurch eine natürliche Klassifikation erreicht wird: Diejenigen Quellen, die in direktester Beziehung zur vulkanischen Wirksamkeit stehen, haben einen großen Gehalt an H_2, H_2S und CO_2. Mit zunehmender Entfernung sinken zunächst die Gehalte an H_2 und H_2S, dann sinkt das CO_2; und schließlich, wenn die Quellen keine direkte Relation zur Vulkanität mehr aufweisen, sind alle drei dieser Gase ganz verschwunden; nun enthält die Quelle lediglich Stickstoff (inklusive Edelgase wie Argon) und vielleicht ein wenig Sauerstoff.

Die Entwicklungsgeschichte läßt sich jetzt gut rekonstruieren: Parallel mit der Veränderung des Gasgehaltes geht eine gesetzmäßige Variation der im Quellenwasser aufgelösten Substanzen. Beispielsweise sei erwähnt, daß *Sulfate* in den primären Quellen konzentriert sind und in der Entwicklungsserie regelmäßig abnehmen. *Chloride* verhalten sich umgekehrt: Sie sind in den primären Quellen fast nicht vorhanden, steigen aber dann regelmäßig an. *Fluoride* folgen den Chloriden. *Fe-* und *Al*-Ionen sind in den primären Quellen konzentriert usw. Es würde aber zu weit führen, die verschiedenen Komponenten für sich näher zu besprechen. Sehr charakteristisch ist nun die Wasserstoffionenkonzentration. *p*H-Werte lassen sich leicht im Felde messen. Viele Messungen sind deshalb gemacht worden, und überall habe ich dieselbe Regelmäßigkeit gefunden: Das vulkanische Quellenwasser ist ursprünglich sauer. Je länger es sich unter der Erde befindet, um so mehr Gelegenheit hat es, mit anderen Stoffen zu reagieren; dadurch wird es alkalischer.

Um die vulkanischen Zentren herum entsteht somit ein regelmäßiger geochemischer Zonenbau. Vom Zentrum gegen die Peripherie hin lassen sich also die geochemischen Variationen regelmäßig verfolgen. Jedes Element kann auf diese Weise studiert werden, und durch Extrapolieren

kann man versuchen, die Zusammensetzung der primären vulkanischen Phase zu bestimmen.

Die Frage der Herkunft der vulkanischen Energie soll hier nicht näher berührt werden; wir müssen uns damit begnügen, festzustellen daß sie als erste Bedingung der Quellentätigkeit tatsächlich vorhanden ist. Weitere Bedingungen sind (2) die großen Niederschlagsmengen und (3) die große Lockerheit oder Porosität der isländischen Gesteinsarten, die imstande sind, sehr schnell das Regenwasser zu absorbieren. Es ist charakteristisch, daß Island, das ein sehr feuchtes Klima hat, doch über größere Strecken wüstenartig trocken erscheint – alle Gewässer verschwinden in den klüftigen Laven, setzen ihren Weg unterirdisch fort und treten erst in den Vertiefungen zutage. In geringerer Tiefe begegnen dem Wasser heiße magmatische Gase und Dämpfe. Dadurch wird das ganze Grundwasser zu hohen Temperaturen erhitzt, und wenn es in Talsenken und Flußbetten oder in anderen Vertiefungen zutage tritt, bilden sich die zahlreichen heißen Quellen.

Die große Intensität und Extensität der heißen Quellen läßt sich somit durch die Kombination von vulkanischer Energie, starkem Niederschlag und lockerem Gesteinsboden erklären.

Die Entgasung

Zuletzt sei die fundamentale Frage gestellt: Warum existieren überhaupt echte juvenile Gasarten, d. h. Gase, die direkt aus dem Inneren der Erde kommen? Ich glaube, die Antwort ist, wir haben es mit einem fundamentalen Prozeß zu tun – mit einem großartigen Entgasungsprozeß – von weitreichender geologischer Bedeutung.

Es läßt sich thermodynamisch beweisen, daß gasförmige Moleküle im Erdinneren nicht im Gleichgewicht sind und daß sie infolgedessen gegen die Oberfläche diffundieren müssen. Wichtige Beobachtungen lassen sich dafür anführen, daß die ganze Hydrosphäre und die ganze Atmosphäre sekundär durch Entgasung entstanden sind. Diejenigen Gase, die bei der Entstehung der Erde sozusagen im Erdinneren gefangen genommen wurden, sind während der nachfolgenden geologischen Zeiten ununterbrochen auf Wanderung nach der Oberfläche. Die feste Erde verarmt ständig an Gasen, die zunächst in die Atmosphäre hineingelangen, und schließlich – im Falle von leichten Gasarten – an den Kosmos abgegeben werden.

Heute findet in Island eine lebhafte Entgasung statt, und von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, bieten die Quellengase dem Geologen ausgezeichnete Gelegenheit, fundamentale geologische Probleme zu studieren. Er kann hier Relationen zwischen dem Erdinneren und der Oberfläche suchen. Die juvenilen Quellengase sind also Boten aus dem unzugänglichen Inneren der Erde. Aber trotzdem, und dies ist von besonderem Interesse, ist die chemische Zusammensetzung der Gase gar nicht typisch für die des Erdinneren.

Zwei Regionen bleiben wohl immer für uns unzugänglich: der Weltraum und das Erdinnere.

Vereinzelte Botschaften kommen aber aus beiden Regionen. Die Meteorite kommen aus dem Weltraum, die juvenilen Gase aus dem Erdinneren. Wir wissen, daß im Weltraum besonders leichte Gase vorhanden sind und daß die durchschnittliche Zusammensetzung des Weltraumes infolgedessen sehr weit von der Zusammensetzung der Meteorite entfernt ist. Ja wenn man näher daran denkt, sieht man ein, daß die Meteorite der Zusammensetzung nach in schroffem Gegensatz zum Weltraume stehen, woher sie kommen, daß sie aber eine merkwürdige Beziehung zum Erdinneren zeigen. Die juvenilen Gase zeigen hingegen eine enge Beziehung zum Chemismus des Weltraumes und sind verschieden von dem des Erdinneren, woraus sie kommen. Diese Botschaften zeigen somit in ihrer Zusammensetzung an, wohin sie gehen, nicht aber woher sie kamen. Wie läßt sich dies erklären ? Die Erklärung ist vielleicht einfach: Die Boten sind gar nicht Vertreter des Chemismus ihrer respektiven Heimaten. Ganz im Gegenteil: Sie sind Verstoßene, die in ihre Heimat nicht passen, die sich neue Aufenthaltsorte suchen. Wenn man die Flüchtlinge betrachtet, die von Osten durch den Eisernen Vorhang schlüpfen, so sind sie keine Vertreter der politischen Farbe ihrer Heimat. Ihre Farbe zeigt an, wohin sie wollen, nicht woher sie kamen. Auf dieselbe Weise: Die Elemente der Meteorite finden in der Gesellschaft des Weltraumes kein Gleichgewicht, sie werden mit einem Überschuß von freier Energie geladen und so gezwungen, das Innere eines Planeten zu suchen; einige finden so die Erde und fallen zur Oberfläche, um im Laufe geologischer Äonen immer weiter in die Tiefe zu sinken.

Die Gase verhalten sich umgekehrt und finden im Erdinneren keine Ruhe, ihre freie Energie wird sich aber in der Gesellschaft des Himmelsraumes vermindern. Deshalb steigen sie empor, gelangen an die Erdoberfläche und versuchen noch weiter in die Höhe zu steigen.

So sehen wir, welche Gesellschaft von diesen Boten bevorzugt wird und welche gemieden wird. Wir können diese großartigen geochemischen Wanderungen betrachten und durch wissenschaftliche Studien versuchen, diejenigen Verhältnisse zu verstehen, die die Meteorite zur Flucht aus dem Himmelsraum veranlassen und die Gase zur Flucht vom Erdinneren zwingen. Durch weitere Theoretisierung eröffnet sich vor uns ein Ausblick auf die Möglichkeit, diese Wechselwirkung zwischen Geochemie und Kosmochemie in ein größeres System einzuordnen, ihr einen Platz in unserem Weltbilde zu schaffen.

Literatur

ALLEN, E. T., and A. L. DAY. Hot springs of the Yellowstone National Park. Carnegie Inst. Wash. Publ. 466, 1935.

BARTH, T. F. W.: Volcanic geology, hot springs, and geysers of Iceland. Carnegie Inst. Wash. Publ. 587, 1950.

Bunsen, R.: Physikalische Beobachtungen über die hauptsächlichsten Geysire Islands. Poggendorffs Ann. Phys. u. Chem., Vol. 72, S. 159–170, 1847.

Fenner, C. N.: Bore-hole investigations in Yellowstone Park, Jour. Geol., Vol. 44, S. 225–315, 1936.

Reck, H.: Die Masseneruptionen usw. Deutsche Islandsforschung. Vol. 2, S. 24–49, Breslau 1930.

Rittmann, A.: Die Vulkane am Mývatn in Nord-Island. Bull. Volcanol. Napoli, ser. 2, Vol. 4, S. 1–38, 1938.

Sonder, R. A.: Studien über heiße Quellen und Tektonik in Island. Publ. Vulkaninst. I. Friedländer, Nr. 2, Zürich 1941.

Thorarinsson, S.: Laxárgljufur and Laxárhraun. Geogr. Ann. S. 61–73, Stockholm 1951.

Thorkelsson, Th.: On thermal activity in Iceland and geyser action. Reykjavik 1940.

Les cultures d'organes et leurs applications en physiologie végétale

Par

W.-H. SCHOPFER

(Institut botanique et Jardin botanique, Université, Berne)

Dans la nature un végétal, plante supérieure ou microorganisme, croît sur un substrat ou dans celui-ci: sol, eau, être vivant servant d'hôte.

L'étude exacte et détaillée du développement d'un organisme a imposé aux expérimentateurs une nécessité à laquelle ils n'ont pu se soustraire à savoir, extraire le végétal de son milieu et tenter de le cultiver au laboratoire dans des conditions aussi voisines que possible de celles de la nature.

On créa des milieux nutritifs naturels ou artificiels, ces derniers devant contenir, exactement dosés et équilibrés entre eux, tous les constituants que la plante extrait de son substrat naturel.

L'histoire des sciences nous enseigne que, très tôt, des essais ont été effectués avec succès; nous pensons avant tout à ceux de WOODWARD (1699). Sans entrer dans des détails superflus ici, constatons simplement que, dès 1860, grâce aux travaux de PFEFFER et de SACHS, on savait cultiver une plante verte, autotrophe, sur des milieux synthétiques liquides contenant les sels minéraux indispensables. L'étude de la nutrition minérale des plantes supérieures a fait des progrès considérables; nos connaissances relatives aux éléments traces (Spurenelemente) se sont précisées; la méthode de culture de végétaux en milieu liquide (cultures sur eau, sans sol) est appliquée à l'échelle industrielle.

En 1870, J. RAULIN crée le premier milieu synthétique pour un organisme hétérotrophe *(Sterigmatocystis nigra)*. Ce milieu, plus complexe que celui requis par une plante verte, contient du sucre que le Champignon, privé de chlorophylle, ne peut synthétiser.

Dès ce moment la microbiologie prend son essor; un nombre toujours plus considérable de microorganismes, Bactéries, Champignons, Flagellés peut être cultivé sur des milieux synthétiques. Chaque liquide nutritif est exactement adapté aux besoins et aux exigences de l'organisme étudié; seules ces conditions de culture permettent une étude rationnelle et précise de son métabolisme.

Mais, dès que l'on eut compris que l'étude de la morphogenèse était inséparable de celle du métabolisme, les cultures d'organes s'imposèrent.

Précisons rapidement ce qui caractérise la morphogenèse d'une plante supérieure. Douée d'une forme spécifique, manifestant une très nette polarité, elle possède des organes structurés constitués par des tissus et des cellules différenciés assumant des fonctions déterminées. Pourtant, au cours de toute son existence, la plante supérieure conserve des points végétatifs à l'extrémité de la racine, de la tige et de leurs ramifications; ce sont des méristèmes primaires, structurés, composés de cellules embryonnaires, totipotentes, possédant le pouvoir de se diviser. La croissance de la plante dépend de l'activité de ces cellules susceptibles de se différencier; les méristèmes primaires (points végétatifs) et secondaires (cambiums) fournissent donc les éléments grâce auxquels la morphogenèse s'effectue. Ce sont précisément ces tissus méristématiques qui peuvent être cultivés sur des milieux synthétiques, à l'instar des microorganismes. Nous citons ici les remarquables méthodes de culture de tissus créées par R. GAUTHERET et ses élèves; les résultats que leur application a permis d'obtenir sont d'une importance essentielle, tant pour l'étude de la morphogenèse que pour celle de la cytologie (1, 2).

On comprend qu'un organe constitué, partiellement au moins, par des cellules embryonnaires, séparé de la plante qui l'a formé, est également susceptible d'être cultivé en milieu synthétique, liquide ou solide; c'est notamment le cas pour les embryons séparés des cotylédons. En des pages savoureuses CHARLES BONNET, dans son célèbre ouvrage sur l'usage des feuilles (1754), nous décrit l'expérience, réussie semble-t-il, qu'il effectua; séparant de leurs cotylédons des embryons de *Phaseolus multiflorus* et de *Fagopyrum*, il les cultive dans le sol, en pots et en obtient des plantes. La méthode s'est heureusement perfectionnée; on sait aujourd'hui cultiver stérilement des embryons sur milieu synthétique gélosé et, aisément, on obtient des plantules différenciées que l'on peut conduire jusqu'à la floraison. Cette méthode est également susceptible d'applications pratiques. Certaines graines germent lentement étant donné l'imperméabilité du tégument séminal; c'est le cas pour *Pirus*, dont la germination requiert une année ou plus; l'embryon est extrait de la graine, repiqué sur un milieu gélosé stérile contenant du sucre et des sels minéraux; après trois semaines la plantule atteint un développement appréciable et peut être transplantée dans le sol où elle se développe comme une plante normale mais avec une avance considérable (3).

Un jeune ovaire peut également être cultivé dans les mêmes conditions; si la pollinisation a eu lieu auparavant, il produit in vitro des graines fertiles.

Surtout, les racines peuvent être aujourd'hui sans difficulté l'objet d'une culture en milieu synthétique. Une extrémité de racine de pois ou de tomate contient le point végétatif. Coupé à 1 cm environ de la pointe et placé dans une solution nutritive adéquate, le méristème

conserve son activité, les divisions cellulaires se produisent et la racine se développe, conservant sa forme spécifique et sa polarité et, dans certains cas, se ramifiant. La culture peut être repiquée indéfiniment si l'on coupe l'extrémité de la racine cultivée et la transporte dans un nouveau milieu.

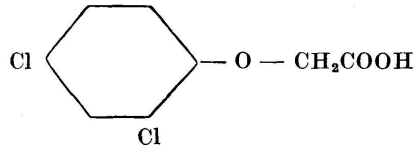
ROBBINS (4) qui, en 1922, fit les premiers essais de culture aseptique en milieu défini composé de glucose et de substances minérales, fut obligé d'ajouter à ce dernier de l'extrait de levure ou de la peptone qui devaient apporter des facteurs de croissance. Après la découverte de l'action de la vitamine B_1 (aneurine) sur les microorganismes (1934) (5), on s'avisa de substituer cette dernière à l'extrait de levure; en 1937, ROBBINS et BARTLEY (6), WHITE (7), BONNER et ADDICOTT (8) démontrèrent simultanément et indépendamment que la vitamine B_1 était un facteur de croissance indispensable à la culture de la racine utilisée comme test; le milieu de culture devient complètement synthétique et ne contient plus que des substances chimiquement définies: saccharose, que la racine reçoit normalement de la feuille, nitrate comme source d'azote, sels minéraux et éléments traces auxquels s'ajoute l'aneurine. Il est ainsi démontré, pour la première fois, que la racine est auxohétérotrophe pour une ou plusieurs vitamines qu'elle ne peut pas synthétiser en culture pure. Dans la nature elle les reçoit des feuilles. Les besoins des racines varient d'une espèce à l'autre; la vitamine B_1, l'acide nicotinique (vitamine PP), la pyridoxine (vitamine B_6) sont requises, seules ou en constellations de deux ou trois vitamines. Elles ont pour la racine la même spécificité d'action que pour les microorganismes, Bactéries et Champignons. Ajoutons que des acides aminés sont parfois requis.

Dès ce moment les recherches se multiplient et cette technique de culture d'organe est utilisée avec succès pour des fins diverses. En effet, les cellules méristématiques constituent des réactifs d'une extrême sensibilité à l'égard de diverses substances actives. L'action de toute substance paralysant, directement ou indirectement, la division cellulaire, s'exprime par un ralentissement ou un arrêt de la croissance.

Dans des conditions de culture définies la racine requiert, pour une croissance in vitro normale, une hormone de croissance du groupe des auxines; la substance utilisée est généralement l'acide indole-3-acétique. En 1936, M. GEIGER-HUBER et BURLET démontrent que la concentration de l'hormone détermine la réaction de la racine; à la concentration M $2{,}86 \times 10^{-11}$ (soit 0,005 γ par litre de milieu) une accélération de la croissance de 100% par rapport aux contrôles se manifeste, alors qu'à la concentration M $2{,}86 \times 10^{-5}$ la croissance est presque complètement bloquée. Ces résultats, maintes fois confirmés, ont ouvert une nouvelle voie dans l'étude des hormones végétales (9).

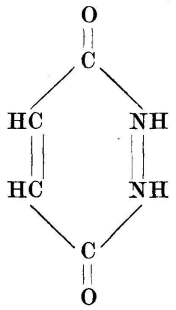
L'attention se concentre aujourd'hui sur les *substances* dites *herbicides*; utilisées dans la pratique pour le désherbage elles agissent plus ou moins spécifiquement sur un groupe de végétaux, Monocotylédones ou Dicotylédones. Des études détaillées ont montré que ces herbicides bloquent la croissance, agissent sur la morphogenèse et perturbent pro-

fondément le métabolisme. L'une des mieux étudiées parmi ces substances est *l'acide 2,4-dichloro-phénoxy-acétique* (2,4–D)



Avec M. BEIN, nous l'avons fait agir sur des cultures aseptiques de racines de *Zea mays* (Monocotylédone) et de *Pisum* (Dicotylédone) (10). Nous relevons une analogie frappante entre l'action du 2,4–D et celle de l'hormone de croissance, l'acide indole-3-acétique. A la concentration M. 10^{-11} le 2,4–D détermine une augmentation de la croissance de 70% et à la concentration M. 10^{-6} une inhibition de 70% par rapport aux contrôles. *Pisum* est beaucoup plus sensible et à la concentration M. 10^{-7} l'inhibition est de 90%. Il semble donc qu'avant d'agir comme inhibiteur, le 2,4–D exerce, dans les conditions où nous l'avons étudié, un effet hormonal positif. La différence essentielle réside dans le fait qu'en fonction de la concentration la toxicité du 2,4–D augmente beaucoup plus rapidement que celle de l'acide indole-3-acétique, d'où l'effet herbicide (11) du premier.

Une autre substance est actuellement à l'ordre du jour, *l'hydrazide de l'acide maléique*. Nous avons montré que cette substance inhibe chez *Pisum* la biosynthèse de la chlorophylle et celle des caroténoïdes (12). Comme SCHOENE et HOFFMANN l'ont montré (13), l'hydrazide maléique est un inhibiteur de la croissance radiculaire. Soixante-dix γ d'hydrazide maléique pour 20 cm³ de milieu de KNOP dans lequel croît une plantule de *Pisum* déterminent une inhibition de 50% de la formation des racines latérales; l'activité des points végétatifs de ces dernières est plus rapidement entravée que celle du point végétatif de la racine principale.



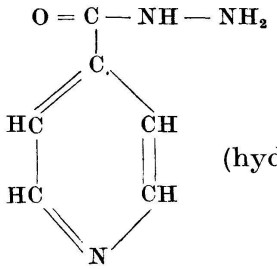
(hydrazide de l'acide maléique)

L'effet de l'hydrazide maléique est particulièrement remarquable sur les racines de *Pisum* en culture pure. Avec moins de 100 γ pour 10 cm³ de milieu de BONNER la croissance de la racine est diminuée de 50%. Un tel blocage suggère que l'hydrazide maléique doit, d'une manière ou d'une autre, empêcher l'action de l'hormone gouvernant la croissance radiculaire. En effet, dans des conditions de concentration bien déterminées, l'acide indole-3-acétique est apte à rendre réversible l'effet de l'hydrazide maléique. Ce dernier fonctionne donc comme *anta-*

goniste physiologique de l'hormone de croissance. Quoique le chimisme du phénomène ne soit pas clair pour l'instant, un tel antagonisme est apte à nous faire mieux saisir le mécanisme de l'action hormonale.

Les *antibiotiques* n'intéressent que la bactériologie et la médecine, semble-t-il. On oublie que divers antibiotiques, parmi les plus actifs, sont produits par des Champignons dont beaucoup se trouvent dans le sol (*Streptomyces* par ex.). Pour autant que ces derniers croissent sur un substrat favorable, ils produiront dans la nature les inhibiteurs qu'on les oblige à former en fortes quantités in vitro. Ces antibiotiques naturels doivent agir sur la microflore, éventuellement sur les plantes supérieures et constituent un facteur écologique. Il importait donc d'examiner si ces antibiotiques n'agissent pas sur la croissance radiculaire, in vitro (plantules et racines en culture pure). Effectivement, la croissance radiculaire (racine principale et racines latérales chez *Pisum* cultivé sur milieu de KNOP) est plus ou moins fortement inhibée par la streptomycine (14), la guanidine, constituant de cette dernière, la chloromycétine, l'auréomycine et la pénicilline; les trois premières de ces substances sont également antichlorophyllogènes et anticarotinogènes. La sensibilité de la racine de *Pisum* en culture pure est plus grande encore; un taux de streptomycine de 12,5 γ diminue la croissance de plus de la moitié (14).

Le rimifon (hydrazide de l'acide isonicotinique), actif sur *Mycobacterium tuberculosis* et dont jusqu'à maintenant on ne connaissait que les propriétés antibactériennes s'est révélé être un inhibiteur fort actif de la croissance radiculaire. In vivo, le rimifon est également anticarotinogène (14).



(hydrazide de l'acide isonicotinique)

Une étude approfondie de l'action de l'hydrazide de l'acide isonicotinique sur la racine in vitro nous a montré, qu'ici encore, dans des conditions déterminées de concentration, l'acide indole-3-acétique rend réversible l'inhibition produite par le rimifon. La figure suivante le démontre nettement (voir fig. 1).

Il y a donc antagonisme physiologique entre l'hormone de croissance et l'hydrazide de l'acide isonicotinique.

Toutes les substances dont nous venons d'évoquer l'effet agissent en ralentissant puis en bloquant les divisions cellulaires des méristèmes; il n'est pas démontré qu'elles agissent directement sur les mitoses; leur action primaire doit être recherchée dans le cytoplasme.

L'application de la méthode des cultures de racines à l'étude des *antagonismes compétitifs* a permis de préciser la nature de ces derniers. Un antagonisme est dit «compétitif» lorsqu'un inhibiteur déplace de son

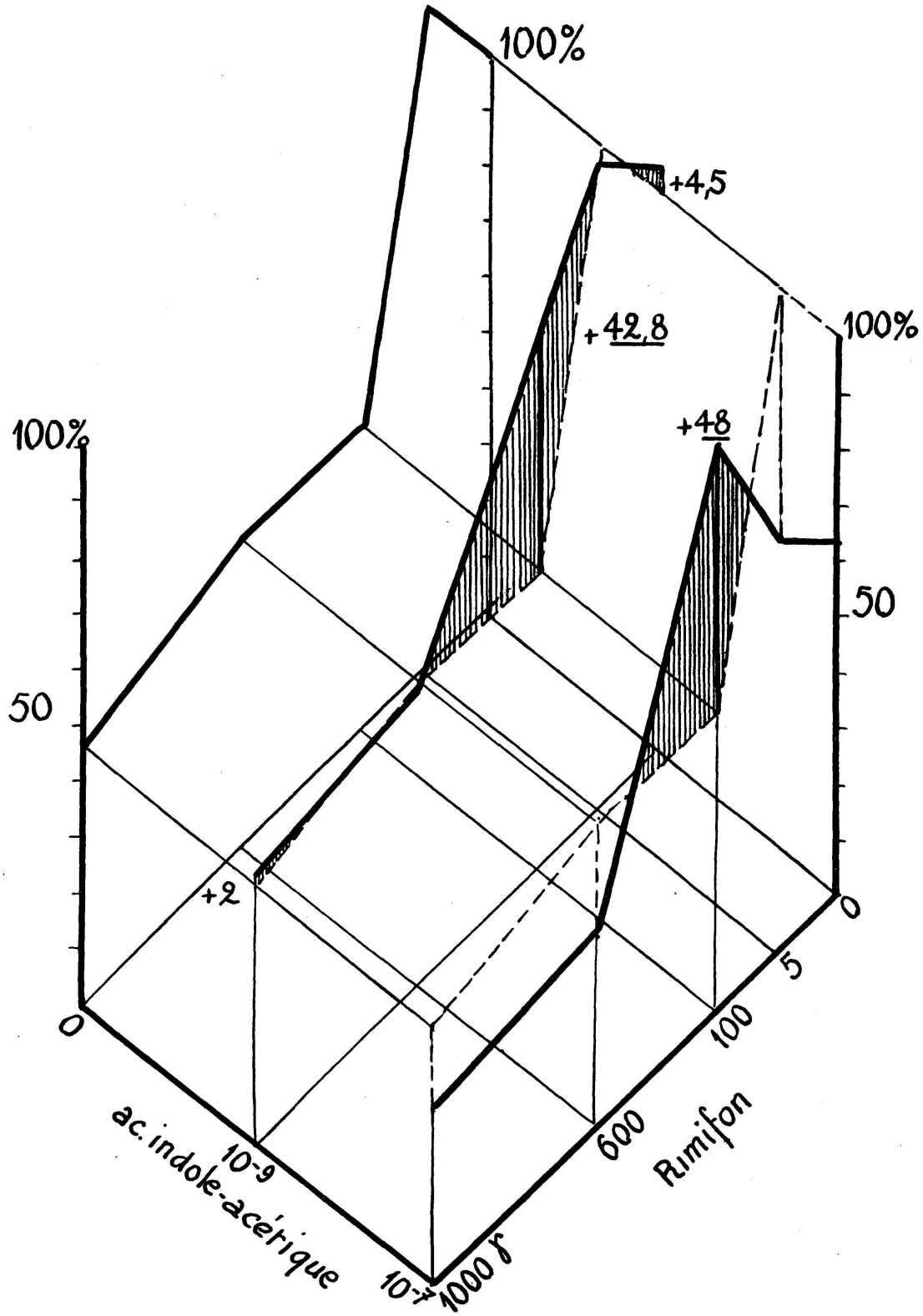
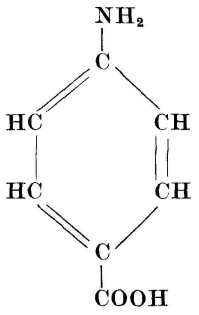


Fig. 1

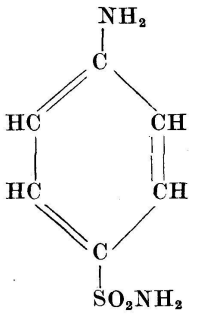
Action de l'hydrazide de l'acide isonicotinique (rimifon) et de l'acide indole-3-acétique sur la racine de *Pisum* in vitro. La courbe de gauche exprime l'effet inhibiteur du rimifon seul. Les zones hachurées (avec M. 10^{-7} et 10^{-9} d'acide indole-3-acétique) indiquent l'intensité de la désinhibition soit la différence entre le rimifon seul et le rimifon + acide indole-3-acétique. Les croissances sont exprimées par rapport au contrôle comptant pour cent. Les cultures sont faites dans 20 cm³ de milieu.

support un métabolite essentiel (vitamine fonctionnant comme coferment); de structure très voisine il se substitue à lui mais ne peut assumer ses fonctions; il en résulte un blocage d'une chaîne métabolique importante et, par voie de conséquence, un arrêt de la division cellulaire, de la multiplication et de la croissance. L'action sur le métabolisme est primaire, celle sur la morphogenèse secondaire.

Un sulfamidé est bactériostatique car, selon les expériences et les théories de Woods (15) et Fildes (16), il déplace l'acide *p*-amino-benzoïque, vitamine nécessaire au développement; il agit comme une anti-vitamine (17, 18).



acide p-aminobenzoïque
(vitamine)



sulfamidé
(antivitamine)

L'effet bactériostatique du sulfamidé est rendu réversible par l'addition d'acide *p*-aminobenzoïque (APAB); ce dernier agit d'une manière très spécifique. Pourtant, en 1946 (19), nous avons montré que la désinhibition pouvait être obtenue non seulement à l'aide d'APAB, mais aussi de purines, adénine par ex. On sait que l'APAB est un constituant de l'acide folique. On peut donc admettre que l'APAB fait partie d'un système enzymatique participant à la biosynthèse des purines à partir d'un précurseur plus simple; les purines elles-mêmes sont des constituants des acides ribonucléiques et désoxyribonucléiques, ainsi que de coferments importants. Des faits identiques ont été mis en évidence par Shive et Roberts (20) à l'aide d'*Escherichia coli*. A la suite de ces observations il est aujourd'hui admis que le déplacement de l'APAB par le sulfamidé est un phénomène primaire dont l'effet est un arrêt de la biosynthèse de purines; l'effet final du déplacement s'exprime, entre autre, par une perturbation de la biosynthèse des acides nucléiques. Il a été démontré que la biosynthèse de certains acides aminés est également bloquée.

Or, nous avons montré que le sulfamidé arrête également la croissance radiculaire d'une plantule de *Pisum*; l'APAB est désinhibiteur. W. Anker, dans un travail très détaillé, a retrouvé les mêmes phénomènes avec une culture pure de racine de *Pisum*. La figure 2 résume une expérience particulièrement démonstrative, faite avec l'irgafène (diméthyl-benzoyl-sulfanilamide) et l'APAB (21, 22).

A la concentration $1:6.10^5$ l'irgafène inhibe fortement; après addition d'APAB à la concentration $1:6.10^5$, la désinhibition est presque totale après 26 jours de culture.

Ici encore la désinhibition peut être obtenue avec d'autres substances que l'APAB; lorsque l'inhibiteur est le cibazol (sulfanilamidothiazol), la guanine et l'acide adénosinephosphorique ont une action compensatrice; lorsqu'on opère avec l'irgafène, la guanine et, parmi les pyrimidines, la thymine, l'uracile et la cytosine, qui sont également des constituants des acides nucléiques, fonctionnent comme désinhibiteurs.

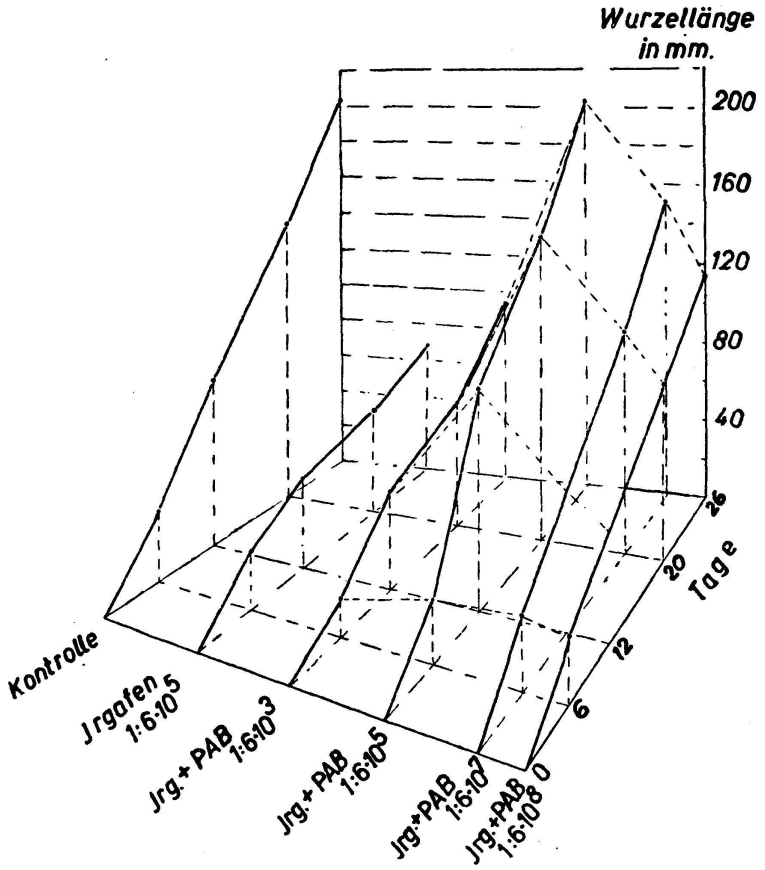


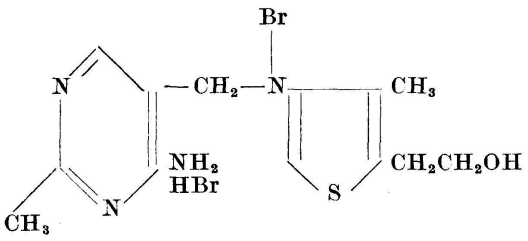
Fig. 2
Croissance de la racine de *Pisum* en présence d'irgafène seul ou additionné d'APAB (d'après W. ANKER, 1951)

Pour la racine comme pour le microorganisme *(Saccharomyces)* il faut admettre que le sulfamidé perturbe le métabolisme des acides nucléiques; avec les cellules embryonnaires du méristème infiniment mieux qu'avec un microorganisme, il est possible de le démontrer par voie cytochimique. On relève entre autres que l'acide ribonucléique cytoplasmique des cellules méristématiques ayant subi l'action du cibazol est beaucoup plus rapidement attaqué par la ribonucléase que chez les cellules des méristèmes témoins.

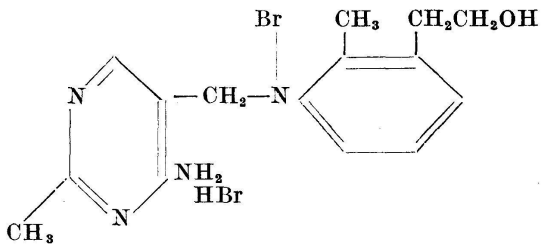
Cet effet des sulfamidés nous permet d'entrevoir leur utilisation éventuelle en cytogénétique; en effet, les travaux de PETERS et ceux de FULLER attestent que certains sulfamidés ont une action polyploïdisante sur les cellules des méristèmes radiculaires d'*Allium cepa*; cette action,

plus faible que celle de la colchicine est cependant très symptomatique du fait que l'agent troublant les mitoses dérègle le métabolisme des acides nucléiques.

Une autre antivitamine, la pyrithiamine, antagoniste de l'aneurine (vitamine B_1, antipolynévritique) nous a fourni des résultats inattendus. La pyrithiamine diffère de l'aneurine du fait que le 4-méthyl-5-β oxyéthyl-thiazol de cette dernière est remplacé par une 2-méthyl-3-β-oxyéthyl-pyridine (23 à 26).



vitamine B_1



pyrithiamine (antivitamine B_1)

Cette pyrithiamine, déplaçant l'aneurine de son support, peut déclencher chez l'animal une avitaminose B_1 artificielle aux symptômes aussi marqués que ceux déterminés par l'absence d'aneurine dans le régime. (D. W. Woolley et A. G. C. White, 1943) (27).

La pyrithiamine se révèle être un remarquable inhibiteur de la croissance radiculaire de *Pisum*; avec 0,5 γ pour 10 cm^3 de milieu, la croissance n'est plus que le 50% de celle des contrôles; l'inhibition est rendue réversible par addition d'aneurine. Comme c'est le cas chez l'animal nous déclenchons chez la racine en culture pure une avitaminose artificielle dont le siège se trouve dans les cellules embryonnaires du méristème. Un certain nombre de faits nous autorise à admettre que le point d'attaque primaire de l'antivitamine doit être recherché dans le cytoplasma (28).

Nous serions tenté de croire que, seul, le déplacement de la vitamine B_1 est responsable de l'arrêt de la croissance. Ce n'est pas le cas. Nous avons déterminé dans des racines ayant subi l'action de doses croissantes de pyrithiamine, le taux de diverses vitamines synthétisées, hydrosolubles, autres que l'aneurine à l'égard de laquelle la racine est hétérotrophe: pyridoxine (vitamine B_6) acide folique, vitamine B_{12}, acide nicotinique, acide pantothénique, biotine, riboflavine (29). Après avoir subi l'action de 1 γ de pyrithiamine, les taux de toutes les vitamines citées sont fortement modifiés:

pyridoxine,	très forte hypervitaminose
vit. B_{12},	très forte hypervitaminose
ac. folique,	forte hypervitaminose
ac. pantothénique,	faible hypervitaminose
ac. nicotinique,	faible hypervitaminose
biotine,	taux inchangé
riboflavine,	faible hypovitaminose
aneurine,	accélération de la destruction, ou de l'inactivation

On croit, avec cette molécule de pyrithiamine, ne toucher qu'un point de l'infrastructure cytoplasmique, là où s'insèrent les molécules de vitamine B_1 ajoutées; il en va tout différemment et le trouble apporté dans le métabolisme et le fonctionnement de l'aneurine se répercute dans tout *l'équilibre vitaminique* qui subit de profondes modifications. Nous insistons sur l'importance de cette notion nouvelle d'équilibre vitaminique qui peut être si facilement vérifiée à l'aide de microorganismes. Pour que la croissance s'effectue normalement, il faut que toutes les vitamines synthétisées ou présentes dans un organe se trouvent entre elles dans des rapports définis; le déplacement de l'aneurine mais aussi les conséquences lointaines de ce dernier sont les facteurs déterminant l'inhibition.

D'autres problèmes, importants pour la physiologie végétale, ne peuvent être abordés qu'à l'aide des cultures de racines. Nous évoquons celui de la biosynthèse des vitamines ou d'autres substances actives. Nous savons qu'une plante verte est, dans une très large mesure, autotrophe pour les facteurs vitaminiques dont elle a besoin. Mais, dans quels organes ces biocatalyseurs sont-ils fabriqués ? Comment se comportent les organes sans chlorophylle ? Les biosynthèses s'effectuent-elles obligatoirement dans les feuilles ? L'analyse globale de la plante ne nous donne aucun renseignement pas plus que celle d'organes détachés de la plante après avoir reçu de cette dernière toutes les substances dont ils ont besoin. Si l'on trouve le facteur étudié dans la racine, nous ne pouvons savoir si elle l'a fabriqué elle-même ou si elle l'a reçu de la feuille; il est nécessaire d'effectuer une culture d'organe. Ces problèmes ont été abordés dès que les tests microbiologiques pour la détermination des vitamines ont été au point.

Etudiant diverses racines en culture pure (lin, trèfle, luzerne, tomate), J. Bonner constate qu'après de nombreux repiquages (de 4 à 36 selon l'espèce) le pouvoir de synthèse de la racine isolée est toujours présent (30). R. Louis, étudiant la racine de *Pisum* arrive à la même conclusion; la racine isolée est donc douée d'une certaine autonomie physiologique; elle paraît à première vue surprenante si l'on songe à la proximité immédiate de la tige et de la feuille chez une plantule complète. Le pouvoir de synthèse de la racine isolée est-il vraiment aussi intense que celui de la racine in vivo en communication avec les autres organes ? La question paraît difficile à résoudre. R. Louis y est parvenu en ajoutant à la racine en culture pure in vitro des extraits de feuilles préparés selon une technique spéciale; l'adjonction de ces derniers détermine une très nette augmentation du taux de la biotine radiculaire. L'autonomie physiologique de la racine in vitro n'est donc que partielle; il doit exister in vivo des corrélations physiologiques feuille-racine telles que la première gouverne, sans pourtant la contrôler complètement, la biosynthèse de la biotine dans la seconde (31).

La riboflavine, l'acide nicotinique et la pyridoxine sont également synthétisées dans la racine in vitro; après sept passages, les taux de ces vitamines ne subissent que peu de modifications.

L'acide pantothénique semble se comporter tout différemment. L'extrémité de racine inoculée est riche en cette vitamine; elle en contient 43,9 mγ par mg/sec. Après le premier passage une forte diminution du taux se manifeste déjà et après le troisième passage la racine, qui se développe pourtant, n'en contient pour ainsi dire plus. Il n'a pas pu être démontré que l'acide pantothénique se transformait et, après plusieurs repiquages, se trouvait sous une forme inaccessible au microorganisme test. Ce surprenant phénomène imposait un contrôle consistant à déterminer le taux en acide pantothénique de racines in vivo, en relation avec les feuilles. R. Louis observe que si la plante conserve ses feuilles ou seulement sa tige, le taux en acide pantothénique de la racine reste appréciable après sept semaines; par contre, si la tige est coupée, la racine se comporte in vivo de la même manière qu'in vitro; après trois semaines l'acide pantothénique ne peut être retrouvé. Il est donc clairement démontré que des corrélations essentielles existent entre la feuille et la racine en ce qui concerne l'acide pantothénique; le pouvoir de synthèse de la racine est extrêmement affaibli, tout au moins avec les conditions de culture utilisées, et c'est la feuille qui produit ce facteur vitaminique essentiel qu'elle livre à la partie radiculaire (32).

Ce seul problème atteste les services que la technique de culture de racine peut rendre pour la résolution de problèmes de physiologie essentiels à tous les points de vue.

En étudiant le comportement de l'organe isolé, en culture, nous ignorons tout de sa physiologie in vivo, et inversément. Seule la confrontation des résultats obtenus in vivo et in vitro nous permet d'entrevoir la complexité des corrélations biochimiques à l'intérieur d'un être vivant dont nous savons qu'il est un tout, tant du point de vue morphologique que du point de vue physiologique.

En terminant cet exposé évoquons encore un problème d'un tout autre ordre apte à montrer jusqu'où peut conduire la technique de culture d'organe.

Nous avons séparé les organes d'une plante, isolé la racine qui a été cultivée séparément; les corrélations normales ont été supprimées et l'autonomie physiologique partielle de la racine a été mise en évidence. Ne serait-il pas possible de réunir à nouveau les parties isolées et de reconstituer une plantule entre les organes de laquelle les corrélations se rétabliront ? C'est ce que nous avons tenté avec R. Louis (33).

Des cultures de méristèmes radiculaires de Pisum ont été effectuées sur milieu de Bonner avec aneurine; après quelques jours les méristèmes sont extraits et placés dans du sable stérile arrosé avec du liquide de Knop; des points végétatifs de tige, du même âge, sont greffés dans une fente de la racine de 1 mm environ de diamètre et le tout est maintenu par une ligature. Un début de soudure s'effectue et la plantule ainsi reconstituée se maintient pendant deux à trois semaines au cours desquelles la racine croît par suite d'un allongement des cellules et d'une division de celles-ci dans le méristème. Après trois semaines l'épibiote dépérit alors que l'hypobiote (racine) reste plus longtemps en vie. La

réussite n'est que partielle et il semble que les corrélations normales ont de la peine à s'établir. En effet, normalement, l'épibiote feuillé devrait synthétiser l'acide pantothénique et le fournir à la racine comme c'est le cas pour une plantule normale. La démonstration n'est pas encore faite; les corrélations feuille-racine, dans les deux sens, sont certainement plus compliquées qu'on ne se l'imagine.

Les recherches devront être complétées en variant les conditions de culture, en ajoutant au milieu (sable) non seulement du liquide de KNOP mais aussi divers facteurs actifs dont la biosynthèse, au début, ne s'effectue peut-être que difficilement dans l'épibiote. Si la greffe est viable il nous sera possible d'accomplir avec la plantule reconstituée et relativement aux corrélations biochimiques les mêmes expériences qu'avec les plantules normales.

Examen de l'activité de substances, réactions cytologiques et caryologiques des cellules méristématiques aux herbicides, aux hormones et aux antibiotiques, analyse du mode d'action de ces substances, étude des potentialités et de l'autonomie biochimiques des organes séparés, mise en évidence des corrélations biochimiques, détermination des organes dans lesquels s'effectuent des biosynthèses importantes: la variété des problèmes très brièvement évoqués au cours de cet exposé atteste l'importance que prennent les cultures d'organes en physiologie végétale.

Un procédé cesse d'être une simple technique et devient une méthode lorsqu'il contribue à la résolution de problèmes aussi importants que ceux venant d'être esquissés. C'est bien le cas pour la technique de culture d'organes.

Travaux cités

(1) R. GAUTHERET. Recherches sur la culture des tissus végétaux. Rev. Cytol. et Cytophysiol. végét., 1935, mém. nº 1, 279 p.
(2) R. GAUTHERET. Manuel technique de culture des tissus végétaux. Paris, Masson, 1942, 172 p.
(3) L. NICKEL. Plants and Garden, 1950, *6*, 123.
(4) W. J. ROBBINS. Bot. Gaz., 1922, *73*, 376.
(5) W. H. SCHOPFER. Arch. f. Mikrobiol., 1934, *5*, 511.
(6) W. J. ROBBINS and M. A. BARTLEY. Science 1937, *85*, 246.
(7) PH. WHITE. Plant Physiology, 1937, *12*, 803.
(8) J. BONNER and F. ADDICOTT. Proc. Nat. Acad. Sc. Washington, 1937, *23*, 453.
(9) M. GEIGER-HUBER und E. BURLET. Jahrb. f. wiss. Bot., 1926, *84*, 233.
(10) M. BEIN et W.-H. SCHOPFER. Experientia, 1948, *4*, 222.
(11) M. BEIN. Thèse doct. Inst. Bot. Berne, 1951, 74 p.
(12) W.-H. SCHOPFER, E. GROB et Mlle G. BESSON. Arch. Sc. Genève, 1952, *5*, 5.
(13) D. L. SCHOENE and O. L. HOFFMANN. Science, 1949, *109*, 588.
(14) W.-H. SCHOPFER, E. GROB et Mlle G. BESSON. Arch. Sc. Genève, 1952, *5*, 1 et 9.
(15) D. D. WOODS. Brit. Jl. Exptl. Pathol., 1940, *21*, 74.
(16) P. FILDES. Lancet, 1940, *1*, 955.
(17) W.-H. SCHOPFER. Colloque de Lyon sur les antivitamines. Bull. Soc. chim. biol., 1948, *30*, 748.
(18) D. D. WOODS. 1er Coll. intern. de chimie microbiologique. – Bull. Organ. mondiale de la santé, 1952, *6*, 35.

(19) W.-H. SCHOPFER. Experientia, 1946, *2*, 188. – Helv. Physiol. Acta, 1946, *4*, C 24.
(20) W. SHIVE and E. C. ROBERTS. J. Biol. Chem., 1946, *162*, 463.
(21) W.-H. SCHOPFER et W. ANKER. Experientia, 1949, *5*, 117.
(22) W. ANKER. Thèse doct. Inst. bot. Berne. Mitt. Naturforsch. Ges. Bern, Neue Folge, 1951, *8*, 55.
(23) A. H. TRACY and C. R. ELDERFIELD. J. Org. Chem., 1941, *6*, 54.
(24) A. N. WILSON and A. HARRIS. J. Amer. chem. Soc., 1949, *71*, 2231.
(25) A. DORNOW und W. SCHACHT. Ber. d. d. chem. Ges., 1949, B 82, 117.
(26) R. F. RAFFAUF. Helv. Chim. Acta, 1950, *33*, 102.
(27) D. W. WOOLLEY and A. G. C. WHITE. Jl. exp. Med., 1943, *78*, 489.
(28) W.-H. SCHOPFER. Colloque de Lyon sur les antivitamines, Bull. Soc. Chim. biol., 1948, *30*, 940.
(29) W.-H. SCHOPFER. Coll. int. Biologie médicale, Catania. – La Riforma medica, 1951, nº 16–17, 423.
(30) J. BONNER. Amer. Jl. Bot., 1940, *27*, 692. – Vitamins and Hormones, 1948, *6*, 225.
(31) R. LOUIS. Thèse doct. Inst. Bot. Berne (sous presse).
(32) R. LOUIS. Experientia, 1952, *8*, 388.
(33) W.-H. SCHOPFER et R. LOUIS. Experientia, 1952, *8*, 388.

Der Begriff der Wahrscheinlichkeit und seine Rolle in den Naturwissenschaften

Symposium vom 23. August 1952, organisiert durch die Schweizerische Gesellschaft zur Pflege der Logik und Philosophie der Wissenschaften.

Vorsitz: B. ECKMANN,

Einführungsreferate: B. L. VAN DER WAERDEN, W. PAULI, S. ROSIN.

Der Vorsitzende umschreibt einleitend den Charakter der Symposien, wie sie seit einigen Jahren im Rahmen der Jahresversammlung der SNG stattfinden und in welchen Vertreter verschiedener Fachgebiete sich zu gemeinsamer Aussprache treffen. In den zur Verfügung stehenden zwei Stunden kann es sich natürlich nur darum handeln, sich gegenseitig über die Stellungnahme zum Thema zu orientieren, zu welcher man auf Grund seiner Facherfahrungen gelangt ist, und Anregungen zu empfangen, die im begrenzten Forschungsbereich kaum vorhanden wären. Aber welches auch der Erfolg eines solchen Gesprächs sei, so ist es doch sicher für die wissenschaftliche Forschung und ihre Auswirkungen unerläßlich, die Gesichtspunkte anderer Gebiete und die Grenzen ihrer Erkenntnisse kennen zu lernen, um sowohl einseitige Anschauungen wie falsche Verallgemeinerungen zu vermeiden.

Im vorliegenden Thema wird ein Problemkreis berührt, welcher die Frage der Anwendung mathematischer Begriffsbildungen auf Naturwissenschaften und andere Gebiete mit allen ihren methodischen und erkenntnistheoretischen Hintergründen in ganz besonderer Weise in sich schließt. Es mutet erstaunlich an, daß trotz der ungeheuren Entwicklung der Wahrscheinlichkeitslehre über deren Grundlegung – oberflächlich gesagt: über die Definition der Wahrscheinlichkeit – keine Einigkeit herrscht; hier dürfte wohl nur eine axiomatische Klärung zugleich mit einer Berücksichtigung des bei den Anwendungen einzuschlagenden methodischen Vorgehens weiterführen. Das erkenntnistheoretische Problem «Wahrscheinlichkeit» wird dadurch noch nicht gelöst; es kann vielmehr erst dann in angemessener Weise gestellt werden.

Referat von B. L. van der Waerden:

Die Tendenz in der neueren Entwicklung der Wahrscheinlichkeitsrechnung und der mathematischen Statistik geht dahin, alle unnötigen Voraussetzungen zu vermeiden und sich auf die Voraussetzungen zu beschränken, ohne die man überhaupt nicht auskommt.

1. Grundlagenfragen

Zunächst ist diese Tendenz klar in der *Grundlagendiskussion*. Früher hat man immer nach Definitionen des Wahrscheinlichkeitsbegriffes gesucht (Laplace, Mises). Jetzt macht man sich klar, daß eine solche Definition nicht nötig ist, weder für die mathematische Theorie noch für die Anwendung. Für die mathematische Theorie kommt man mit wenigen Axiomen aus, wie sie Reichenbach und Kolmogoroff aufgestellt haben. Für die Anwendung genügen Anwendungspostulate, von denen das wichtigste lautet: *Wenn ein Ereignis eine äußerst kleine Wahrscheinlichkeit hat, so rechnen wir nicht damit, daß es eintritt.*

Für nähere Ausführung siehe VAN DER WAERDEN, Der Begriff Wahrscheinlichkeit, Studium Generale 4 (1951), S. 65–68.

2. Vertrauensgrenzen

Dasselbe beobachtet man in der Diskussion über die Regel von BAYES. Wenn eine Häufigkeit eines Ereignisses

$$h = \frac{x}{n}$$

beobachtet worden ist (n = Anzahl der beobachteten Fälle, x = Anzahl der Fälle, in denen das Ereignis eingetreten ist), und man will daraus einen Schluß ziehen über die unbekannte Wahrscheinlichkeit p, so hat man früher p als eine vom Zufall abhängige Größe betrachtet, die eine Apriori-Verteilung besitzt. Daraus hat man nach der Regel von BAYES eine Aposteriori-Verteilung hergeleitet. Um diese anwenden zu können, muß man die Apriori-Verteilung kennen. Meistens kennt man sie nicht und nimmt sie willkürlich an, z. B. gleichverteilt. Nichts berechtigt zu dieser Annahme; sie ist bei den Anwendungen sehr häufig nicht erfüllt.

Statt dessen stellt man heute, nach NEYMAN, E. S. PEARSON und CLOPPER, *Vertrauensgrenzen* für p auf, die von jeglicher Annahme über Apriori-Verteilungen unabhängig sind. Für große n kann man etwa so schließen. Nicht p, sondern h hängt vom Zufall ab. Die Streuung von h ist

$$\sigma = \sqrt{\frac{p\,(1-p)}{n}}$$

Die Differenz $h - p$ hat nach Wahrscheinlichkeit nur die Größenordnung σ, d. h. Werte größer als $3\,\sigma$ oder $4\,\sigma$ sind äußerst unwahrschein-

lich. Nehmen wir etwa 2σ als Grenze an, so ist die Irrtumswahrscheinlichkeit 1%. Wir können also mit einer Wahrscheinlichkeit von 99% erwarten, daß

$$(h-p)^2 \leqq \frac{4p(1-p)}{n}$$

ausfällt. Ist h beobachtet, so kann man daraus zwei Grenzen für p herleiten, die rechts und links von h liegen. Nehmen wir die h-Werte, so wie sie der Zufall uns ergibt, und wenden immer diese Regel an, so werden wir uns in 100 Fällen durchschnittlich nur einmal irren.

In der Biologie, z. B. bei der Aufstellung von Wirkungskurven für Wirkstoffe, kann man die Vertrauensgrenzen sehr gut gebrauchen. Ebenso in der Physik bei der Messung von Höhenstrahlen. Die Regel von BAYES ist ganz unnötig geworden.

3. Anordnungstests

Bis vor kurzem machte man bei den meisten Stichprobentests die Annahme, daß die gemessenen, vom Zufall abhängigen Größen (Blutdruck z. B.) normal verteilt sind. Auf dieser Annahme beruht die GAUSSsche Methode der kleinsten Quadrate, ebenso die Theorie der Regression und Korrelation, Student's Test usw. Diese Annahme trifft aber in sehr vielen Fällen nicht annähernd zu. In anderen Fällen weiß man nicht, ob sie mit genügender Annäherung zutrifft.

Daher hat man neuerdings Tests entwickelt, die nur von der Rangordnung der Beobachtungen abhängen. Solche Tests sind invariant gegenüber stetigen eineindeutigen Transformationen der x-Achse und setzen nichts über die Verteilungsfunktion voraus. Sehr alt ist die Rangkorrelation, die von SPEARMAN in die Psychologie eingeführt wurde. In neuerer Zeit hat man für das Zweistichprobenproblem Ranking Tests aufgestellt, die anstelle von Student's Test benutzt werden können. WILCOXON[1] hat vorgeschlagen, die Anzahl der Inversionen zu zählen, die in der Rangordnung der gemessenen $x_1, \ldots, x_g$ und $y_1, \ldots, y_h$ auftreten. Eine Inversion tritt jedesmal dann ein, wenn ein x größer ist als ein y. Verschiedene andere Rangtests sind in neuester Zeit vorgeschlagen worden[2].

Referat von W. Pauli:

Der mathematische Wahrscheinlichkeitsbegriff ist entstanden durch das Bestreben, die einmalige subjektive Erwartung möglichst zu objektivieren. Um dies zu erreichen, muß diese ersetzt werden durch die objektive durchschnittliche Häufigkeit eines Ereignisses bei Wiederholung unter gleichen Bedingungen. Man nimmt an, daß die Wahrscheinlichkeit

[1] F. WILCOXON, Biometrics Bull. 1 (1945), S. 80–83. Siehe auch MANN und WHITNEY, Ann. Math. Stat. 18 (1947), S. 50–60, sowie D. VAN DANTZIG, Proc. Akad. Amsterdam, Sciences A 54 (1951), S. 1–8.

[2] J. HEMELRYK, Proc. Akad. Amsterdam, Sciences 53 (1950), S. 945 und 1186.

eines Ereignisses A sich bei großer Zahl der Wiederholungen nur wenig vom Quotienten m/n unterscheidet, worin n die Zahl der Wiederholungen, m die Zahl der Eintritte von A ist. Wir begegnen hier also dem Motiv der *einen* zu objektivierenden Erwartung und der *vielen* Ereignisse.

Eine nähere Analyse dieses Sachverhaltes ist nicht einfach, insbesondere gibt der Sprung von der logisch-mathematischen Formulierung zur Empirie zu tiefliegenden erkenntnistheoretischen Problemen Anlaß. Ich glaube, jeder Physiker ist froh, über eine einwandfreie mathematische Axiomatik verfügen zu können, da sie ihm eine saubere Trennung von mathematisch logischen Problemen einerseits, von physikalisch-naturphilosophischen Problemen andererseits erlaubt. Mit meinem Kollegen VAN DER WAERDEN bin ich darüber einig, daß die Axiome der Wahrscheinlichkeitsrechnung keine Zurückführung des Begriffes Wahrscheinlichkeit auf andere Begriffe, d. h. keine Definition des Begriffes Wahrscheinlichkeit enthalten. Der Begriff «Wahrscheinlichkeit» ist aus dem Axiomensystem, den Grundregeln zu dessen richtiger Handhabung, nicht eliminierbar, d. h. er bleibt undefiniert.

Die Zeit gestattet mir nicht, ein Axiomensystem hier explizite anzugeben. Die englische Schule (KEYNES, JEFFREYS, BROAD) bevorzugt die *bedingte* Wahrscheinlichkeit (Wahrscheinlichkeit von p bei gegebenem k)[1]. Der Mathematiker KOLMOGOROFF[2] formuliert die Axiome mengentheoretisch, was dem Physiker vielleicht ferner liegt.

Die wichtigsten Axiome sind das konjunktive und das disjunktive von der Addition und Multiplikation der Wahrscheinlichkeiten. Häufigkeiten der Elemente von endlichen Klassen erfüllen jedenfalls von selber die Axiome[3].

Die wichtigste logische Konsequenz aus den Axiomen ist das Theorem von BERNOULLI, auch Gesetz der großen Zahlen genannt. Seine Voraussetzung ist: Bei jeder einer Anzahl von Gelegenheiten sei die Chance für das Eintreten eines gewissen Ereignisses p. Die Aussage des Theorems in der Sprache der Mathematik ist diese: Zu «allen» Pärchen positiver Zahlen (ε, δ) «gibt es stets» eine große ganze Zahl N mit folgender Eigenschaft: «Die Chance, daß der Bruchteil der Anzahl der Gelegenheiten, bei denen das Ereignis eintritt, von N Gelegenheiten aufwärts, jemals um mehr als ε von p abweichen wird, ist kleiner als δ.»

Es ist zu beachten, daß diese Aussage keine Limesaussage ist. Das wäre sie nur dann, wenn δ durch 0 ersetzt würde, was aber unerlaubt ist. Ausdrücklich fordert die Wahrscheinlichkeitsrechnung das Vorhandensein einer wenn auch sehr kleinen, doch nicht verschwindenden Wahrscheinlichkeit für ein späteres Auftreten einer Abweichung größer als ε der empirischen Häufigkeit von der mathematischen Chance p.

---

[1] Vgl. HAROLD JEFFREYS, Theory of Probability, 2nd edition, Oxford 1948.

[2] A. KOLMOGOROFF, Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Erg. d. Math. *2*, Heft 3 (1933).

[3] Sei B eine gegebene endliche Klasse und A eine andere Klasse, bilde den Quotienten aus der Zahl derjenigen B's, die A's sind, dividiert durch die Gesamtzahl der B's.

So wie es rein mathematisch vorliegt, ist das BERNOULLIsche Theorem daher noch nicht einer empirischen Prüfung zugänglich. Hierzu muß an irgendeiner Stelle eine Regel für die praktische Verhaltungsweise des Menschen oder spezieller des Naturforschers hinzugenommen werden, die auch dem subjektiven Faktor Rechnung trägt, nämlich: Auch die einmalige Realisierung eines sehr unwahrscheinlichen Ereignisses wird von einem gewissen Punkt an als praktisch unmöglich angesehen. Theoretisch mag zugestanden werden, daß hierbei eine von Null verschiedene Chance eines Irrtums weiterbesteht, aber praktisch werden auf diese Weise Entscheidungen getroffen, insbesondere auch die Entscheidungen über die empirische Richtigkeit der statistischen Aussagen physikalischer oder naturwissenschaftlicher Theorien. Auch darin bin ich mit Herrn VAN DER WAERDEN einig, daß man bis zu dieser prinzipiellen Grenze und nicht weiter mit der Durchführung des ursprünglichen Programmes – der rationalen Objektivierung der einmaligen subjektiven Erwartung – gelangen kann.

Die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung in der Physik ist logisch vereinbar mit einer deterministischen Form aller Naturgesetze. Dies ist z. B. besonders deutlich geworden bei der thermodynamischen Wahrscheinlichkeit der statistischen Wärmetheorie, die auf der ungenauen Kenntnis des mikroskopischen Anfangszustandes unter den Bedingungen der Anwendbarkeit des Temperaturbegriffes beruht. Hierauf will ich nicht weiter eintreten, sondern sogleich hervorheben, daß die Wellen- oder Quantenmechanik die Existenz *primärer Wahrscheinlichkeiten* in den Naturgesetzen annimmt, die sich sonach nicht wie z. B. die thermodynamischen Wahrscheinlichkeiten durch Hilfsannahmen auf deterministische Naturgesetze zurückführen lassen. Diese umwälzende Folgerung hält die überwiegende Mehrheit der modernen theoretischen Physiker – allen voran HEISENBERG und BOHR, denen auch ich mich angeschlossen habe – für unwiderruflich. An Opposition dagegen, die allerdings unfruchtbar geblieben ist, hat es nie ganz gefehlt – ich nenne hier die Namen EINSTEIN und SCHRÖDINGER.

Mathematisch löst die neue Form der quantenmechanischen Naturgesetze auf sehr elegante Weise die Frage nach dem Maß für die Wahrscheinlichkeit: Diese ist das Absolutquadrat einer komplexen Zahl, der Wahrscheinlichkeitsamplitude, die einfacheren Gesetzen genügt als die Wahrscheinlichkeiten selbst. Diese einfacheren Gesetze für die Amplituden geben diesen die Bedeutung von linear superponierbaren Vektoren in einem HILBERTschen Raum, der definitionsgemäß eine positiv definite quadratische Form als Maßbestimmung in sich trägt.

Erkenntnistheoretisch beruht der von der Quantenmechanik postulierte indeterministische Charakter der Naturgesetze auf der freien Wahl des Experimentators zwischen einander ausschließenden Versuchsanordnungen. Jede dieser Anordnungen enthält eine für sie charakteristische unbestimmbare Wechselwirkung zwischen Meßinstrument und beobachtetem System und hat neben dem Gewinn gewisser Kenntnisse über dieses System unvermeidbar und unwiderruflich den Verlust

anderer Kenntnisse zur Folge. Diese Situation wurde von Bohr als Komplementarität bezeichnet.

Es ist nicht meine Aufgabe, heute näher auf diese grundsätzlichen Einsichten einzugehen. Ich möchte vielmehr mit dem Hinweis darauf schließen, wie bedeutungsvoll es ist, daß der mathematische Wahrscheinlichkeitsbegriff sich auch dieser neuen Situation gegenüber bewährt hat: Es scheint diesem eine Wirklichkeit in der Natur zutiefst zu entsprechen, indem eben seine Anwendung in der neueren Physik zu einer rationalen Verallgemeinerung der klassisch-deterministischen Naturerklärung geführt hat.

Referat von S. Rosin:

Begriff

Wenn man in der modernen Mathematik ohne eine Definition des Wahrscheinlichkeitsbegriffes auskommt und dem Praktiker lediglich einige Anwendungsregeln gibt, nach denen er sich richten soll, so kann das für uns Biologen nicht bedeuten, daß wir uns unter Wahrscheinlichkeit nichts vorzustellen haben. Wir brauchen eine Begriffsumschreibung; wir müssen wissen, was mit Wahrscheinlichkeit gemeint ist, sonst sind wir in vielen Fällen nicht imstande, die richtigen Schlüsse zu ziehen.

Was verstehen wir Biologen unter Wahrscheinlichkeit? Der Wahrscheinlichkeitsbegriff wird auf Einzelereignisse angewandt. Wir sagen z. B.: Jenes Kind ist mit einer Wahrscheinlichkeit von ½ farbenblind. Solche Aussagen sind in der Biologie, besonders aber in der Genetik häufig. Wir haben uns schon sehr daran gewöhnt, aber die diesem Geschehen zugrunde liegenden Ereignisse haben doch etwas sehr Beunruhigendes an sich. Wenn wir von einem Einzelereignis nur so viel voraussagen können, daß es mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit stattfinden wird, dann ist das nicht viel mehr als die Aussage, daß es eben vielleicht stattfinden wird, vielleicht auch nicht und ein Zugeständnis dafür, daß wir die Kausalkette, die zu diesem Entweder-Oder-Ereignis führt, nicht genau kennen. Wir denken aber dabei keineswegs an eine prinzipielle Unbestimmtheit oder Wahlfreiheit, sondern sind der Meinung, daß es in der Kausalkette völlig unanalysierbare, unübersehbare Glieder gibt, kleinste begünstigende und hemmende Faktoren, die wir nicht erfassen können.

Dem Begriff der Wahrscheinlichkeit haftet also etwas Flackerndes an, und er ist, auf den Einzelfall angewandt, ziemlich nichtssagend, es sei denn, die angegebene Wahrscheinlichkeit liege nahe bei 0 oder 1, etwa unterhalb 1 % oder über 99 %. Wir erwarten dann das Ereignis eigentlich mit Sicherheit und fühlen uns vom Schicksal getroffen, wenn es nicht eintritt, oder wir sind überzeugt, daß unsere Voraussetzungen falsch waren. Mit dem abstrakten, unanschaulichen Begriff der Wahrscheinlichkeit eines Einzelereignisses können wir also nichts anfangen. Wir machen diesen Begriff anschaulich, indem wir ihn auf eine Vielzahl ähnlicher Fälle übertragen, etwa auf 100. Wenn die Einzelwahrscheinlichkeit ½ war, erwarten wir auf 100 ähnliche Individuen etwa 50

Merkmalsträger, also eine Häufigkeit, etwas ganz Konkretes. Das Entweder-Oder ist in seiner krassen Form verschwunden und zeigt sich nur noch darin, daß wir nicht sagen können, welche 50 von den 100 das Merkmal tragen werden und daß es auch etwas mehr oder weniger als 50 sein können. Wir sprechen deshalb von einer mittleren Häufigkeit in der Meinung, daß wiederum bei vielen solchen Stichproben die jeweiligen Häufigkeiten um 50 als Mittelwert liegen.

Unsere Vorstellung vom Begriff der Wahrscheinlichkeit ist also eine Art statistische Limesvorstellung. So verstanden, ist der Wahrscheinlichkeitsbegriff anschaulich und praktisch, und wenn diese Vorstellung auch mathematisch unbrauchbar, weil nicht streng faßbar ist, so ist es doch eine Vorstellung, die uns hilft und – so hoffen wir wenigstens – nicht zu falschen Schlüssen führt.

Anwendungsgebiete

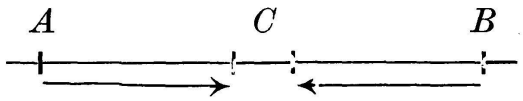
Die Hauptanwendung des Wahrscheinlichkeitsbegriffes in der Biologie liegt darin, daß man bei beobachteten Häufigkeiten oder Meßwerten mit verschiedenen *Prüfverfahren* untersuchen kann, ob sie zu bestimmten Hypothesen in Widerspruch stehen oder nicht. Heute wird in zunehmendem Maße in der Biologie versucht, die Ergebnisse statistisch zu sichern. Viele haltlose Spekulationen und Deutungsversuche werden dadurch überflüssig. Die modernen Methoden bringen aber noch einen andern Vorteil mit sich: Das sogenannte «Gesetz der großen Zahl» hat lange Zeit zum Teil eine fatale Wirkung gehabt und hat sie immer noch, indem gerade bei den kritischen Leuten die Meinung vielfach vertreten wird, man könne bei streuenden Versuchen nur bei sehr großem Zahlenmaterial Aussagen machen. Diese Einstellung läuft in vielen Fällen auf ein vollständiges Verzichten heraus, weil oft eben nur kleine Zahlen erhältlich sind. Mit den heutigen Methoden kann man aber unter Umständen auch aus kleinem Material sichere Schlüsse ziehen.

Bei den Prüfverfahren unterläuft oft ein verhängnisvoller Fehler. Wenn man Versuchszahlen mit einer Hypothese vergleicht und feststellt, daß kein Widerspruch zur Hypothese besteht, glaubt man, die Hypothese sei damit bewiesen. Man ist sich oft nicht bewußt, daß man wohl eine Abweichung von der Hypothese statistisch sichern kann, daß man aber nicht ein Übereinstimmen mit der entsprechenden Sicherheit feststellen kann. – Dieser Sachverhalt sei an einem Beispiel aus der Genetik illustriert. Kreuzt man zwei reine Rassen, die sich in einem Merkmal unterscheiden $(AA \cdot aa)$, so erhält man Nachkommen von der Genform Aa. Wenn man wieder zwei solche Bastarde miteinander kreuzt, treten in der folgenden Generation die Großelterntypen im Verhältnis 3:1 wieder auf: $Aa \cdot Aa = AA, 2Aa, aa$. Wenn AA und Aa gleich aussehen, entsteht so das Verhältnis 3:1. Es ist dies theoretisch aus der Individualität der Gene, deren Lokalisation in den Chromosomen und aus dem Verhalten der Chromosomen bei der Bildung der Geschlechtszellen abzuleiten. Bei sogenannten Letalfaktoren ist nun z.B. AA nicht lebensfähig.

Die Kreuzung $Aa \cdot Aa$ führt dann zu (AA), $2Aa$, aa; also zum Verhältnis 2:1. Wenn man wissen möchte, ob A ein Letalfaktor ist oder nicht, muß man also nachsehen, ob die Nachkommen der Kreuzung $Aa \cdot Aa$ im Verhältnis 2:1 oder 3:1 aufspalten. Beispiel: Die beobachteten Häufigkeiten von 48 Nachkommen seien 34:14. Mit der Chi²-Methode läßt sich leicht nachweisen, daß diese Zahlen nur als Zufallsabweichung von 2:1 angesehen werden können. Es kann sich also um einen Letalfaktor handeln. Der Schluß, daß wirklich ein Letalfaktor vorliegt, wäre aber sehr voreilig. Prüft man nämlich die andere Hypothese (3:1), so sieht man, daß die Zahlen auch zu diesem Verhältnis gerade so gut passen. Aus dieser Beobachtung kann man also für die beiden Hypothesen keine Schlüsse ziehen. Die Zahlen sind für diese Fragestellung zu klein.

An dem vorliegenden Beispiel kann ein zweites Anwendungsgebiet demonstriert werden. Es ist das für die Praxis sehr wichtige Gebiet der *Versuchsplanung*. Auf Grund der erwähnten Prüfmethoden kann man ausrechnen, wie viele Nachkommen aus solchen Kreuzungen nötig sind, um eine Entscheidung, ob 3:1 oder 2:1 vorliegt, treffen zu können. Sie beträgt etwa 640, wenn eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 1 % in Kauf genommen wird. Der nötige Umfang des Versuchs kann also hier, je nach dem gewünschten Sicherheitsgrad, genau vorbestimmt werden. In komplizierteren Fällen geht die Versuchsplanung darauf aus, nicht nur den Umfang des Versuchs, sondern die günstigste Versuchsanordnung zu ermitteln, die mit möglichst wenig Versuchen möglichst viel Erkenntnisse erwarten läßt.

Ein drittes Anwendungsgebiet besteht darin, auf Grund von Versuchszahlen einen Wert zu *schätzen*, der dem zugrunde liegenden unbekannten, wahren Wert möglichst nahe kommt. Als Beispiel diene die Lokalisation von Erbfaktoren. Die Gene sind kleine Teile der fadenförmigen Chromosomen. Sie zeigen eine lineare Anordnung. Bei der Reifung der Geschlechtszellen legen sich entsprechende Chromosomen aneinander und tauschen Stücke aus. Erbfaktoren, die zuvor im gleichen Chromosom gelegen waren, liegen nun in verschiedenen Chromosomen und werden auf verschiedene Nachkommen verteilt, weil jeder Nachkomme von diesen paarweisen Chromosomen immer nur eines erhält. Diesen Austauschvorgang nennt man Crossing-over. Je weiter zwei Gene voneinander entfernt sind, desto häufiger kommt Crossing-over zwischen ihnen vor. Die Häufigkeit des Crossing-over kann daher als Maß für den Abstand der Gene benützt werden. So entstehen die Chromosomenkarten, wo alle bekannten Erbfaktoren ihren bestimmten Platz einnehmen. Wenn nun ein neues Gen lokalisiert werden soll, muß die Crossing-over-Häufigkeit mit schon bekannten Genen durch geeignete Kreuzung festgestellt werden. A und B seien bekannt und nicht sehr weit voneinander entfernt. C liege dazwischen. Die Abstände $A - C$ und $C - B$



sollten zusammen $A - B$ geben, weil bei kurzen Stücken keine Doppel-Crossing-over stattfinden. Da es sich aber um Häufigkeiten handelt, denen gewisse Zufallsschwankungen anhaften, trifft das nie ganz zu. Von A aus kommt C an einen andern Ort zu liegen, als von B aus betrachtet. Die Frage ist nun folgende: Welcher Lokus von C paßt am besten zu den beiden unabhängigen Versuchen? Nach der Methode des «maximum likelihood» von R. A. FISHER muß derjenige Ort als der passendste angesehen werden, der mit der größten Wahrscheinlichkeit zugleich die beobachteten Austauschhäufigkeiten mit A und B liefert. Die sehr elegante Methode ist überall dort anzuwenden, wo aus verschiedenen unabhängigen Beobachtungshäufigkeiten der dazu am besten passende, wahre Wert geschätzt werden soll.

Ohne die Methoden des Prüfens, Planens und Schätzens, die uns die Mathematiker in die Hand geben, wären viele Aussagen der Biologen falsch, sehr ungenau oder unmöglich. Wir sind den Mathematikern, die uns hier helfen, daher sehr dankbar. Dem Biologen fallen bei dieser Arbeit die nicht immer leichten Aufgaben zu, erstens die sinnvollste Fragestellung herauszufinden, d. h. die Frage scharf zu formulieren, und zweitens die Resultate der statistischen Rechnungen richtig zu interpretieren.

Diskussion:

W. SCHERRER: Wenn man erklärt, man könne die Wahrscheinlichkeit nicht definieren, und trotzdem von Wahrscheinlichkeit spricht, können Mißverständnisse entstehen. Die Wahrscheinlichkeit als mathematischer Begriff kann und muß definiert werden.

Das die Gemüter beunruhigende Problem taucht erst auf, wenn man eine dieser Definition entsprechende Größe empirisch aufweisen will. Dann zeigt sich, daß man in jedem konkreten Falle aus einem überaus komplexen und nur intuitiv überschaubaren Wahrnehmungsbereich relativ wenige wohlbestimmte Merkmale herausgreift und gestützt auf dieselben «Ereignisse» definiert. Die nähere Betrachtung ergibt dann, daß eine auf diese Ereignisse gegründete Wahrscheinlichkeitsdefinition nur so weit exakt aufgewiesen werden kann, als es gelingt, den die Ereignisse tragenden *Rahmenbereich* exakt zu erfassen.

Zum Beispiel ist die Behauptung, der radioaktive Zerfall erfolge rein zufällig, irreführend, denn die Menge des noch nicht zerfallenen Stoffes nimmt nicht regellos, sondern um so genauer wie e^{-kt} ab, je größer die in Betracht gezogene Dauer ist. In diesem Gesetz ist t keine willkürliche Variable, sondern die empirisch maßgebende Zeit, und es ist durchaus sinnvoll zu fragen, ob es sich dabei um die Erdzeit, die NEWTONsche Systemzeit oder die durch die Quarzuhr gelieferte Zeit handelt. Analog, nur komplizierter, liegen die Verhältnisse in allen andern Fällen.

In diesem Zusammenhang kann man auch feststellen, daß ein gut Teil der Problematik der modernen Physik dadurch bedingt ist, daß der klassische Rahmenbereich (Euklidischer Raum, absolute Zeit) verloren-

gegangen ist und man sich nach einem neuen Rahmenbereich umsehen muß (Zeitraum der allgemeinen Relativitätstheorie oder eine noch tiefer greifende Modifikation?).

B. ECKMANN: Wenn in der mathematischen Theorie der Wahrscheinlichkeitsbegriff undefiniert bleibt, so liegt hierin nichts Anstößiges; es entspricht dies vielmehr dem durchaus üblichen und bewährten Vorgehen in der sogenannten axiomatischen Methode. Eine brauchbare Festlegung der Wahrscheinlichkeit erhält man nicht durch eine formale Scheindefinition, sondern indem man auf der einen Seite den mathematischen Apparat angemessen umschreibt und komplementär dazu die Vorschriften für seine Anwendung aufstellt.

M. FIERZ: Im Anschluß an das Referat von PAULI sei nochmals darauf hingewiesen, daß es so aussieht, als ob dem Wahrscheinlichkeitsbegriff in der Natur eine Realität entsprechen würde. Nehmen wir das ernst, so ergeben sich weitreichende philosophische Folgerungen. Die klassische Philosophie bis zu HUME hat zwar, insofern sie skeptisch war, zugegeben, daß unsere *Erkenntnis* nur Wahrscheinlichkeiten, keine Wahrheiten über die Weltstruktur erfassen könne; aber dies wird als Folge der Unvollkommenheit des menschlichen Erkenntnisvermögens aufgefaßt. Nun aber scheint es so, daß der Zustand der Welt, und da es nur eine Welt gibt, die Struktur der Welt, grundsätzlich nur durch Wahrscheinlichkeitsgesetze festgelegt ist. Dies ist ein tiefer Eingriff in das, was man *Existenz* nennt, und hat zur Folge, daß die klassische Ontologie eigentlich gegenstandslos wird. Unsere Fragestellung führt somit weit über bloß technische Probleme hinaus.

F. GONSETH: Dans les considérations qui précèdent je ressens un manque de courage épistémologique. On a dit que l'on ne définissait pas la notion de probabilité, mais qu'une théorie satisfaisante serait formée de deux parties:

une partie théorique constituée par une axiomatique à la KOLMOGOROFF;

et une partie empirique comprenant les règles d'application.

Mais cela ne suffit pas. Pour établir la loi des grands nombres par exemple, on fait en outre usage de l'hypothèse que certains cas se présentent avec *les mêmes chances*. L'idée de chance ou de chances égales intervient dans le cours même de la démonstration. Trois points de vue s'avèrent alors nécessaires, inaliénables: les points de vue axiomatique et empirique déjà mentionnés, et en outre un résidu intuitif qui est l'idée que nous avons des chances égales. Ce résidu ne peut être éliminé si l'on veut une théorie des probabilités vraiment applicable et complète.

B. L. VAN DER WAERDEN, B. ECKMANN und W. PAULI erklären sich mit diesen Ausführungen durchaus einverstanden. W. PAULI betont noch besonders, daß die Voraussetzung einer gleichen Chance immer inhärent ist und sich nicht eliminieren läßt.

B. L. VAN DER WAERDEN: Sofern wir eine Definition der Wahrscheinlichkeit brauchen, handelt es sich nicht um eine mathematische Definition – diese erübrigt sich dank der axiomatischen Methode –, sondern um eine intuitive Definition, mit welcher dem verstehenden Menschen klargemacht werden kann, was er unter Wahrscheinlichkeit verstehen soll; m. a. W. handelt es sich nicht um eine eigentliche Definition, sondern um eine bloße Erläuterung.

J. LUGEON: Les géophysiciens et météorologistes, de même d'ailleurs que certains biologistes, n'ont pas aujourd'hui à leur disposition les outils mathématiques qui leur seraient indispensables pour traiter des phénomènes dépendant d'une quantité considérable de paramètres. Il leur faudrait une théorie leur permettant de définir des phénomènes sporadiques ou aléatoires, et des notions du type: probabilité d'une probabilité.

A. LINDER: Bei Stichprobenerhebungen sollten die Elemente der Stichprobe aus allen verfügbaren Elementen zufällig ausgewählt werden. In richtig geplanten und durchgeführten Versuchen sollen die verschiedenen Verfahren den Versuchseinheiten zufällig zugeteilt werden. Um eine zufällige Auswahl vorzunehmen oder eine zufällige Anordnung durchzuführen, hat man Tafeln zufällig angeordneter Zahlen zusammengestellt. Es hat sich gezeigt, daß man dazu die Ergebnisse von Glücksspielen, z. B. von Lotterien, verwenden darf. Zusammenfassend kann man sagen: Der Forscher ist oft *gezwungen*, Folgen zufällig angeordneter Zahlen herzustellen, und dazu genügen die Ergebnisse richtig durchgeführter Glücksspiele.

CH. BLANC: Peut-on dire que le problème de savoir s'il est nécessaire ou non de donner une définition de la notion de probabilité est un problème similaire à celui, en géométrie, de savoir s'il est nécessaire ou non de donner une définition de la notion de droite ? –

Une remarque à propos de l'emploi du calcul des probabilités dans les sciences appliquées: les théorèmes rigoureux d'existence de solutions des équations différentielles dont on fait un usage constant dans les applications sont basés sur des hypothèses n'ayant souvent pas de sens physique. Il est possible d'arriver à un autre point de vue consistant à formuler les solutions et les conditions initiales dans la théorie des équations différentielles sous forme probabiliste.

F. E. LEHMANN: Wenn gewisse Systeme genügend kompliziert sind, so kann es vorkommen, daß sie so weitgehend determiniert sind, daß man aus einem kleinen Teil bereits auf das Ganze zurückschließen kann, wahrscheinlichkeitstheoretische Betrachtungen sich also erübrigen. So kann z. B. der Paläontologe aus einem nicht zu einfachen Zahn den ganzen Organismus rekonstruieren.

Ferner kann es vorkommen, daß das Untersuchen großer Versuchsreihen prinzipiell nicht möglich ist, weil sich das Untersuchungsobjekt im Laufe und infolge der Untersuchung ändert. So verändert beispielsweise im tierpsychologischen Versuch ein einziger Versuch bereits das Tier.

E. J. WALTER: Ist mit den von PAULI erwähnten «primären Wahrscheinlichkeiten» eine realwissenschaftliche Auffassung gemeint? Bedeutet das inhaltlich, daß die Welt eine andere Struktur hat, als die klassische Physik annahm? Liegt ein Zusammenhang mit dem Problem Kontinuum–Diskontinuum vor?

Ferner: wie definiert man effektiv die in der Wahrscheinlichkeitstheorie verwendeten Begriffe des «Falles» und des «Ereignisses»?

W. PAULI: zu den primären Wahrscheinlichkeiten: In der Quantenmechanik besteht der grundsätzliche Sachverhalt, daß bei einem Experiment die unerläßliche Trennung zwischen beobachtetem System und Beobachter eine unbestimmbare Wechselwirkung mit sich bringt. Zu jeder Möglichkeit gibt es dann eine andere, bei der das Unbestimmte und das Bestimmte vertauscht sind.

B. L. VAN DER WAERDEN: In Beantwortung einer Frage von LEHMANN sei betont, daß man in der Praxis eine Verteilung nur dann als normal ansehen soll, wenn ein großes Zahlenmaterial vorliegt und dieses ersichtlicherweise ungefähr normal verteilt ist. Hat man aber nur wenig Material und den Verdacht auf Nichtnormalität, so soll man lieber auf die Hypothese der Normalität verzichten, da man heute auch ohne Verwendung dieser Hypothese über ebenso scharfe Methoden verfügt.

P. BERNAYS: Man sollte etwas mehr das Grundsätzliche des Phänomens der Wahrscheinlichkeit in Betracht ziehen. Es handelt sich nicht nur um die Frage, «was braucht der Wissenschafter», sondern vornehmlich auch um die: «was hat es mit der Wahrscheinlichkeit für eine Bewandtnis»? Wahrscheinlichkeit im generellen Sinne definiert man ebensowenig, wie man Elektrizität oder Gravitation oder dgl. definiert. Die Wahrscheinlichkeit ist ein Moment, das die gesamte Natur durchzieht: Physik, Biologie, Meteorologie usw. Das ist philosophisch erstaunenswert. Wir haben hier ein Grundphänomen der Wirklichkeit, nicht nur etwas Technisches.

Dieses ist der eine Aspekt. Dazu aber kommt noch: Die Wahrscheinlichkeit bildet eine Art der Begreiflichkeit der Natur. Am BUFFONschen Nadelproblem z.B. oder in ähnlichen Fällen sieht man, daß man aus Symmetrieverhältnissen auf Häufigkeiten schließen kann, also aus einem Nebeneinander auf ein Nacheinander. Daß wir aus einer starken Ungleichmäßigkeit in den Häufigkeiten beim Würfeln eine physische Unregelmäßigkeit des Würfels entnehmen können, ist eine Erfahrung, jedoch durchaus nichts Selbstverständliches. In der Anwendbarkeit solcher Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen zeigt sich eine Verbindung von Rationalem und Irrationalem in der Natur. Diese Verhältnisse hat speziell EDGAR ZILSEL in seinem Buche «Das Anwendungsproblem» erörtert. Er kommt hier zu der Auffassung, daß die Anwendbarkeit der Wahrscheinlichkeitsschlüsse auf derselben Eigenschaft der Natur beruht, auf Grund deren wir mit Hilfe von Induktionsschlüssen Gesetzlichkeiten auffinden können.

Diese Erwägung legt die Annahme nahe, daß Wahrscheinlichkeit und Kausalität im Naturgeschehen in einem und demselben Sachverhalt verflochten sind – eine Ansicht, wie sie ähnlich auch von REICHENBACH befürwortet wurde (ehe er seine Wahrscheinlichkeitslogik aufstellte). Es würden dann die reinen Feldgesetze als noch nicht spezifisch kausal, sondern als eine Art vorgängiger Gesetzlichkeit (wie die geometrische) anzusehen sein. Für diese Auffassung spricht einerseits, daß in den Feldgesetzen noch keine Auszeichnung einer Zeitrichtung vorliegt, und andrerseits, daß überall, wo Materie sich geltend macht, das Moment der Wahrscheinlichkeit für die Erklärung der Vorgänge hinzugezogen werden muß.

Doch wie es sich hiermit auch verhalte – jedenfalls gewinnen wir erst durch eine solche Art der Betrachtung eine richtige Würdigung für die Größenordnung des Phänomens der Wahrscheinlichkeit.

Die Sonnenfinsternis-Expedition der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft

Von

M. WALDMEIER (Zürich)

1. Vorbereitung und Organisation

Am 25. Februar 1952 ereignete sich eine totale Sonnenfinsternis, deren Totalitätszone in einer Breite von etwa 140 km vom Atlantischen Ozean durch Äquatorialafrika, den Belgischen Kongo und den Sudan nach dem Roten Meer verlief, über die arabische Halbinsel nach Basra und über das persische Hochland nach Sibirien. Im Jahre 1949 entschloß sich der Verfasser, zur Ergänzung der seit 1938 auf dem astrophysikalischen Observatorium Arosa der Eidg. Sternwarte im Gange befindlichen Koronaforschung, eine Expedition zur Beobachtung dieser Finsternis zu unternehmen. Im Juni 1950 bewilligte der Senat der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft auf Grund des vom Verfasser eingereichten Exposés, welches über Ziel und Dauer der Reise, über Personalbestand, das wissenschaftliche Programm, das mitzuführende Instrumentarium und das Budget orientierte, aus dem Zentralfonds den nachgesuchten Betrag. Es war aber erwünscht, der Expedition einen weiter gespannten Rahmen zu geben, wozu die finanzielle Basis erweitert werden mußte. Dies wurde ermöglicht durch Beiträge der Regierungen der Kantone Zürich, Bern, Luzern, Uri, Solothurn, Baselstadt, Baselland, Schaffhausen, Aargau, Thurgau und Neuenburg, der Dr.-Hermann-Stoll-Stiftung sowie zahlreicher privater Firmen und Gesellschaften. Der Verfasser dankt allen Beteiligten für ihre großzügige Unterstützung, besonders den Herren Prof. Dr. A. von Muralt, Zentralpräsident der S. N. G., Bern, Prof. Dr. E. Rübel, Zürich, und Regierungsrat Dr. O. Stampfli, Solothurn. An der Expedition nahmen folgende acht Personen teil: Prof. Dr. E. Guyot (Neuenburg), Prof. Dr. M. Schürer (Bern), W. Schaerer (Bern), Sekundarlehrer W. Studer (Solothurn), Dr. E. Leutenegger (Frauenfeld), W. Bär (Mechaniker der Eidg. Sternwarte), Frau Dr. A. Waldmeier und der Verfasser.

Für die Wahl des Beobachtungsortes sind in erster Linie die für den Finsternistag zu erwartenden Witterungsbedingungen maßgebend, in zweiter Linie verkehrstechnische Erwägungen sowie Unterkunfts- und Verpflegungsmöglichkeiten. Das Studium der Witterungsbedingungen in

den verschiedenen von der Totalitätszone berührten Gebieten zeigte in eindeutiger Weise, daß der Sudan die weitaus günstigsten Bedingungen versprach. In diesem Gebiet liegen die Städte El Obeid, Khartoum, Atbara und Port Sudan. Da das Landesinnere schwächere Bewölkung aufweist als die Küste, fiel die Wahl auf die sudanesische Hauptstadt Khartoum (376 m), die am Zusammenfluß des Weißen und des Blauen Nils liegt, 9 Kilometer nördlich der Zentrallinie. Die Witterungsaussichten waren so günstig, wie man sie nur selten bei Finsternissen erwarten kann, so daß für den Finsternistag mit hoher, fast an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit mit klarem Himmel gerechnet werden konnte. Der Februar ist in Khartoum niederschlagsfrei. Das langjährige mittlere Temperaturminimum beträgt 16°, das Maximum 34°. Die absoluten Extrema für Februar sind 7° bzw. 43°. Während unseres Aufenthaltes in Khartoum ging das Thermometer nie unter 12° und erreichte an zwei Tagen 43°. Die Bewölkung besteht fast ausschließlich aus hohen und durchscheinenden Wolken (Cirren) im Betrag von 1—2/10; nur einmal zog ein Altocumulusfeld vorüber. Der Wind kommt anhaltend aus Sektor N mit einer Geschwindigkeit von etwa 12 km/h. Unter diesen Umständen mußte durchaus mit der Möglichkeit des Auftretens von Cirrenbewölkung am Finsternistag gerechnet werden. Noch ernsthafter besorgt waren wir wegen der bereits im Februar gelegentlich auftretenden Sandstürmen; wie sehr diese Sorge berechtigt war, erfuhren wir noch drei Tage vor der Finsternis, als ein Sandsturm uns zwang, die lange und sorgfältig justierten Instrumente wieder abzubauen. Es gibt wohl keinen Ort, an welchem eine Finsternis stattfindet, wo mit Sicherheit klares Wetter herrscht. So bleibt jede Sonnenfinsternis-Expedition ein gewagtes und unsicheres Unternehmen bis zur letzten Minute.

2. Die Expedition

trat mit den Mitgliedern M. Schürer, W. Schaerer, E. Leutenegger, W. Bär und dem Verfasser am 24. Januar die Flugreise nach dem Sudan an, nachdem das Instrumentarium bereits am 4. Dezember über den Land- und Seeweg abgeschickt worden war. Anderntags morgens 6 Uhr erfolgte die Landung in Khartoum, und noch am gleichen Tag begann die Rekognoszierung und die Besichtigung der Lager der bereits vor längerer Zeit eingetroffenen Expeditionen aus den Vereinigten Staaten, England, Frankreich und Italien. Die wichtige Platzwahl mußte wohl überlegt, aber schnell getroffen werden. Die ursprüngliche Absicht, auf der 9 Kilometer südlich der Stadt vorbeiziehenden Zentrallinie zu beobachten, mußte aufgegeben werden, da sich vom Südrand der Stadt aus eine unabsehbare, völlig ebene und vegetationslose Sand- und Steinwüste erstreckt, so daß das Lager nur mit starker Motorisierung bis zum Kilometer 9 hätte vorverschoben werden können. Da wir mit dem Büro des Civil Secretary schon lange vor unserer Ankunft korrespondiert hatten, waren die in Frage kommenden Plätze bald aufgesucht. Die Auswahl war bereits stark eingeschränkt, indem die günstigsten Plätze am öst-

lichen Stadtrand schon durch andere Expeditionen belegt waren. Trotzdem fanden wir bald in einem britischen, damals leerstehenden Militärlager am nördlichen Ufer des Blauen Nils, wenig oberhalb der großen, nach Khartoum-Nord führenden Brücke, einen Beobachtungsplatz, den wir sofort als geradezu ideal erkannten und der jedenfalls allen anderen Plätzen, die wir besichtigt hatten, vorzuziehen war. Bald waren die notwendigen Bewilligungen des Orts- und Lagerkommandanten eingeholt, und bereits am 28. Januar zogen wir mit unserem Instrumentarium, welches nur wenige Tage vor uns eingetroffen war, in unser Lager ein.



Abb. 1. Die Expeditionsteilnehmer am Finsternistag.
Von links: Prof. Guyot, Dr. Leutenegger, W. Studer, Frau Dr. Waldmeier, W. Bär.
Von rechts: Prof. Schürer, W. Schaerer, Frau Dr. Zoller, Prof. Waldmeier.

In dem kilometerlangen Lager wählten wir unseren Beobachtungsplatz etwa 200 m östlich des Einganges und nur 60 m vom Nilufer entfernt. Der Lagerplatz war eine bewässerte Rasenfläche, die in ost-westlicher Richtung gegen 100, in nord-südlicher Richtung 30 Meter maß. Im Norden wurde der Platz durch ein einstöckiges Mannschaftsgebäude abgegrenzt, dessen geräumige Hallen uns als Magazin dienten. Zugleich bot das Gebäude einen willkommenen Schutz gegen den tagsüber kräftigen Nordwind. Die Straße, welche südlich unseres Lagers vorbeizog, war von einer Allee von Sykomoren bepflanzt, welche willkommenen Schatten spendeten, ohne jedoch die Instrumente zu beschatten, stand die Sonne bei

der Finsternis doch 62° hoch. Noch am gleichen Tag wurde die Meridianlinie ausgesteckt, sowie die Fundamente für die Instrumentensockel. Bis zum 4. Februar waren die Maurerarbeiten fertig und auch die meisten Instrumente ausgepackt und zusammengesetzt. Die beiden nächsten Wochen waren ausgefüllt mit dem Aufbau der Instrumente und ihrer Justierung. Eine Militärküche wurde in eine Dunkelkammer umgewandelt, die vorerst für die Entwicklung der Probeaufnahmen, später für die Finsternisaufnahmen dienen sollte. Da das Wetter dauernd gut war, gingen diese Arbeiten programmgemäß voran. Als größtes Hindernis erwies sich der feine Sand, der durch den kräftigen Wind vom Boden aufgewirbelt und verfrachtet wurde. Er drang in alle Instrumente und Uhrwerke ein und setzte sich auf Linsen und Spiegel ab. Eine Woche vor der Finsternis trafen E. Guyot, W. Studer und Frau A. Waldmeier in Khartoum ein, worauf mit dem Einüben des Programmes begonnen wurde. Die letzten Vorbereitungen wurden getroffen, Sonnenschutzschirme erstellt und die Expositionszeiten in großen, weißen Ziffern auf die Sockel oder die Instrumente selber gemalt, die auch noch bei der Finsternis gut lesbar waren. Am 22. Februar mußten wegen eines Sandsturmes die Instrumente größtenteils nochmals abgebaut und staubsicher verpackt werden. Doch bereits am Abend wurden wieder Sterne sichtbar, und am folgenden Morgen ging der Wiederaufbau rasch vonstatten, so daß am Vorabend des Finsternistages alle Apparate betriebsbereit waren.

Unser Lager hatte den unschätzbaren Vorteil, daß wir nichts zu tun hatten mit der Bewachung. Nicht nur war der Lagereingang Tag und Nacht von sudanesischen Soldaten bewacht, sondern von dem Tage an, da unsere Instrumente im Freien aufgestellt waren, pflanzte sich eine Wache neben diese, sobald wir das Lager verließen. Nachteilig erwies sich allein die über 4 Kilometer betragende Entfernung des Lagers von unserem Standquartier am westlichen Ende der Stadt. Nachdem die Finsternis sich unter besten Beobachtungsbedingungen abgespielt hatte, begann noch am gleichen Tag der Abbruch des Lagers. In den drei folgenden Nächten wurden die Aufnahmen unter Verwendung von 30 kg Eis entwickelt. Es war dies, nachdem die Aufnahmen programmgemäß und unter besten Bedingungen gelungen waren, die verantwortungsvollste Arbeit der ganzen Expedition, auf welche man im Hinblick auf die feldmäßige Einrichtung gar nicht genug Aufmerksamkeit, Sorgfalt und Zeit verwenden kann. Bald löste sich die Expedition auf, indem die Mitglieder Schürer, Schaerer, Guyot und Leutenegger direkt in die Schweiz zurückflogen, während die restlichen Teilnehmer das Lager liquidierten, die 19 Kisten, die das Instrumentarium im Gewicht von 2½ Tonnen enthielten, verpackten und am 1. März zur Bahn fuhren. Hierauf wurden auch die Instrumentenpfeiler abgetragen bis auf einen, dessen Bronzeplatte die Inschrift trägt:

SWISS SOLAR ECLIPSE EXPEDITION
KHARTOUM
25th February 1952

und noch lange an das Ereignis erinnern wird, welches dort von einer schweizerischen Expedition erfolgreich beobachtet worden ist. Am 2. März nahmen wir Abschied von Khartoum, wo wir bei unserem Unternehmen in allen Teilen der Bevölkerung größte Hilfsbereitschaft und Gastfreundschaft erfahren haben. Wir begaben uns per Bahn nach Wadi-Halfa, dann mit dem Nildampfer nach Shellal und hernach mit vielen Zwischenhalten nach Kairo, wo unsere Expedition nochmals offiziell in Erscheinung trat, anläßlich eines Empfanges durch Minister von Fischer auf der schweizerischen Gesandtschaft, bevor uns am 17. März eine Swissair-Maschine in die Schweiz zurückführte. Mit uns kam auch die gesamte Ausbeute unseres Unternehmens, die sorgfältig in einer Tasche verpackten und mit dem ägyptischen Zensursiegel versehenen etwa 10 kg photographischen Platten, Notizbücher und Registrierkurven. Am 7. Mai traf auch das Instrumentarium wohlbehalten wieder in Zürich ein.

3. Der Ablauf der Finsternis

In der Nacht zum Finsternistag wurden mit größter Sorgfalt die Platten in die entstaubten Kassetten eingelegt und vorerst in einer lichtdichten Kiste aufbewahrt. Der Finsternistag brach mit einem klaren und frischen Morgen an. Die vereinzelten Cirren hatten sich bald aufgelöst, und ab 8 Uhr war der Himmel wolkenlos bis nach 16 Uhr, als wieder Spuren von Cirren am Horizont erschienen. Auch die Arbeitsatmosphäre war ideal, war doch die Morgentemperatur nur 12° und das Nachmittagsmaximum nur 28°. Schon um 7 Uhr waren alle Mitglieder auf ihren Posten. Das klare Wetter bot eine willkommene Gelegenheit zu einer letzten Justierung und Prüfung der Instrumente. Jeder Beobachter übte noch zu einem letzten Mal sein Programm. Die Sonne war schon hoch gestiegen und strahlte voll und rund wie an irgendeinem anderen Tag, und nichts ließ auf das bevorstehende Ereignis schließen. Als nun die vorausberechnete Zeit des ersten Kontaktes herangerückt war, versammelten sich die Teilnehmer vor der Mattscheibe der 8-Meter-Kamera, auf welcher das Bild der Sonne 8 cm Durchmesser hatte. Plötzlich rief einer: «Es hat begonnen.» Es war $9^h44^m30^s$, und da sah man auch schon ganz deutlich die kleine, fast zusehends breiter werdende Delle am westlichen Sonnenrand. Was uns schon seit Beginn unseres Aufenthaltes eine angenehme Überraschung war, die gute Bildqualität trotz höchster Temperaturen, ist auch am Finsternistag eingetreten. Die Bilder waren schon am Vormittag gut und während der Totalität hervorragend. Die Gebirge am Rande des sich immer weiter vorschiebenden Mondes erschienen ruhig und gestochen scharf. Nun begann bereits die Arbeit an der Randverdunkelungskamera und an der Kamera für den Absolutanschluß der Korona. Von Minute zu Minute konnte das Vorrücken der Mondscheibe festgestellt werden; noch ging es mehr als eine Stunde bis zum Beginn der Totalität. Obschon von der Abnahme des Tageslichtes noch nichts zu bemerken war, blieben die Menschen stehen und schauten

mit geschwärzten Gläsern und Filmen zur Sonne hinauf. Trotzdem unser Lager militärisch abgesperrt war, hatte sich um unsere Instrumente herum eine große Menschenmenge zusammengezogen. Das Gerede und Gestikulieren der Eingeborenen bedrohte den ruhigen Ablauf unseres Programmes. Sie verzogen sich aber auf unser Zureden hin willig in eine ferne Ecke des Lagers, während die zahlreich anwesenden englischen Beamten auf dem Dach des Magazins Platz nahmen, von wo man nicht nur einen freien Blick in die weite Ebene genießt, sondern sowohl das Schauspiel am Himmel als auch unsere Arbeit an den Instrumenten verfolgen konnte. Noch eine halbe Stunde bis zur Totalität. Nun werden die Kassetten aus der Dunkelkammer herbeigeschafft, auf die Instrumente verteilt und eingesetzt. Nun galt es ernst, und kein Manipulieren war mehr erlaubt. Die Himmelshelligkeit war inzwischen auffallend zurückgegangen, und alle Menschen hatten ihre Aufmerksamkeit dem Ereignis zugewandt, das nun immer schneller ablief, fiel doch die Dämmerung nun zusehends über die Landschaft. Nicht zu vergleichen mit der gewöhnlichen Dämmerung, die mit ihren roten und gelben Tönungen langsam heraufzieht, sondern eine Dämmerung ohne Farbe, die schnell hereinbricht, das Himmelsblau in bleifarbenes Grau mit zarter Beimischung eines düsteren Violetts versinken läßt. Nun geht es nur noch wenige Minuten; die Sonnenschirme sind entfernt, und alle Beobachter stehen an ihren Instrumenten. Ein leichter Wind weht über das Camp. Durch das Ausbleiben der Sonnenstrahlung ist es empfindlich kühl geworden. Um nicht zu frösteln, werden die hochgestülpten Hemdsärmel heruntergelassen. Eine unheimliche Stimmung liegt in diesen letzten Minuten, wo Erwartung und Spannung aufs höchste gestiegen sind, über dem Lager. In gespenstischem, kaltem Licht stehen über hundert Menschen im und um das Lager, bewegungslos, wie zu Stein geworden. Totenstille herrscht. Noch eine Minute. Das schon nur noch blasse Licht verschwindet zusehends. Mit der Präzision, mit der oben die Himmelserscheinung abläuft, beginnt nun unten auf der Erde das Programm der Menschen abzulaufen. Das Ticken des Metronoms verbreitet sich durch die Stille über das ganze Lager. Ich stehe an einem kleinen Fernrohr, mit welchem ein Sonnenbild von 10 cm Durchmesser entworfen worden ist. Auf dem weißen Schirm sind zwei parallele Linien im Abstand von 5 cm eingezeichnet. Nach der Vorausberechnung sollte der Abstand der Hörner der Sonnensichel 14 Sekunden vor Beginn der Totalität gleich dem halben Sonnendurchmesser sein. Nun war die Sichel schon sehr schmal, fast nur noch ein leuchtender Faden. Es war wie eine Erlösung aus minutenlanger Beklemmung in Spannung mit angehaltenem Atem, als über das Lager mit ruhiger Stimme der große Moment angekündigt wurde: «Achtung, noch eine halbe Minute», und wieder herrscht feierliche Stille. Der leuchtende Faden auf dem Papier schrumpft schnell zusammen, und an seinen Enden beginnt er in einzelne Lichtpunkte zu zerfallen. Jetzt ist die Mondscheibe schon auf ihrem ganzen Umfang zu erkennen. Zart und unauffällig zeigt sich auf der Westseite der blasse Saum der Korona. Gespenstig huschen die letzten Lichter und Schatten über die

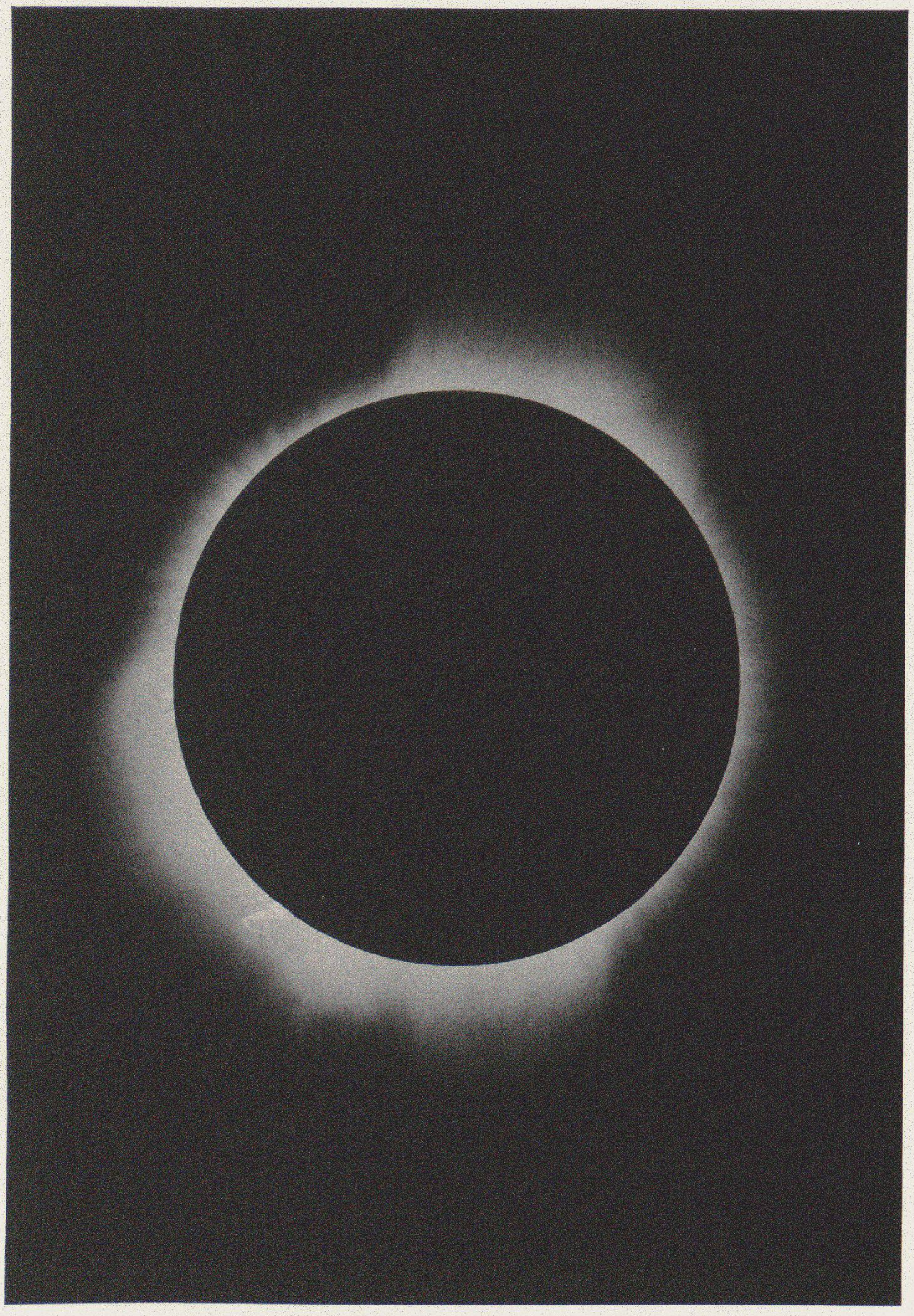


Abb. 3. Die innere Korona mit Protuberanzen,
aufgenommen mit der 8-Meter-Horizontalkamera.

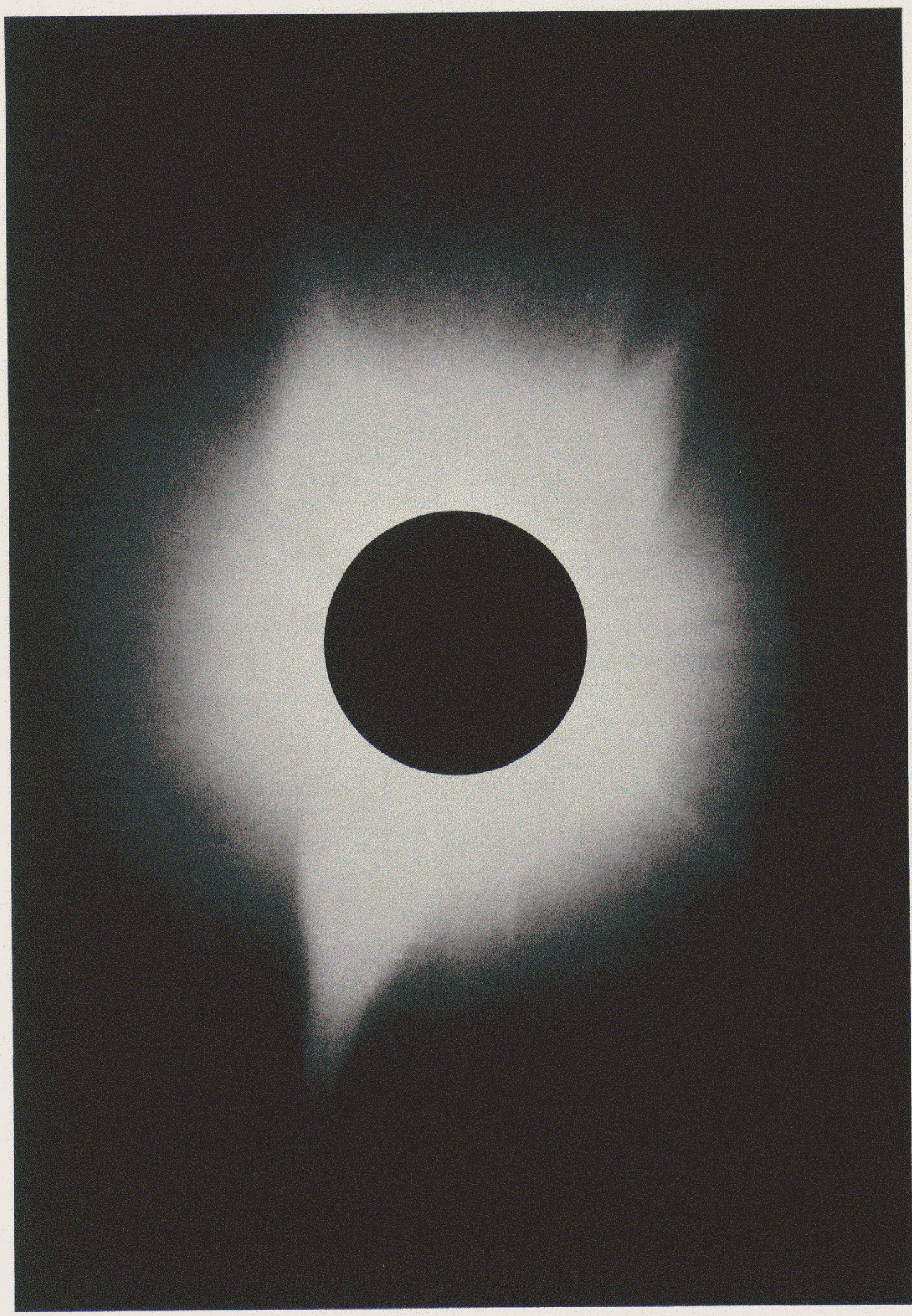


Abb. 4. Die äußere Korona,
aufgenommen mit der 2-Meter-Horizontalkamera.

Landschaft und die blassen Gesichter. Nun ist es so weit; ich rufe: «vierzehn» und Herr Studer am Chronometer zählt mit vernehmlicher Stimme die Sekunden weiter: dreizehn, zwölf, elf, ... Bei Null angekommen, ist der letzte Lichtstrahl erloschen. Nun ist der Blick frei hinauf zu dem herrlichen Bild, das mit dem Erlöschen des letzten Lichttropfens hingezaubert ist. Ein Raunen voll freudiger Erregung geht durch die Menschenmenge. Nun ist sie gekommen, die Minute, auf die wir Jahre gewartet haben, und wie herrlich. Unerbittlich läuft die Zeit: eins ... zwei ... drei ... In die Stimme des Chronometreurs mischt sich nun das metallene Geräusch der Kassetten und Verschlüsse, das drei Minuten lang nicht mehr abbricht. Nachdem die erste Minute vorüber ist, laufen die langen Expositionen, die einen Blick nach oben erlauben. Da hängt, weit draußen im Raum, und doch so plastisch, die schwarze Scheibe des Mondes am mittäglichen Himmel, wie ein Loch ausgestochen an der Himmelskugel. Links unten leuchtet auf dem matt violettgrauen Hintergrund wie ein mächtiges Feuer Merkur auf, rechts oben Venus. Hell leuchtet hinter dem Mond hervor ein silberglänzender Ring, nach innen messerscharf abgeschnitten, nach außen allmählich verblassend. Am hellsten erscheint dieser früher einmal Leukosphäre genannte Ring im Osten und Westen, während er an den Polen, wo er weniger hell ist, je aus einem Büschel radial gerichteter Strahlen besteht, wie sie typisch sind für eine Minimumskorona. Die volle Schönheit erhält die Korona durch die drei langen Strahlen, die mit breiter Basis in der Leukosphäre ansetzen und nach außen sich verjüngend, schließlich schmal und lanzenförmig in den Raum vorstoßen. Je ein solcher Strahl liegt im NW- und SW-Quadranten und der längste, der die bemerkenswerteste Erscheinung der Korona ist, im NE-Quadranten. Über 6 Millionen Kilometer weit weist er in den Raum hinaus. Am südwestlichen Rand flammt aus der Korona der rötliche Glanz einer Protuberanz auf, welche mit fortschreitender Finsternis immer mehr abgedeckt wird und schließlich in ihrer vollen Höhe von 2' erscheint. Unverwandt sind die Blicke der Menschen nach der Korona gerichtet; die Programme gehen der Vollendung entgegen. Hundertvierundachtzig ... hundertfünfundachtzig ... und da schießt wie ein Tropfen weißglühenden Metalls der erste Lichtstrahl hervor, ein zweiter folgt ihm, ein dritter, sie werden größer, fließen zu einem Faden zusammen, der rasch zur blendenden Sichel wird. Schnell wächst das Licht wieder zur vollen Stärke an. Die Kassetten werden in die Dunkelkammer getragen, und während an einigen Instrumenten die Arbeit noch weiter läuft, gehen die Menschen, das eben Gesehene lebhaft besprechend, wieder auseinander, und das Leben läuft seinen gewohnten Weg.

4. Das Instrumentarium

war durch das später darzulegende Arbeitsprogramm diktiert. Es bestand aus den 15 in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Apparaten. Bei den parallaktisch montierten Instrumenten und den durch Heliostaten

bedienten wurde die Sonne nachgeführt, bei den azimutal montierten dagegen nicht, da entweder die Expositionszeiten sehr kurz oder die Sonnenbilder sehr klein waren. Dazu kamen Geräte zur Messung der Temperatur, des Luftdruckes, der Windgeschwindigkeit, der Zenithelligkeit und der atmosphärischen Parasiten, im ganzen also 20 Apparate. Für die Expedition neu gebaut wurden 4 Heliostaten (Kern & Co., Aarau), ferner die Instrumente Nrn. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9 und 14, während die übrigen im wesentlichen vorhanden waren und für die Zwecke der Expedition nur leicht umgebaut werden mußten.



Abb. 2. Blick in das Lager der Expedition.

5. Das Programm

wird einerseits durch die Zielsetzung bestimmt und diktiert seinerseits das Instrumentarium. Unsere Zielsetzung hat sich von der Arbeitsweise früherer Expeditionen, welche ein oder mehrere Teilprobleme untersuchten, wesentlich unterschieden. So besaßen wir bisher zum Beispiel eine gute Photometrie der Korona von der einen Finsternis, eine gute polarimetrische Untersuchung von einer andern Finsternis usw. Der Versuch, derartige Einzelergebnisse zu einem physikalischen Bild der Korona zu vereinigen, was ja das erste Ziel der Koronaforschung ist, führt stets zu großen Widersprüchen, weil der physikalische Zustand der Korona sich sehr stark verändert mit der Zeit, mit der heliographischen Breite und mit dem Abstand vom Sonnenrand. Vernünftigerweise dürfen

Daten der Aufnahme-Apparaturen

Nr.	Instrument	Montierung	Beobachter	Zahl der Aufnahmen	Öffnung cm	Brennweite cm	Format cm
1	8-Meter-Horizontal-kamera	Heliostat	W. Bär	10	12	800	18 × 24
2	2,5-Meter-Hori-zontalkamera	Heliostat	M. Waldmeier	6	11	240	13 × 13
3	Polarisations-doppelkamera	parallaktisch	M. Schürer und W. Schaerer	16 × 2	6	120	13 × 18
4	Absolutkamera	azimutal	M. Waldmeier	25	5	24	2,4 × 3,6
5	Polarisations-kinematograph	azimutal	W. Bär	5 Meter	2	10	16 mm
6	1-Prismen-Spektrograph	Heliostat	A. Waldmeier	4	6, 5, 5	70, 64, 64	10 × 25
7	2-Prismen-Spektrograph	Heliostat	E. Leutenegger	2	11, 3,6, 3,6	50, 22, 22	2,4 × 3,6
8	Quarzspektrograph	azimutal	E. Leutenegger	6	2, 5, 5	25, 50, 5	6 × 9
9	Doppelobjektiv-prismenkamera	Heliostat	E. Guyot	4 × 2	2	42	13 × 18
10	Fernkamera I	azimutal	W. Studer	1 × 2	17	120	13 × 18
11	Fernkamera II	azimutal	W. Studer	1 × 2	17	120	13 × 18
12	Kamera Voigtländer	azimutal	W. Studer	1	10	30	9 × 12
13	Kamera Ernostar	parallaktisch	M. Schürer und W. Schaerer	1	10	18	9 × 12
14	Randverdun-kelungskamera	azimutal	G. Zoller, H. Taysi und M. Waldmeier	26	6	120	2,4 × 3,6
15	Kinokamera	ohne Montierung	M. Waldmeier	5 Meter	4	15	16 mm

somit nur Ergebnisse miteinander verknüpft werden, welche bei derselben Finsternis und an derselben Stelle der Korona erhalten worden sind. Da ein solches Beobachtungsmaterial bisher gefehlt hat, aber für einen weiteren Fortschritt unentbehrlich ist, haben wir alle Untersuchungen, welche zur Erfassung des physikalischen Zustandes der Korona (Druck, Dichte, Temperatur) – und zwar so weit als möglich in allen Punkten derselben – nötig sind, in unser Programm aufgenommen.

Die Apparaturen Nrn. 1, 2, 4 und 12 dienen der Photometrie der Korona im Gesamtlicht G. Dieses besteht aus den Komponenten $G = E + K + F$. Da die Eigenemission E und Fraunhofersche Komponente F unpolarisiert sind, K dagegen radial polarisiert ist, liefert die Bestimmung des Polarisationsgrades mit Hilfe von Apparatur Nr. 3 die Abtrennung von K. In dem verwendeten Spektralgebiet (Isochromplatte mit GG11-Filter) liegt nur eine, aber die intensivste Linie 5303 A. Ihre Intensität wird in jedem Punkt aus Objektivprismenaufnahmen (Apparatur Nr. 9) abgeleitet (grüner Ring).

Aus der Komponente K folgt die Elektronendichte und die hydrostatische Temperatur, aus F die Verteilung der Staubpartikel. Aus Elektronendichte und Ergiebigkeit der Linie 5303 (Komponente E) ergibt sich die Ionisationstemperatur.

Die Durchführung dieses Programmes macht verschiedene Annahmen notwendig. Diese für alle Punkte der Korona zu überprüfen hätte unsere Möglichkeiten weit überstiegen, so daß wir uns auf einzelne Stichproben beschränken mußten. Die Spektren der äußeren Korona, aufgenommen mit dem lichtstarken Spektrographen Nr. 8, sollen ermöglichen, die Zerlegung in die Komponenten K und F auf Grund der Tiefen der Linien H und K ($Ca\ II$) vorzunehmen, was keine Annahme über eine eventuelle Polarisation von F voraussetzt, aber naturgemäß nur für die Punkte auf dem Spektrographenspalt möglich ist. Der 2-Prismen-Spektrograph sollte insbesondere die Konturen der blauen und violetten Koronalinien liefern sowie der H- und K-Linien, der 1-Prismen-Spektrograph die Intensitäten der roten (6374) und der grünen (5303) Koronalinie. Diese Daten gestatten die Bestimmung der kinetischen Temperatur der Ionen, der Elektronentemperatur sowie der Ionisationstemperatur.

Dieses zentrale Programm wurde ergänzt durch Aufnahmen mit Kamera Nr. 10 zur Bestimmung der Positionswinkel der Protuberanzen und der Koronastrahlen, durch solche mit Kamera Nr. 11 zur Photographie der Korona unter Elimination der Protuberanzenlinien und solche mit der lichtstarken Kamera Nr. 13 zur Erfassung der äußersten Koronastrahlen. Die Kinokamera Nr. 15 diente zu Farbenaufnahmen der Korona und Protuberanzen. Einzig die Kamera Nr. 14, mit welcher Aufnahmen der partiell verfinsterten Sonne gemacht wurden, stand außerhalb des Koronaprogrammes.

Über die Resultate unserer Aufnahmen kann im gegenwärtigen Moment, ein knappes halbes Jahr nach unserer Rückkehr, noch nichts mitgeteilt werden. Die Bearbeitung des sehr umfangreichen Materials, die eben erst angelaufen ist, wird wohl zwei Jahre in Anspruch nehmen.

Die hohe Qualität der programmgemäß ausgeführten Aufnahmen berechtigt uns, den Ergebnissen mit hoher Erwartung entgegenzusehen.

Es war zum erstenmal, daß die schweizerische Fahne über einem Finsterniscamp wehte. Wenn schon diese erste Expedition zu einem vollen Erfolg geworden ist, so sind dafür in allererster Linie die idealen Witterungsbedingungen ausschlaggebend gewesen. Der Erfolg ist aber um so beachtlicher, als keiner der Teilnehmer Finsterniserfahrung besaß und keines der Instrumente Gelegenheit gehabt hat, sich vorher zu bewähren, ja mit vielen von ihnen aus Zeitmangel vor der Finsternis überhaupt keine Aufnahmen gemacht worden sind! Die gesammelten reichen Erfahrungen bleiben allerdings neben den heimgebrachten Aufnahmen unsichtbar, ihr Wert kann aber im Hinblick auf ein späteres ähnliches Unternehmen nicht zu hoch eingeschätzt werden.

1. Sektion für Mathematik

Sitzung der Schweizerischen Mathematischen Gesellschaft

Sonntag, den 24. August 1952

Präsident: Prof. F. FIALA (Neuchâtel)
Sekretär: Prof. E. STIEFEL (Zürich)

1. ALBERT CHALLAND (Berne). – *Moyenne d'une série de grandeurs fortuites dont la loi de distribution est elle-même fortuite.*

Ce titre n'indique qu'un exemple des calculs auxquels peuvent donner lieu les événements fortuits y_1 et y_2 envisagés par le même auteur page 123, dernier alinéa, des Actes de la S.H.S.N., Davos 1950.

On peut prendre comme exemple théorique, moyennant la restriction $y \geqq 0$

$$p_1(y) = y_0\, e^{-yy_0} \text{ et } p_2(y_1, y) = y_1 e^{-yy_1}$$

Si le premier événement a la grandeur y_1, la valeur moyenne de y_2 pour cette valeur y_1 est donnée par $\int_0^\infty y_1 e^{-yy_1}\, dy \cdot y$

Effectuons cette intégrale:

$$\int_0^\infty y_1 e^{-yy_1}\, ydy = \frac{1}{y_1} \int_0^\infty e^{-z}\, z\, dz \text{ en posant } yy_1 = z.$$

$$\text{Mais } \int_0^\infty e^{-z}\, zdz = -e^{-z}\, z \Big|_0^\infty + \int_0^\infty e^{-z}\, dz = 1.$$

Donc y_2 vaut en moyenne $\dfrac{1}{y_1}$. Intégrons ce résultat pour l'ensemble des valeurs que peut prendre y_1. Il vient, en posant μ_2 pour la valeur moyenne de y_2

$$\mu_2 = \int_0^\infty \frac{y_0\, e^{-y_1 y_0}}{y_1}\, dy_1 = y_0 \int_0^\infty \frac{e^{-z}\, dz}{z} = \infty.$$

Cette antinomie d'une moyenne infinie pour une série de grandeurs toutes finies s'explique assez facilement en termes de logique. Historiquement, un cas identique est connu depuis longtemps sous le nom de *paradoxe de Saint-Pétersbourg.*

On peut se proposer d'éliminer y_1 de l'expression $p_1(y)$. Si c'était possible en général (ce qui n'est pas), cela rendrait superflue toute la théorie à laquelle cette communication est consacrée. Mais il se trouve qu'avec les fonctions choisies cette élimination est en effet possible:

Si y_1 prend la valeur y_1, la valeur correspondante de $p_2(y_1, y)$ est $y_1 e^{-yy_1}$ avec une probabilité $y_0 e^{-yy_0}$; la moyenne de $p_2(y_1, y)$ pour toutes les valeurs de y_1, c'est-à-dire la moyenne générale $p_2(y)$ de la probabilité du second événement est par conséquent

$$\int_0^\infty y_0\, e^{-y_1 y_0}\, y_1\, e^{-yy_1}\, dy_1 = \int_0^\infty y_0\, e^{-y_1 (y_0 + y)}\, y_1\, dy_1 =$$

$$= \frac{y_0}{(y_0 + y)^2} \int_0^\infty e^{-y_1 (y_0 + y)}\, y_1 (y_0 + y)\, d\left[y_1 (y_0 + y)\right] =$$

$$= \frac{y_0}{(y_0 + y)^2} \int_0^\infty e^{-z}\, z\, dz = \frac{y_0}{(y_0 + y)^2}$$

en posant $z = y_1 (y_0 + y)$.

La notion de probabilité d'une probabilité ressort de l'alinéa précédent. Elle a de l'avenir, et le vœu a été exprimé au symposium du 23. 8. 52 qu'elle soit étudiée de plus près. On peut légitimer cette étude par la considération suivante.

Si un événement de probabilité $p_1(y)$ prend la valeur y_1, on n'a pas seulement $y = y_1$, mais aussi $p_1(y) = p_1(y_1)$, ce qui a la même signification en vertu de l'équivalence de l'effet et de la cause, la probabilité étant une mesure de celle-ci. Si donc je puis chercher la valeur moyenne $E(y_1) = \int_0^\infty y\, p_1(y)\, dy$, je puis chercher avec la même légitimité la valeur moyenne

$$E\left[p_1 (y_1)\right] = \int_0^\infty p_1 (y_1)\, p_1 (y)\, dy = \int_0^\infty \left[p_1 (y)\right]^2 dy$$

qui a la même signification. Avec $p_1 (y) = y_0\, e^{-yy_0}$, on a

$$E (p_1) = \int_0^\infty {y_0}^2\, e^{-2yy_0}\, dy = \frac{y_0}{2} \int_0^\infty e^{-z}\, dz = \frac{y_0}{2} \text{ en posant } z = 2.yy_0.$$

D'un autre côté, la considération du nombre d'épreuves nécessaires pour que les distributions de y_1 et y_2 puissent être qualifiées de régulières, conduit à des discussions intéressantes.

Les mêmes calculs répétés avec

$$p_1 (y) = \frac{e^{-\frac{y}{y_0}}}{y_0} \text{ et } p_2 (y_1, y) = \frac{e^{-\frac{y}{y_1}}}{y_1}$$

conduisent, malgré une certaine analogie formelle du point de départ, à des résultats tout différents.

2. SOPHIE PICCARD (Neuchâtel). – *Sur les groupes de substitutions.*

Les groupes primitifs à base du second ordre autres que le symétrique et l'alterné que peut engendrer un système connexe et primitif de cycles d'ordre k:

k	Groupe de		Couple de cycles générateurs d'un groupe du type considéré	Nombre de bases [1]			
	degré	ordre		total	de 1re espèce genre 1	de 1re espèce genre 2	de 2e espèce
4	5	20	(1 2 3 4), (1 3 2 5)	120	100	—	20
4	6	120	(1 2 3 4), (1 2 5 6)	3 420	3 120	—	300
5	6	60	(1 2 3 4 5), (1 3 2 4 6)	1 140	840	120	180
6	6	120	(1 2 3 4 5 6), (1 3 5 2 6 4)	3 420	3 120	—	300
6	7	42	(1 2 3 4 5 6), (1 3 4 2 5 7)	504	462	—	42
6	8	336	(1 2 3 4 5 6), (1 4 3 7 8 2)	34 776	32 256	—	2 520
7	7	168	(1 2 3 4 5 6 7), (1 2 6 5 3 4 7)	9 576	8 736	—	840
7	8	56	(1 2 3 4 5 6 7), (1 2 5 4 6 3 8)	1 344	1 176	—	168
7	8	168	(1 2 3 4 5 6 7), (1 4 5 2 3 6 8)	9 576	7 392	1 344	840
7	8	1344	(1 2 3 4 5 6 7), (1 2 3 6 5 4 8)	459 648	>0	—	>0
7	9	504	(1 2 3 4 5 6 7), (1 2 8 9 4 5 3)	107 352	96 768	—	10 584
8	8	336	(1 2 3 4 5 6 7 8), (1 2 4 6 7 5 8 3)	34 776	32 256	—	2 520
8	9	72	(1 2 3 4 5 6 7 8), (2 8 4 5 7 6 3 9)	1 728	1 540	144	144
8	9	432	(1 2 3 4 5 6 7 8), (2 4 6 5 7 3 8 9)	31 104	30 240	—	864
8	10	720	(1 2 3 4 5 6 7 8 9), (1 3 2 5 4 6 9 10)	169 920	156 960	12 880	10 080
9	9	504	(1 2 3 4 5 6 7 8 9), (1 2 7 5 8 3 6 4 9)	107 352	96 768	—	10 080
9	9	1512	(1 2 3 4 5 6 7 8 9), (1 2 3 4 6 8 5 9 7)	896 616	>0	—	>0

[1] Une base S, T d'un groupe primitif G de degré n, sous-groupe du groupe symétrique $\mathfrak{S}_n$, est dite de première espèce s'il n'existe aucune substitution du groupe G qui transforme S en T et T en S. La base S, T est dite de seconde espèce s'il existe une substitution R de G, telle que $RSR^{-1} = T$, $RTR^{-1} = S$. Si la base S, T est de première espèce, elle est dite de genre 1 (de genre 2) s'il n'existe aucune substitution de l'ensemble $\mathfrak{S}_n$-G qui transforme S en T et T en S (s'il existe une substitution R de $\mathfrak{S}_n$-G, telle que $RSR^{-1} = T$ et $RTR^{-1} = S$). Lorsque la base S, T est de seconde espèce, respectivement de première espèce et du genre 2, la substitution correspondante R est unique et elle est du second ordre.

Soient $k \geqq 2$ et $n > k$ deux entiers. Soit S une substitution quelconque de degré n et soit T un cycle d'ordre k faisant, avec S, partie du groupe symétrique $\mathfrak{S}_n$.

Il existe, pour toute valeur de l'entier k, un entier minimum $N_k > k$, tel que si $n > N_k$, la condition nécessaire et suffisante pour que les deux substitutions S et T constituent une base du groupe symétrique $\mathfrak{S}_n$ (alterné $\mathfrak{A}_n$) si l'une au moins des substitutions S, T est impaire (si les deux substitutions S et T sont paires), c'est que S et T soient connexes et primitives.

On a des résultats suivants:

k	2	3	4	5	6	7	8	9
N_k	2	3	7	7	9	10	11	10

L'étude des bases du groupe symétrique et du groupe alterné dont l'une des substitutions est un cycle d'ordre $k \geqq 2$ peut être ramenée à l'étude des groupes que peut engendrer un système connexe et primitif de cycles du même ordre k. Si l'on se borne à considérer les valeurs de k, telles que $2 \leqq k \leqq 9$, tous les groupes non cycliques que peut engendrer un système connexe et primitif de cycles d'ordre k sont à base du second ordre. Pour les valeurs indiquées de k, il existe, en dehors du groupe symétrique ou du groupe alterné des éléments permutés par les cycles du système, 14 types de groupes énumérés ci-après et chacun de ces groupes peut être engendré par un couple de cycles connexes du même ordre k.

3. Hugo Hadwiger (Bern). – *Über additive und schwachstetige Polyederfunktionale.*

Es handelt sich um translationsinvariante, einfach-additive und schwachstetige Polyederfunktionale, d. h. um Funktionen $f(A)$, die über der Klasse der eigentlichen Polyeder A des k-dimensionalen euklidischen Raumes definiert sind und die nachfolgenden Eigenschaften aufweisen:

I. $f(A) = f(B)$, falls A und B translationsgleich sind;

II. $f(A+B) = f(A)+f(B)$, falls $A+B$ eine Zerlegung in A und B bezeichnet;

III. $f(A)$ ist schwachstetig, d. h. verhält sich bei Variation von A innerhalb einer Parallelschar stetig.

Das Studium derartiger Funktionale steht im engsten Zusammenhang mit der Frage der translativen Zerlegungsgleichheit zweier Polyeder. Ihre Gesamtheit – offensichtlich eine lineare Mannigfaltigkeit – sei hier mit M_k bezeichnet. Durch eine rekursive Darstellungsformel kann jedes Funktional $f(A)$ von M_k ausgedrückt werden durch das Volumen $V(A)$ von A und durch Funktionale $f(A')$ von M_{k-1}, die sich auf die $(k-1)$-dimensionalen Randflächen A' von A beziehen. Die Mannigfaltigkeit M_1 ist durch $f(A) = cV(A)$ gegeben. Aus der rekursiven Formel kann eine explizite Darstellung der Funktionale von M_k gewonnen werden. – Einige Folgerungen werden kurz erwähnt. Für ein Funktional von M_k gilt immer eine Zerlegung $f(A) = \Sigma_1^k f_i(A)$, wobei

$f_i(A)$ ein homogenes Funktional vom Grad i bedeutet, so daß für eine Dilatation, die A in das homothetische Polyeder λA überführt, die Beziehung $f_i(\lambda A) = \lambda^i f_i(A)$ gilt. Ist $f(A)$ nicht nur translationsinvariant, sondern sogar bewegungsinvariant, so kann gefolgert werden, daß $f_i(A) \equiv 0$ ist für alle i, für die k–i ungerade ausfällt. Diese Sachlage hängt mit gewissen neuen Einsichten zusammen, die innerhalb der Zerlegungstheorie der Polyeder (im klassischen Sinne, d. h. bei Zugrundelegung der Bewegungsgruppe) erzielt wurden. So folgt beispielsweise aus der Tatsache, daß in Räumen gerader Dimension die linearen (homogen vom Grad 1) bewegungsinvarianten Funktionale identisch verschwinden müssen, daß jedes Polyeder mit einem Zylinder zerlegungsgleich ist.

4. Beno Eckmann (Zürich). – *Über komplex-analytische Mannigfaltigkeiten.* – Kein Manuskript erhalten.

5. Georges de Rham (Lausanne). – *Sur les espaces de Riemann réductibles.*

Soit V un espace de Riemann connexe, de classe C^2. Les rotations de l'espace vectoriel euclidien T_x tangent en un point x de V qu'on obtient par transport parallèle le long des lacets différentiables par morceaux fermés en x forment un groupe appelé *groupe d'holonomie homogène* de V relatif au point x. On dit que V est *réductible*, si ce groupe est réductible, c'est-à-dire s'il laisse invariant au moins un sous-espace réel non trivial de T_x. Dans le cas contraire, V est dit *irréductible* (cf. A. Borel et A. Lichnerowicz, C. R. Acad. Sc., t. 234, 1952, p. 1835–37).

On sait, et l'on vérifie immédiatement, que le *produit riemannien* $V_1 \times V_2$ de deux espaces, c'est-à-dire la variété $V_1 \times V_2$ munie du ds^2 égal à la somme des ds^2 de V_1 et V_2, est toujours réductible. Il existe aussi des espaces réductibles qui ne sont pas des produits riemanniens. Mais on a le théorème suivant:

Tout espace de Riemann réductible qui est simplement connexe et complet est isométrique à un produit d'espaces irréductibles.

La démonstration complète sera publiée aux Commentarii Mathematici Helvetici.

6. Gustav Hunziker (Reinach, Aargau) – *Über Parallelentheorie.*

Die Geometrien der Ebene und der Kugel- und Hyperboloid-Sattelfläche gelten bekanntlich als gleichberechtigt und alle drei als gleicherweise axiomatisch widerspruchsfrei. Physisch aber kann natürlich nur *1* der 3 verwirklicht sein. So dürfte man erwarten, daß auch logisch nur *1* der 3 ganz einwandfrei bestehen könne und daß man den beiden andern irgendwie Unstimmigkeiten sollte nachweisen können. Und tatsächlich, wenn man dieser Sache nachgeht, sind Widersprüche nachweisbar, wie im folgenden gezeigt werden soll.

Vergleichen wir die drei Fälle zunächst etwas, so erkennt man, daß zwei der drei Flächen einander in der Hinsicht näher verwandt sind, daß

es bei ihnen Gerade (im weitern Sinne) gibt, die ins Unendliche gehen, wogegen auf der Kugelfläche nicht. Und wegen dieser Beteiligung von Unendlichem sind jene zwei Geometrien logisch unsauber, nicht widerspruchsfrei; denn logisch sauber ist nur, was genau umschrieben, klar abgegrenzt ist. – Aber wir wollen den Beweis der logischen Unsauberkeit nicht nur so allgemein, sondern an konkreten Beispielen erbringen.

Hiezu denken wir uns nun auf einer Euklidischen Geraden, als Zahlenstrahl, von einem Punkt A_0 aus, den natürlichen Zahlen (1, 2, 3 ... bis ∞) entsprechende Punkte A_1, A_2, A_3 ... bis $A\,\infty$ angemerkt und zu dieser Geraden durch 1 Punkt P (außerhalb von g) zu g die Parallele p. Nun läßt sich jedem solchen Punkte A_i umkehrbar eindeutig ein Strahl A_iP zuordnen und letzterem ebenso umkehrbar eindeutig ein Winkel A_iPA_{i-1}. Während aber die Streckensumme $A_0A_1 + A_1A_2 + A_2A_3 + \ldots$ gemäß üblicher Auffassung *ohne* Ende wachsen kann zufolge der Endlosigkeit der natürlichen Zahlenreihe, muß die Summe der diesen Einheitsstrecken entsprechenden Winkel $A_0AA_1 + A_1AA_2 + A_2AA_3 + \ldots$ zufolge des Euklidischen Parallelenpostulats bei 90° unzweifelhaft *enden* (auch als «konvergierende unendliche» Reihe mit dem *Grenz*wert 90°)! Das aber ist, wegen der durch die Strahlen A_iP vermittelten eindeutigen Zuordnung der Punkte A_i zu den Winkeln A_iPA_{i-1} ein Widerspruch; denn es können nur entweder *beide* ohne Ende wachsen oder *beide* nicht.

So kann man z. B. auch jedem Posten der zum *Grenzwert* 1 konvergierenden Reihe $^1/_2 + {}^1/_4 + {}^1/_8 + {}^1/_{16} + \ldots$ eindeutig eine Summe $^1/_2 + {}^1/_4$, $^1/_2 + {}^1/_4 + {}^1/_8$, $^1/_2 + {}^1/_4 + {}^1/_8 + {}^1/_{16}$ usw. zuordnen. Wenn es nun für die Zufügung solcher Posten kein Ende gäbe, so auch für deren Summen nicht; der *End*wert (*Grenz*wert) dieser ist aber 1. Also müßte von 2 einander umkehrbar eindeutig zugeordneten Gebilden das eine eindeutig begrenzt sein und das andere nicht. Das ist *nicht* widerspruchsfrei. – Diese offensichtliche Ungereimtheit (siehe Cantorsche Mengentheorie!) blieb wohl nur deswegen für die Analysis ungefährlich, weil man von «unendlichen konvergenten» Reihen (welche beiden Eigenschaften sich ja gegenseitig ausschließen!) nur *redet*, hingegen mit ihrem *End*wert *rechnet*.

Aus dem vorher Gesagten folgt: Es sind keine Euklidischen Parallelen widerspruchsfrei denkbar (Euklid hat deren Existenz ja nicht bewiesen, nur vorausgesetzt!) – und deshalb auch keine Euklidischen Geraden! – Und was nicht widerspruchsfrei – und das bedeutet: logisch nicht möglich – ist, ist auch nicht physisch realisierbar bzw. realisiert. So können z. B. die Parallelperspektive und die Euklidische Geometrie nur Annäherungen an die Wirklichkeit sein, die eben theoretisch besonders einfach und für gewöhnliche Bedürfnisse genügend genau sind.

Es haben noch gesprochen: H. Blumer, Zürich; Werner Gautschi, Basel; H. Guggenheimer, Basel; Joseph Hersch, Zürich; M. Jeger, Olten; H. Meier, Rorbas; K. Voß, Zürich.

2. Sektion für Physik

Sitzung der Schweizerischen Physikalischen Gesellschaft

Sonntag, den 24. August 1952

Präsident: Prof. A. MERCIER (Bern)
Sekretär: Dr. P. DINICHERT (Neuchâtel)

1. N. SCHAETTI und W. BAUMGARTNER (Zürich). – *Untersuchungen über Dunkelstrom in Photozellen mit Sekundärelektronenvervielfachern*.*

2. N. SCHAETTI und W. BAUMGARTNER (Zürich). – *Sekundärelektronenvervielfacher mit infrarotempfindlicher Photokathode*.*

* Kein Manuskript erhalten.

3. A.-L. PERRIER (Lausanne). – *Sur la liaison entre les effets magnétogalvaniques transversaux et la résistivité.*

Des recherches expérimentales récentes ayant vérifié des prévisions théoriques publiées successivement dès 1927, l'auteur développe et précise le contenu physique des lignes théoriques qui le guident et des formules qu'il en a tirées. Ces considérations se limitent ici exclusivement à l'effet Hall (effet rotationnel, magnétogalvanisme transversal) isothermique; leurs conclusions sont résumées ici.

D'une manière générale, on établit que les effets transversaux et les effets longitudinaux sont étroitement liés, indépendamment de tout mécanisme microphysique. Toutefois, le pouvoir rotationnel de la grande majorité des milieux métalliques est suffisamment faible pour que son effet sur la mesure de la magnétorésistance soit négligeable. Seul l'effet inverse – qui peut être considérable – est pris en considération: l'action des variations de résistivité sur l'effet transversal.

On rappelle la définition de trois paramètres pouvant symboliser l'effet Hall: le coefficient traditionnel R, le pouvoir rotationnel spécifique φ/B et la conduction magnétogalvanique transversale $\mathfrak{S}_y$; des formules de liaison sont établies entre ces paramètres.

Après examen de quelques cas particuliers, on formule les règles suivantes:

Lorsque le pouvoir rotationnel (φ) varie fortement et la résistivité faiblement, le coefficient de Hall (R) et la conductivité transversale varient dans le même sens, voire suivant une loi de proportionnalité.

Lorsque, au contraire, la résistivité manifeste une variabilité accentuée, son action peut l'emporter sur celle de la rotation, et l'un des trois paramètres qui l'expriment peut varier en sens inverse des deux autres; de plus, les trois lois sont quantitativement d'allures nettement différentes.

A la lumière de ces règles, on explique très simplement la variation thermique d'apparence complexe de l'effet Hall spontané des ferromagnétiques, puis on donne une interprétation de l'impossibilité d'observer des magnétogalvanismes dans les superconducteurs. Les formules montrent qu'il pourrait s'y manifester des effets transversaux, mais seulement par rotation des lignes de courant.

Les très nombreuses mesures effectuées dans le passé sur l'effet Hall ne permettent pas des conclusions pertinentes sur ses variations en raison du fait que l'on n'a pas déterminé la résistivité des échantillons, simultanément et dans des conditions identiques. Voir note plus détaillée in Helv. Phys. Acta 1952.

4. W. Buser, W. Feitknecht und U. Imobersteg (Bern). – *Austausch von radioaktiven Isotopen zwischen Lösungen und kristallisierten Stoffen.*

Bei Austauschversuchen zwischen schwerlöslichen Festkörperverbindungen und Lösungen ist ein Vergleich verschiedener Versuche untereinander nur möglich, wenn die Festkörperverbindungen nicht nur ihrer chemischen Zusammensetzung nach, sondern auch in bezug auf den Gitterbau und ihre Stabilität bekannt sind. Zur grundsätzlichen Abklärung, wie weit eine Ionenwanderung in Kristallen bei Zimmertemperatur möglich ist, wurden Austauschversuche mit schwerlöslichen Kobaltverbindungen in Kobaltsalzlösungen ausgeführt. Dabei wurde entweder der Festkörper oder die Lösung mit dem radioaktiven ^{60}Co markiert Die Verteilung des radioaktiven Kobalts zwischen Lösung und Festkörper wurde in verschiedenen Zeitintervallen gemessen.

Um eine klare Unterscheidung zwischen Umkristallisationsvorgängen, die über die Lösung verlaufen, und der Ionenwanderung im Kristallgitter treffen zu können, wurden Verbindungen von genau bekanntem Gitterbau und von bekannter Stabilität ausgewählt.

Als Beispiele für Stoffe mit völlig geordnetem Kristallgitter dienten das rote Kobalthydroxyd[1] und das rote basische Kobaltchlorid[2], die beide ein Einfachschichtengitter besitzen. Beide zeigen nur einen sehr geringen Austausch, der auf die Oberfläche beschränkt ist. Eine Ionenwanderung im Kristallinnern ist bei Zimmertemperatur außerordentlich langsam und fällt nicht in Betracht. Bei Verwendung instabiler, d. h. ungenügend gealterter Produkte kann der Austausch beträchtliche

[1] W. Lotmar und W. Feitknecht, Z. Kristallogr. (Abt. A) *93*, 368 (1936).
[2] W. Feitknecht, Helv. *19*, 467 (1936).

Werte annehmen, was auf Umkristallisationsvorgänge zurückzuführen ist.

Als typische Vertreter für Verbindungen mit nur teilweise geordnetem Gitter wurden das grüne basische Kobaltnitrat[1] und das grüne basische Kobaltchlorid[2] untersucht. Beide besitzen ein Doppelschichtengitter, in welchem zwischen gut geordneten Hydroxydschichten ungeordnete Schichten von basischem Salz eingelagert sind. Die Austauschreaktion mit der ungeordneten Schicht geht rasch vor sich, sie ist nach einer Stunde praktisch abgeschlossen. Das gut geordnete Hauptgitter zeigt einen sehr langsamen Austausch.

Einen ähnlichen Befund zeigen Stoffe, die Gitterlücken aufweisen, wie das bei den schwerlöslichen Schwermetallhexacyaniden[3] der Fall ist. Soweit die Gitterlücken mit Kationen besetzt sind, erfolgt ein rascher und vollständiger Austausch dieser Kationen mit den Kationen in der Lösung, während das Hauptgitter nur eine langsame Austauschreaktion zeigt. Beim $Co[CoFe(CN)_6]$ beansprucht der Austausch mit dem Zwischengitter 60 Minuten, der Austausch mit dem Hauptgitter dagegen ist auch nach 10 Tagen noch nicht abgeschlossen.

Diese Austauschversuche zeigen, daß zwischen Austauschreaktion und Gitterbau quantitative Beziehungen bestehen, wenn einheitliche Verbindungen von bekanntem Gitterbau und bekannter Stabilität zu den Versuchen herangezogen werden.

Diese Arbeit wird durch finanzielle Zuwendungen der Schweiz. Studienkommission für Atomenergie ermöglicht.

5. P. Scherrer, O. Huber, R. Joly und N. F. Verster (Zürich, Amsterdam, Paris). – *Ein 30-Sekunden-Isomer des* Au^{195}*.

6. E. Baumgartner und P. Huber (Basel). – *Nachweis der Erzeugung von polarisierten Neutronen in der (d.d.)-Reaktion*.*

7. C. P. Grigelot (Princeton). – *Elastische Streuung von 18.3-MeV-Protonen an verschiedenen Elementen*.*

8. K. Bleuler (Zürich). – *Bemerkungen zum Schalenmodell der Atomkerne*.*

* Kein Manuskript eingegangen.

Es haben noch gesprochen: J. Ackeret, Zürich; M. Beck, Zürich; R. Detra, Zürich; P. de Haller, Winterthur; Z. Plaskowski, Zürich; H. Sprenger, Zürich.

---

[1] W. Feitknecht, Helv. *20*, 177 (1937).

[2] W. Feitknecht und G. Fischer, Helv. *18*, 555 (1935).

[3] R. Rigamonti, Gazz. chim. Ital. *67*, 146 (1937); *68*, 809 (1938).

3. Sektion für Geophysik, Meteorologie und Astronomie

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Geophysik, Meteorologie und Astronomie

Sonntag und Montag, den 24. und 25. August 1952

Präsident: Prof. J. LUGEON (Zürich)
Sekretär: J. C. THAMS (Lugano)

1. MAX BIDER (Basel). – *Der Tagesgang des Dampfdrucks in Basel.*

Über den Tagesgang des Dampfdrucks sind nur wenig Untersuchungen angestellt worden, obwohl an sich für viele Stationen in Form von Registrierungen der Temperatur und der relativen Feuchtigkeit das Ausgangsmaterial vorliegt, ganz abgesehen von direkten Registrierungen des Dampfdrucks. Die Kenntnis des Tagesgangs des Dampfdruckes ist für eine Reihe verschiedener Erscheinungen von Bedeutung, z. B. für die Frostvorhersage, soweit sie auf der Kenntnis des Dampfdruckes beruht, für bioklimatische Fragen (z. B. Schwülempfinden) und für agrarmeteorologische Fragen (z. B. Sättigungsdefizit). Von allgemeiner Bedeutung ist, daß im wechselndem Dampfdruck ein Maß für den vorwiegend vertikalen Massentransport (des vom Boden verdunstenden oder am Boden sich kondensierenden Wassers) in der Luft gegeben ist. Damit gibt der Tagesgang des Dampfdruckes Aufschluß über die Größe der Konvektion und aller damit zusammenhängenden Fragen, wie wechselnden Gehalt an Aerosolen und damit die Lufttrübung[1] sowie luftelektrischer Erscheinungen[2].

Das bearbeitete Material umfaßt die Registrierungen der Jahre 1947 und 1948. Die Ergebnisse sind in den beiden Abbildungen dargestellt. Die in Abb. 1 gezeichneten Tagesgänge zeigen den mittleren Verlauf in den einzelnen Jahreszeiten. Man erkennt, daß der sog. «ozeanische Typus» mit einfacher Tagesperiode stark überwiegt, wenn sich auch besonders im Sommer ein schwaches zweites Minimum am späten Nachmittag andeutet. Damit unterscheidet sich der Tagesgang des Dampf-

---

[1] *W. Schüepp*, Beobachtungen und Überlegungen zum tagesperiodischen Luftmassenaustausch, Archiv Met. Geophys. u. Bioklimat. Serie A, Bd. V, S. 36, 1952.

[2] *Israel*, Potentialgefälle und Dampfdruck, Bericht des Deutschen Wetterdienstes der US-Zone Nr. 38 (Weickmann-Heft) S. 409, 1952.

druckes in Basel z. B. ganz wesentlich von demjenigen in Potsdam[1] mit doppelter Tagesperiode und dem Hauptminimum am Nachmittag. Abb. 2 zeigt den Tagesgang an sonnigen und trüben Tagen in den einzelnen Jahreszeiten. An trüben Tagen herrscht in allen Jahreszeiten ein-

[1] *F. Möller*, Über den täglichen Gang des Dampfdruckes, Met. ZS, Bd. 54, S. 124, 1937.

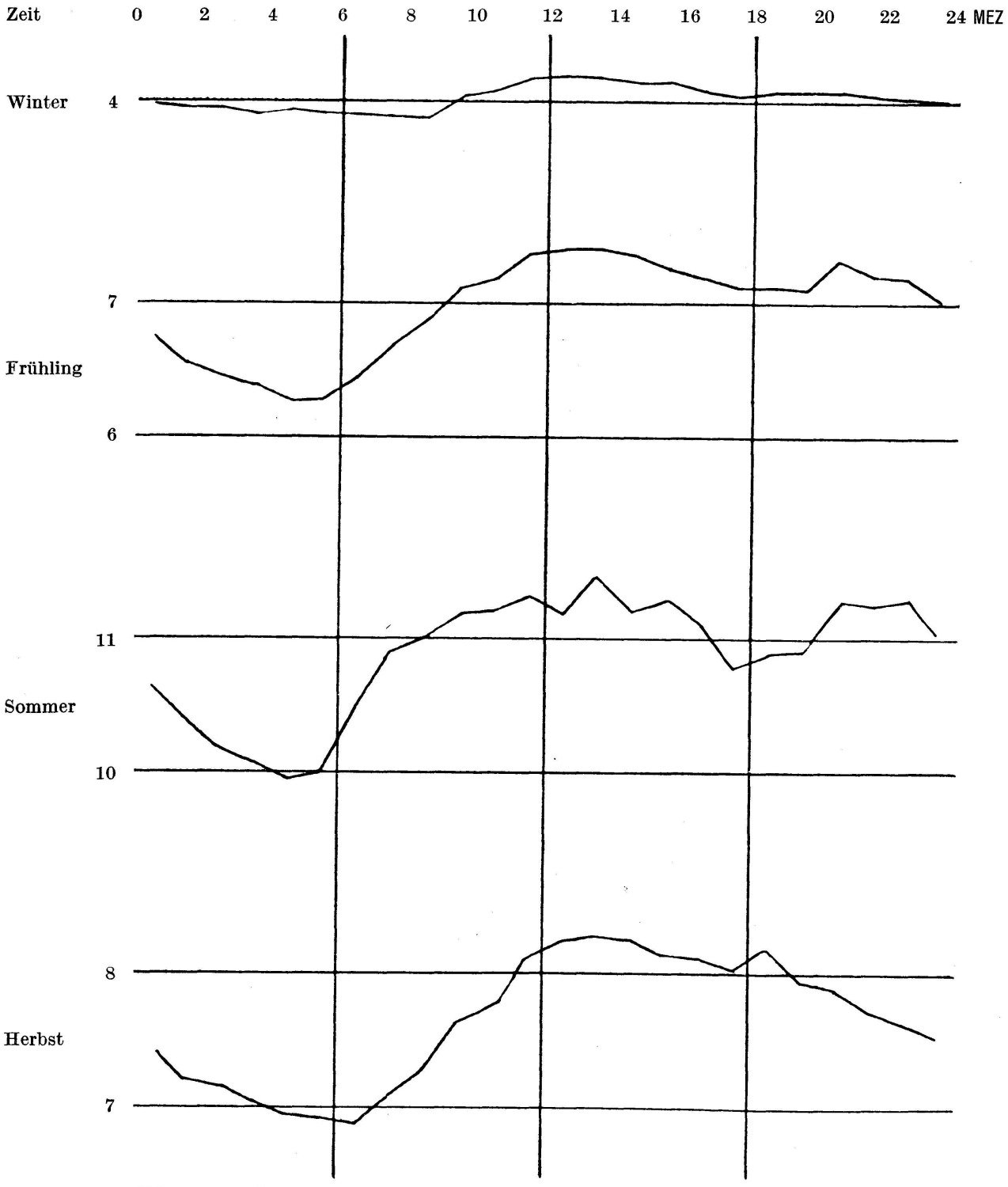


Abb. 1 Stündlicher Dampfdruck (Mittelwerte 1947—1948) Basel in mm Hg.

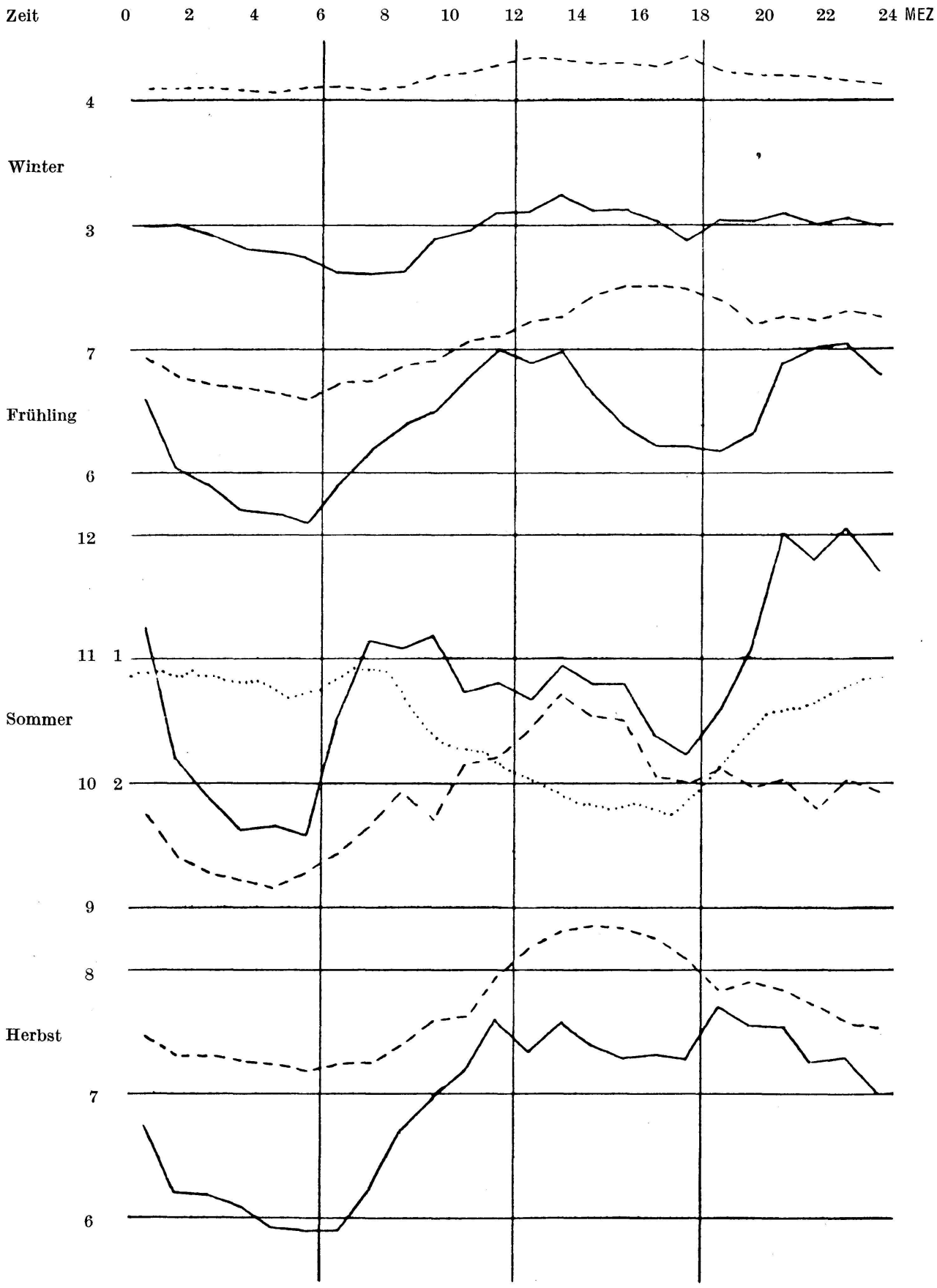


Abb. 2 Stündlicher Dampfdruck in mm Hg. Basel 1947—1948
an sonnigen Tagen ——————
an trüben Tagen — — — — —
Mittlere Windgeschwindigkeit (m/s) an sonnigen Tagen .....

deutig der «ozeanische Typus» vor, während an sonnigen Tagen, speziell im Frühjahr und Sommer, der «Konvektionstypus» mit doppelter Tagesperiode ausgeprägt ist, wobei aber stets das Vormittagsminimum das Hauptminimum bleibt. Aus diesem Verhalten darf man schließen, daß in Basel selbst an sonnigen Tagen die Konvektion nicht sehr stark entwickelt ist. Wie eng der Dampfdruck tagsüber mit der Windgeschwindigkeit zusammenhängt (Turbulenz), zeigt die schwachpunktierte Kurve in Abb. 2, wobei die Windgeschwindigkeit (m/s) invers aufgetragen ist, auch der Tagesgang der Windrichtungen ist von Einfluß[1].

Erwähnenswert ist noch, daß im Sommer der Dampfdruck an sonnigen Tagen durchweg merklich größer ist als an trüben Tagen, was natürlich auf die höheren Temperaturen an sonnigen Tagen zurückzuführen ist. Das Sättigungsdefizit (nicht abgebildet) schwankt an sonnigen Tagen im Juli zwischen einem Minimum von 1,6 mmHg um 05 Uhr und einem Maximum von 23,0 mmHg um 15 Uhr 30, an trüben Tagen im Juli zwischen 1,0 und 3,2 mmHg.

2. Charlotte Urfer (Genf). – *Temperaturamplituden in Genf.*

Von der meteorologischen Station Genf (Observatorium) liegen Neurechnungen der wichtigsten Mittelwerte vor. Hier sollen lediglich einige Resultate der Temperaturmessungen herausgegriffen werden.

Der Mittelwert der Lufttemperatur für die Jahre 1901–1950 beträgt 10,0° C, derjenige der letzten 25 Jahre allein 10,3° C. Das tiefste Monatsmittel von 1,0° C des Januars steht einem solchen von 19,5° C des Julis gegenüber. Die absoluten Extremata der 50jährigen Periode lauten: —18,3° C (Februar 1929) und +38,3° C (Juli 1921).

Aus dem Vergleich mit charakteristischen Stationen anderer Klimagebiete geht hervor, daß die mittleren monatlichen Minima (—8° bis +9° C) und Maxima (11° bis 32° C) von Genf wenig tiefer als die von Lugano liegen. Die Höchsttemperaturen von Basel übersteigen im Sommer die von Genf merklich, während die Tiefsttemperaturen im Winter wesentlich kälter sind.

Die monatlichen Amplituden der Tieflandstationen stehen mit ihrem Frühjahr-Sommer-Maximum zu denen von Davos und vom Säntis entgegen. Größenordnungsmäßig verhalten sich die Werte von Genf im Winter ähnlich denen des Säntis (19–20° C), im Sommer gleich denen von Davos (22–23° C).

Der Jahresgang der mittleren täglichen Amplitude ist ähnlich dem der Monatsamplituden, nur ist sein Maximum vom Frühling auf den Sommer und sein Minimum vom November auf den Dezember verschoben und dem Verlauf der täglichen Einstrahlung angepaßt. Die Kurve hat kein sekundäres Minimum oder Maximum, da der Witterungscharakter im Jahresablauf ein einheitlicher ist.

---

[1] *M. Bider*, Die Windverhältnisse von Basel, Verhandl. d. Schweiz. Naturf. Ges., S. 267, 1936.

Eine feinere Unterteilung der Tagesamplituden nach Witterungstypen läßt eine Abhängigkeit der Temperaturdifferenzen von der mittleren Windgeschwindigkeit erkennen. So zeigt sich, daß bei Bise im Januar, an heitern und bedeckten Tagen, die Amplitude von durchschnittlich 5,5° C bei Windstille auf 3° C abnimmt, wenn das Tagesmittel der Windgeschwindigkeit 7 km/h übersteigt. Gleich klein sind die Temperaturamplituden an Nebeltagen. An windstillen heitern Tagen betragen sie im Mittel 8° C.

An heitern Tagen im Juli, bei Bise sowohl als bei «vent», nehmen die größten möglichen Temperaturdifferenzen von 18° C mit wachsender Windgeschwindigkeit rasch ab und nähern sich für Windgeschwindigkeiten größer als 12 km/h den Minimalwerten von 6–7° C. An bedeckten Tagen betragen die Temperaturamplituden im Mittel $6^1/_2$° C, während sie an Kalmen mit heiterem Himmel bis auf $13^1/_2$° C anwachsen.

3. Gian A. Gensler (MZA Kloten). — *Die Albula- und Berninakette als Wetterscheiden bei Nordstau.*

Nordstaulagen wirken sich im Engadin in ihrer Wetterwirksamkeit ganz verschiedenartig aus: helles, südliches Nordföhnwetter oder oft Niederschlag bringendes Stauwetter. Lediglich zwei Punkte charakterisieren eine Engadiner Varietät des Nordstautypes: das Auftreten böiger Fallwinde und das Obenbleiben der Wolkenbasis auf mindestens 1000 m/sol; oft nur sprühregenartige Schauer erreichen den Talboden.

Es wurden vom Januar 1950 bis Juni 1952 alle Tage ausgesucht, die im Oberengadin auf nordföhnartige Erscheinungen schließen ließen; da nur frontenloser Luftmassenstau an der Nordseite mit hellem Wetter im Süden betrachtet wurde, blieben von rund 160 Tagen 74 (62 mit Niederschlag im N) übrig, von welchen 19 im Oberengadin hell, 20 bewölkt($^1/_4$–$^3/_4$ bedeckt) und 35 (wovon 2 auch im Tessin) trüb waren. Der Anteil der Albulakette an der alpinen Wetterscheide stellt sich damit auf 40%, der Berninakette auf 60%; bezüglich einer wirksamen Wolkenscheide auf 25 bzw. 75%. Als Ursache der verschiebbaren Wetterscheide sind zuerst die Höhenwinde über den Alpen verantwortlich: Winde in 5500 m ü. M. aus 300–335° über 25 Knoten und aus 335–360° über 45 ktn schalten die Albulakette als Scheide aus, nicht zuletzt, weil in Richtung 330–340° vom Engadin aus der kleinste Alpenquerschnitt (75 km) mit der geringsten Schutzwirkung liegt und zudem von dort die größte Stauanfälligkeit (Alpensenkrechte) entsteht. Anderseits ist der Sektor 280–290° eine bevorzugte Hellzone: Berner und Urner Alpen bis zu 140 km entfernt, dazu eine noch kleinere absolute Stauanfälligkeit dieser Windrichtung. Im Sommer sind für gleiche Windvektoren trübe Tage 4–5mal seltener als im Winter (häufigere schwache und westlichere Winde, schnellere Stauauflockerung durch Konvektion). In einer Wechselzone (340–010° unter 40 ktn) vermögen Strömungsdivergenzen (Hochdruckscherungen) bereits bei 340° völlige Aufhellungen zu bringen. Staufrei sind alle Richtungen östlicher als 010°.

Staubewölkungsobergrenzen zwischen 3000 und 3500 m ü. M. geben die häufigsten hellen Tage im Engadin; sobald diese 4500 m überschreitet, sind nur noch bewölkte, oberhalb 5500 m nur noch trübe Tage zu erwarten. 18mal vermochten stärkere advektive Erwärmungszentren aus W bis NW in der Schicht 1000/500 mb durchgreifende Aufhellungen zu bewirken. Die Hälfte aller Großwetterlagen sind Hochdrucklagen (HB, HW u. a.), ferner NWz- und Wzr-lagen.

Eine prognostische Beurteilung obiger Erscheinungen wird sich vornehmlich auf die Höhenwinde und die Verlagerung der oft recht dauerhaften Scherzonen in diesem Niveau stützen.

4. William Brunner-Hagger (MZA Kloten). – *Bedeutung der Lang- und Mittelfristprognosen im Verhältnis zu Kurzfristprognosen.*

Selbst in den exakten Naturwissenschaften gibt es Fragestellungen, die sich nicht exakt beantworten lassen. Solche sind: Probleme der Kosmogenie, Änderungen von Eigenbewegungen; genaue Lageveränderungen von Teilchen bei Brownscher Bewegung. Andererseits gibt es auch in der Meteorologie Zeiten und Orte, wo spezielle Voraussagen exakt möglich sind, wie z. B. «Morgennebel im Oktober wird sich in Kloten sicher nach 11 Uhr aufgelöst haben». – Am Beispiel der Sonnenfleckenstatistik wird gezeigt, daß sich sehr genaue Langfristprognosen i. Bez. a. mittlere Weiterentwicklung der Sonnentätigkeit im 11jährigen Zyklus machen lassen, obschon auf kürzere Zeit die Einzelerscheinungen sich schwer voraussagen lassen. Es ist durchaus möglich, auch im irdischen Wetterablauf Gesetzmäßigkeiten zu finden, deren Verlauf auf lange Frist voraus bestimmbar sein kann. Neu aufgefundene Beziehungen zwischen Sonnentätigkeit und Großwettergeschehen geben neue Möglichkeiten für bessere Lang- und Mittelfristprognosen. Auch andere kosmische und terrestrische Einflüsse, wie Meteoritenstaubeinbrüche; kosmische Strahlung; Vulkanstaub; Abbotsche Wetterrhythmen u. a., müssen in Betracht gezogen werden. Durch die in Washington entwickelte mittlere Zirkulationsmethode lassen sich 5-Tage-Vorhersagekarten herstellen, die auch für die tägliche Prognose von Bedeutung sind. Zur prinzipiellen Abklärung der Prognosensicherheit muß untersucht werden, wie weit das Wetter gesteuert wird und in welchem Grade mit einer «Entscheidungsfreiheit» zu rechnen ist, die in der Koppelungsstruktur des Wettersystems selbst liegt.

5. Walter Mörikofer und Erich Nagel (Davos). – *Über die Beziehung zwischen Sonnenscheindauer und Bewölkung.*

Die Summe der relativen Sonnenscheindauer (ausgedrückt in % der möglichen) und der Bewölkung in % sollte theoretisch 100% ergeben. Sie ist aber je nach Jahreszeit verschieden und liegt meistens darüber ($S+B=100+\triangle$), im Winter dagegen bei den meisten Stationen darunter.

Da die Zahl der meteorologischen Stationen unseres Landes mit langjährigen Bewölkungsbeobachtungen sehr viel größer ist als die mit

Sonnenscheinregistrierungen, so erscheint es für die praktische Beurteilung der Sonnenscheinverhältnisse wichtig, eine Methode zu entwickeln, die gestattet, aus den Bewölkungsbeobachtungen mit Hilfe einer nur kurze Zeit beanspruchenden Bestimmung der möglichen Sonnenscheindauer mittels eines Tagbogenmessers Schlüsse auf die Sonnenscheinverhältnisse zu ziehen. Zu diesem Zwecke muß der mittlere Jahresverlauf der Abweichung $\triangle$ auf Grund der Stationen, für die sowohl Sonnenscheinregistrierungen wie Bewölkungsbeobachtungen vorliegen, für die einzelnen Klimagebiete des Landes berechnet werden. Außerdem gestattet eine regionale Kenntnis des $\triangle$ die Zuverlässigkeit der Bewölkungs- und der Sonnenscheinreihen der einzelnen Stationen kritisch zu prüfen; in der Tat können sowohl bei Bewölkung wie bei Sonnenscheindauer solche systematischen Fehler eindeutig nachgewiesen werden.

Um den Jahresverlauf der Abweichung $\triangle$ zu bestimmen, wurden Stationsgruppen für die einzelnen Klimagebiete (z. B. Mittelland, Alpenhochtäler, Hanglagen im Rhonetal, Alpensüdfuß) gebildet und aus den Stationen, für die sowohl Bewölkungs- wie Sonnenscheindauerwerte vorliegen, ein mittlerer Jahresverlauf von $S+B = 100+\triangle$ bestimmt.

Um die Fehler dieser Methode zu prüfen, wurden für einige dieser Stationen drei Werte der tatsächlichen Sonnenscheindauer untereinander verglichen: die Mittelwerte der langjährigen Registrierungen, dann die berechneten Werte, die einerseits auf Bestimmungen der möglichen Sonnenscheindauer mittels des zuverlässiger erscheinenden Tagbogenmessers, anderseits auf Auswertung der Sonnenscheinregistrierungen an wolkenlosen Tagen beruhen. Die Ergebnisse dieser Kontrolle sind sehr befriedigend. Die Unterschiede zwischen den Resultaten der Berechnung nach der hier vorgeschlagenen Methode und den tatsächlichen registrierten Werten bewegen sich in einem engen Rahmen. In der Jahressumme betragen sie 1–4%, in den Monatssummen sind sie allgemein im Sommer mit 8–10 Stunden am höchsten, während sie im Winter unter 5 Stunden liegen. Die Methode ist somit vor allem für die Untersuchung der Sonnenscheinverhältnisse in Fragen der Praxis geeignet, während sie für eine rein wissenschaftliche Fragestellung kaum genügen dürfte.

6. Raymond Schneider (MZA Kloten). – *La prévision du brouillard de rayonnement et la baisse nocturne de température.*

L'étude de la baisse de température à l'aéroport de Zurich-Kloten, par nuits claires et sans vent, nous a montré qu'il existait trois points de discontinuité bien marqués, où la courbe de baisse change nettement de pente. Avec l'aide du radiosondage de 15 h, il est possible de prévoir ces trois températures T_1, T_2 et T_b (température à laquelle le brouillard se formera).

Pour trouver T_1, il suffit de connaître la température au sommet de la couche d'air influencée par le rayonnement diurne, puis de suivre, jusqu'au sol, l'adiabatique humide passant par ce point.

T_2 est la température du thermomètre mouillé de la masse d'air présente, à l'altitude de la station.

T_b est la température à l'altitude du niveau de condensation à 15 h déterminé en prenant l'humidité moyenne dans les trois cents premiers mètres au-dessus du sol.

Connaissant ces températures, il est alors possible de prévoir la température qui sera mesurée à un instant quelconque de la nuit à l'aide des quatre lois suivantes:

I. A partir du début de la baisse de la température, fonction de la hauteur du soleil, jusqu'à la première discontinuité T_1 (en hiver T_2), il s'écoule 1 h 15 à 1 h 30. Cette période relativement brève marque la fin du rayonnement solaire. Elle est indépendante de la chute de température.

II. La seconde partie de la baisse, de T_1 à T_2, peut être considérée comme linéaire et égale à $1{,}5^0$/h. C'est la période de rayonnement pur; aucune inversion notable n'est encore présente.

III. Du point T_2 à la température T_b de formation du brouillard, la baisse est aussi linéaire et égale à $0{,}8^0$/h. Ici, l'inversion de température est bien marquée et l'humidité est déjà concentrée dans les basses couches.

IV. Une fois la température de formation de brouillard atteinte, la baisse de température est irrégulière; elle est cependant au maximum de 0,4°/h en moyenne. Elle est d'autant plus faible que le brouillard est plus épais.

Les résultats obtenus à Kloten sont très satisfaisants, puisque dans le 90% des cas, le minimum de température prévu diffère de 1° au plus de la valeur observée. Pour la formation du brouillard la précision est du même ordre de grandeur; il faut cependant remarquer que les noyaux de condensation jouent ici un grand rôle et que si, à la température T_b nous avons toujours observé du brouillard, il s'écoule souvent encore un temps assez long jusqu'à ce que celui-ci soit compact. – Appliquée à Genève et Munich, cette méthode semble donner aussi de bons résultats.

Bibliographie

G. Saunders: Night cooling under clear skies. Quart. Journ. Apr. 49.
G. Saunders: Method of forecasting the temperature of fog formation. Met. Mag. Aug. 50.

7. Max Bouet (Montana). – *Vagues de brouillard.*

On sait que la mer de brouillard est constamment animée de différents mouvements que l'on peut classer comme suit: *a)* élévations et baisses très lentes, apériodiques et à grande échelle, liées aux variations du gradient horizontal de pression; *b)* hausse pendant le jour en relation

avec la variation diurne de la température; *c)* ondulations périodiques ou vagues; *d)* seiches (?). Ces mouvements sont d'ailleurs encore mal connus. Il s'agit ici du type *c*.

J'ai eu à maintes reprises l'occasion d'observer la houle aérienne (ondes internes) se formant à la surface du brouillard par situation anticyclonique et inversion de température, et dans treize cas j'ai pu en mesurer tant bien que mal la période. Placé légèrement au-dessus de la limite supérieure du brouillard ou à son niveau même, j'ai noté les époques de flux et de reflux du brouillard contre le versant où je me trouvais; formant alors le quotient de la durée totale d'observation par le nombre de périodes consécutives repérées, j'obtenais la période moyenne. Dans l'ensemble ces vagues sont très nettes et leur réalité est indiscutable; leur observation quantitative est toutefois difficile du fait de la lenteur du mouvement et des fortes variations d'amplitude.

Mes observations se rapportent aux trois emplacements que voici. 1° Versant de Lavaux (530 m) au-dessus du lac Léman, de pente moyenne de 25%; observations de 1945. 2° Versant de Montana (1500 m) en Valais, de pente moyenne de 27% (1947/50). 3° Versant occidental du Jorat, au Mont-sur-Lausanne (715 m), de pente moyenne de 4% (1951/52). Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant où figurent la date, l'altitude moyenne de la surface du brouillard, le nombre des vagues observées et la période moyenne de celles-ci, c'est-à-dire l'intervalle moyen compris entre deux flux (ou deux reflux) du brouillard.

Date	Niveau du brouillard	Nombre de vagues	Période moyenne
2. 2.45	450 m	12	7,2 min.
17. 2.45	500 m	18	7,9 min.
18. 2.45	600 m	6	7,8 min.
14. 3.45	450 m	9	7,9 min.
19. 2.47	1400 m	15	17 min.
30. 3.47	1500 m	3	49 min.
29.10.47	1400 m	8	32 min.
31.10.48	1450 m	7	38 min.
25.10.50	1450 m	5	16 min.
20.12.51	700 m	7	55 min.
22.12.51	700 m	4	75 min.
24.12.51	700 m	6	40 min.
8. 1.52	750 m	6	35 min.

Dans la première série (1945) les périodes, comprises entre sept et huit minutes, présentent une remarquable constance; les vagues étaient très régulières et il y avait en outre une marée (seiche ?) superposée dont la période était de l'ordre de deux heures. Les autres séries accusent des périodes plus longues et assez variables. Les quatre derniers cas sont contemporains de radiosondages à Payerne qui révèlent des inversions de température allant de cinq à onze degrés; un thermographe en fonction au Mont-sur-Lausanne n'a pas manifesté de variations de température s'accordant au rythme des vagues de brouillard. La célérité de ces dernières, pas plus que leur longueur, n'ont pu être déterminées.

8. Flavio Ambrosetti (Locarno-Monti). – *Erfahrungen mit der Kammermannschen Regel für die Frostvorhersage auf der Magadinoebene.*

Zur Verbesserung der Frostprognose wurden 1949 auf der Magadinoebene 8–9 einfache Beobachtungsstationen eingerichtet, die jeweils im Frühling und Herbst im Betrieb waren. Sie waren mit einem guten Quecksilberthermometer ausgerüstet, das in einem nach Norden, oben und unten offenen, kleinen, weiß gestrichenen Holzkasten aufgestellt war. Das mit einem Strumpf aus Musselin versehene Quecksilbergefäß befand sich etwa 60 cm über dem Boden. Befeuchtet wurde der Strumpf mit destilliertem Wasser, 5–10 Minuten vor der Ablesung, die um 16 bzw. 7 Uhr vorgenommen wurde.

Nach der Kammermannschen Regel erhält man das Temperaturminimum der Nacht, wenn man von der am feuchten Thermometer zu einem bestimmten Zeitpunkt abgelesenen Temperatur einen konstanten Wert abzieht (Kammermannsche Konstante).

In unserer Untersuchung wurden aus dem Material von 1949/50 nur die heiteren oder leicht bewölkten, windarmen Nächte berücksichtigt. Die Kammermannsche Konstante wurde aus der Differenz zwischen der Temperatur um 16 Uhr und jener des nachfolgenden Morgens berechnet. Die Mittelwerte der Konstanten bewegten sich zwischen 7,3° und 9,3°, wobei sich die mittlere Abweichung des Einzelwertes auf 2,3° bis 3,0° beläuft. Die Einzelwerte der Temperaturdifferenzen zwischen 16 und 7 Uhr streuen also erheblich. Namentlich zwei Posten ergaben ganz unbefriedigende Resultate.

Berechnet man die Konstante nur für die Fälle, in denen die morgendliche Temperatur noch nicht durch die Sonne beeinflußt wurde, dann ergaben sich Werte von 8,3°–9,7°. Unter Zugrundelegung dieser Konstanten ergaben die Prognosen Trefferzahlen (Morgentemperatur $\leqq 0°$) von $^2/_3$ bis $^4/_5$ der Fälle.

Die Gründe für diese große Dispersion lassen sich wahrscheinlich dadurch erklären, daß auf der Magadinoebene stark lokale Luftströmungen von den vielen Seitentälern und dem See her auftreten, was sehr klar aus fünfjährigen Registrierungen der Lufttemperatur auf der Ebene hervorgeht.

Obwohl die Resultate unserer Untersuchung unbefriedigend sind, bietet die Kammermannsche Regel doch eine Hilfe bei der Abfassung von Frostprognosen.

9. Jean Lugeon (Zürich). – *Die neue Gewitterkarte der Schweiz.*

Die meteorologische Weltorganisation (OMM) wurde von verschiedenen Seiten dazu eingeladen, daß alle meteorologischen Zentralen der Welt eine genaue und womöglich langjährige Gewitterstatistik graphisch darstellen, so daß unter der Leitung von Dr. Brooks (London) und Dir. J. Lugeon (Schweiz) vom Sekretariat der OMM neue Weltgewitterkarten publiziert werden können. Um diese von der UIT und der CCIR und weiteren Organisationen dringend gewünschte Karte bald für die Tele-

kommunikationsfragen zu erhalten, habe ich mich entschlossen, aus der Periode 1901–1950 eine neue Gewitterkarte der Schweiz in der MZA vorbereiten zu lassen.

Unser Techniker Bohner hat das umfangreiche Material aus allen vorhandenen Quellen (Annalen MZA, Beobachtungstabellen, Meldungen, Berichte usw.) herausgezogen. Es haben sich, wie schon zu Beginn der Arbeit feststand, unzählige Schwierigkeiten ergeben, da während der gewählten Periode nur wenige unserer 400 Stationen homogen beobachtet haben. Wir haben deshalb versucht, mit einem «Dekadensystem» eine neue Isobronten-Darstellung zu geben, so daß dieses allgemeine Bild doch seinen Zweck erfüllen kann. Es haben sich deutlich jährliche Gewittermaxima gezeigt, die sich längs der Jurakette von Genf bis Schaffhausen mit meistens 18 Gewittern im Jahr hinzogen. Ein ähnliches Bild ergaben der Kanton Zürich, die Innerschweiz und der südliche Tessin (über 25 Gewitter). Ein ausgedehntes Minimum mit unter 6 Gewittern im Jahr erstreckt sich von den Dents-du-Midi längs des ganzen Rhonetales, über den Gotthards und den ganzen Kanton Graubünden.

Vorgesehen ist die weitere Bearbeitung des massenhaften Zahlenmaterials für verschiedene Gewitterfrequenzkarten (monatliche, usw.).

10. Jean Lugeon (Zurich). – *L'orage grêlifuge du Sechseläuten, photographié au radar.*

Le 20 avril 1952, entre 15 et 16 h, au moment du cortège des enfants du Sechseläuten, un petit orage grêlifuge à faible vitesse de déplacement, contrariant la fête cantonale zurichoise, put être photographié au radar, minute par minute. La série des images confirme entièrement ce qui fut obtenu ailleurs, particulièrement aux USA.

Notre radar est accordé sur 3,2 centimètres (modèle AN/APQ–13). La chute de grêle, qui a duré environ sept minutes, a oblitéré entièrement les nuages, formant sur l'écran une tache quasi circulaire, répondant à des échos d'un à deux kilomètres. A la fin de la grêle, des tentacules ont apparu, se propageant assez rapidement, principalement dans les directions NE et SW et correspondant à la trajectoire des nuages orageux, visibles à l'œil et au radar jusqu'à environ trente kilomètres. Ces sortes de protubérances ressemblent aux éruptions chromosphériques, vues au coronographe. Elles étaient parfois frangées ou perlées sur leur extrémité la plus lointaine, reproduisant sincèrement l'image des nuages vus à l'œil. Il semble bien établi que les échos au radar de la MZA ne reviennent que de nuages dits orageux, c'est-à-dire d'hydrométéores du type cumuliformis, en pleine évolution (cumulo-nimbus, congestus, etc.) avec la présence de neige ou de glace surfondue. Il semble aussi que l'écho ne se fait que dans des régions près ou au-dessous de l'isotherme zéro. Toutefois, par température positive, de grosses pluies orageuses s'approchant du sol donnent parfois aussi des réflexions, attendu qu'elles se détachent de «nuages orageux». Les pluies de nimbus et autres nuages du type stratifié ne produisent aucune réflexion. Ce ne sont donc que les nuages

à composante verticale de l'air fortement instable, à déplacement lent (30 à 40 km/h), qui sont repérables au radar de Zurich. La portée ne dépasse guère une cinquantaine de kilomètres. On ne saurait conséquemment faire emploi, en ville, de notre installation pour la prévision du temps, sinon à l'échéance de quelques dizaines de minutes. Par contre, le radar est un excellent instrument pour la diagnose locale des conjonctures atmosphériques et la définition de certaines masses d'air à faible vitesse de circulation.

11. JEAN LUGEON et JEAN RIEKER (Zurich). – *Le recoupement radiogoniographique des tempêtes orageuses dans un rayon de 600 km autour de la base Payerne–Zurich.*

Conformément à son statut, le Poste aérologique de la MZA à Payerne, a été doté d'un radiogoniographe à secteur étroit, identique à celui de Zurich, ce qui nous permet maintenant de faire plusieurs fois par jour des recoupements de foyers orageux, solidaires des fronts ou isolés, dans un cercle s'étendant sur presque tout le bassin méditerranéen, les Balkans et une grande partie de l'Europe. La base de 131 km s'est avérée suffisante pour des recoupements précis dans un rayon de 600 km, sur la presque totalité du tour d'horizon. Les dépouillements sont immédiatement communiqués, lorsqu'ils s'avèrent utiles, aux postes météos de la MZA à Cointrin et Kloten, dont le personnel fait emploi pour des avis aux navigateurs des lignes aériennes européennes. Plusieurs fois des pilotes renseignés, par la nouvelle méthode radiométéorologique, de la présence de centres orageux sur leur parcours, invisibles sur les cartes météorologiques synoptiques, nous ont confirmé nos repérages à leur retour en Suisse. Des migrations d'orages ou de lignes de grain sur territoire suisse et bien au-delà des Alpes, ont pu être suivies, minute par minute, avec une étonnante précision. M. Robert Bureau du LNR (Paris) en a fait de même, en utilisant les postes français complétés par Zurich (voir Acte final AR VI, de OMM, Zurich 1952). Il faut toutefois noter que le dépouillement n'est parfois pas aisé, vu la richesse des diagrammes. Entre autres, le système verbal de synchronisation téléphonique Payerne–Zurich demanderait à être remplacé par des facsimilés. Malheureusement, ces engins sont loin d'être satisfaisants, quant au pointage délicat de nos diagrammes et de la lenteur de transmission.

Nous avons pu faire également de nombreux contrôles de foyers à de très grandes distances, atteignant le Mexique, l'Amérique du Nord, le Sénégal, etc.; cela, par les dépêches ATMOS et SFERIC des réseaux de surveillance de France, de Grande-Bretagne et des Etats-Unis. Les méthodes de repérages radiométéorologiques par les parasites atmosphériques s'avèrent de plus en plus utiles pour la diagnose du temps synoptique à longue distance, et, par là, à la prévision du temps et à la protection de la navigation aérienne. L'Association européenne de l'OMM vient de prendre des dispositions pour le développement du réseau radiogoniographique, à sa session de Zurich, au printemps 1952. Nous

souhaitons l'installation en territoire helvétique d'un troisième radiogoniographe, au Tessin. Ainsi, un contrôle géographique quasi absolu de l'activité orageuse et grêlifuge de notre pays pourrait être entrepris rationnellement. Cela n'est qu'une affaire de personnel.

12. JEAN LUGEON (Zurich) et PAUL ACKERMANN (Payerne). – *L'Acte final de la première comparaison mondiale des radiosondes à Payerne, 1950.*

L'OMI, puis l'OMM, a fait faire, à l'instigation du premier d'entre nous, en 1950, une comparaison en vol, jusque vers 20 à 25 km d'altitude, des six types principaux de radiosondes utilisées actuellement dans le réseau aérologique mondial. Le but était de dépister les erreurs instrumentales et autres, et si possible d'harmoniser les mailles des réseaux nationaux. Cette expérience coûteuse, mais impérieusement nécessaire, a donné lieu à la publication de trois gros volumes de quelque 700 pages distribués à tous les services météorologiques du monde. La Commission d'aérologie expérimentale, qui a procédé aux essais sur le terrain, s'est réunie à Zurich, en novembre 1951, pour composer l'Acte final, qui est la synthèse des rapports nationaux comportant le dépouillement individuel des résultats. Des difficultés ont surgi pour la présentation concise du résultat définitif, vu le nombre de paramètres à représenter (PTUH), le nombre d'appareils considérés, et le nombre de facteurs auxiliaires: rayonnement, constance de temps, inertie des éléments, etc. ... Néanmoins, les délégations scientifiques des dix nations participantes se sont entendues pour répandre par le monde le tableau suivant, complété, bien entendu, de commentaires et de tabelles indispensables à la compréhension du problème ardu que nous avons essayé de résoudre:

«Dans le 95% des cas, la différence entre les résultats donnés par deux sondes quelconques attachées à un même ballon n'excède pas:

15 mb
2° C
20% U jusqu'à 700 mb
1% de l'altitude jusqu'à un niveau barique donné.»

Vu les multiples avantages du poste de Payerne, une seconde comparaison, à une échelle plus étendue, a été projetée pour mai 1955.

13. THEODOR ZINGG (Weißfluhjoch-Davos). – *Photogrammetrische Schneehöhenmessung.*

Es wird versucht, die Niederschlagsmessung im Hochgebirge mit Hilfe der Photogrammetrie vorzunehmen, da manche Niederschlagsammler fragliche Niederschlagswerte liefern.

In Zusammenarbeit mit Prof. Zeller vom photogrammetrischen Institut der ETH wurden im Gebiet von Weißfluhjoch terrestrische Aufnahmen gemacht. Zirka 10 ha wurden im Gebiet des Totalpsees und um 8 ha an der Weißfluhflanke aufgenommen. Die Aufnahme mit der

Schneedecke erfolgte im Juni. Die Erstellung der Karten im Maßstab 1:2000 und mit Höhenkurven von 2 zu 2 m erfolgte durch das photogrammetrische Institut. Die Höhenfehler liegen innerhalb $\pm$ 10 cm.

Die Ermittlung der Schneehöhenverteilung aus den beiden Aufnahmen mit und ohne Schnee erfolgte durch den Verfasser. Die Auswertung kann auf verschiedene Weise geschehen. Am einfachsten durch Bildung einer Differenzenkarte. Die mittlere Schneehöhe wird durch Planimetrierung der Schneehöhenkarte gewonnen. Die verschiedenen angewendeten Methoden ergaben nur Differenzen in der Größenordnung von 5 cm bei einer absoluten Höhe von 235 cm.

Die vorläufigen Ergebnisse zeigen im Totalpgebiet Schneehöhenmittel von 235 cm und am kupierten Weißfluhhang 238 cm. Der letztere liegt 200 m höher als Totalpregion. Das Raumgewicht betrug am Stichtag im Mittel 475 kg/m³ bzw. rund 1115 mm Wasser. Dazu kommen noch rund 250 mm Schmelzwasser seit Beginn der Abbauperiode. Die Gesamtmenge der Niederschläge beträgt darnach seit dem Einschneien rund 1365 mm gegenüber 1450 mm im Totalisator am Rande des Aufnahmegebietes. Der Totalisator war im Winter einige Zeit eingefroren, so daß noch ein unbestimmter Betrag beigefügt werden muß. Es scheint deshalb, daß dieser Niederschlagssammler bei Schneetreiben eher zuviel aufnimmt, als den wirklichen Verhältnissen entspricht. Es gibt aber auch solche, die zweifellos zu wenig erhalten, wie derjenige neben dem Versuchsfeld Weißfluhjoch. Eine Abschätzung der Fehler ist schwer und von Jahr zu Jahr verschieden, je nach Charakter des Winters.

14. J. O. Fleckenstein (Basel). – *Photometrische Eichung astronomischer Objektivgitter in den Standardbereichen der Schottschen Filter RG1, GG5, BG1.*

Die mehrfach konstatierte Abhängigkeit der photometrischen Gitterkonstanten von der Wellenlänge[1] wurde auch bei der Gittereichung an Aufnahmen der Polsequenz in den Standardbereichen der Schottschen Filter RG1, GG5, BG1 am Vierlinser der vatikanischen Sternwarte festgestellt. Die Gitterkonstante wurde mit dem Askaniaphotometer (mit Thermozelle oder mit 1P21-Multiplier) aus der Hertzsprungschen Formel

$$m_o - m = 5 \log \frac{a+d}{a}\,; \quad m_n - m_o = 5 \left[\log \frac{n a \pi}{a+d} - \log \sin \frac{a n \pi}{a+d} \right]$$

bestimmt (m_n Seitenbild n. Ordnung, m_o Zentralbild mit Gitter, $m=o$ Zentralbild ohne Gitter, a = Abstand, d = Dicke der Gitterstäbe). Hierbei wurden für die m_λ die Werte gewählt, welche W. Becker[2] für die Standardbereiche der Schottschen Filter RG1, GG5, BG1 abgeleitet hat.

Wie die Tabelle 1 zeigt, weichen die Gitterkonstanten im roten und violetten Gebiet nach entgegengesetzten Seiten um etwa 0,1 m von der filterlosen Konstanten im photographischen Gebiet ($\lambda \sim 425$ mμ) ab.

Tabelle 1

Bestimmung der Gitterkonstante

Castelgandolfo

Sept.-Okt. 1951

Gebiet		Platte 1	Platte 2	Platte 3	Platte 4	Mittel
		m *m*	*m* *m*	*m* *m*	*m* *m*	*m*
Phot	$m^\circ - m$	1,302±0,022	1,509±0,057	1,444±0,054	1,517±0,050	1,445
$\lambda=425$	$m^1 - m^\circ$	0,935±0,046	1,034±0,084	1,160±0,042	1,086±0,053	1,054*
						1,042**
RG 1	$m^1 - m^\circ$	1,133±0,045*				
$\lambda=636$	$m^1 - m^\circ$	1,145±0,029**				
GG 5	$m^1 - m^\circ$	0,842±0,009*				
$\lambda=432$	$m^1 - m^\circ$	1,015±0,022**				
BG 1	$m^1 - m^\circ$	0,806±0,031	0,975±0,025	0,997±0,012	1,054±0,037	0,957*
$\lambda=400$						0,970**

Zeichenerklärung:
* vermessen mit Photozelle (Fleckenstein)
** vermessen mit Thermozelle (Stein S. J.)
m^0 Zentralbild mit Gitter
m^1 Zentralbild 1. Ordnung
m Zentralbild ohne Gitter

Tabelle 2

$m^1 - m^0$	Becker	Harvard
	m	*m*
RG 1	1,139	1,038
GG 5	0,928	1,015
Phot	1,048	1,046
BG 1	0,964	—

Die letztere liefert gemäß den Angaben der Firma Zeiß für $d = 0{,}76$ mm $\pm$ 0,01 mm aus der photometrischen Konstante $\frac{a}{d+a} = 0{,}490$ den Wert $a = 0{,}80$mm, so daß die geometrische Gitterkonstante $k = a + d$ sich zu 1,56 mm ergibt.

Den Gang mit der Wellenlänge kann man aber sofort beseitigen, wenn man statt der Beckerschen Werte m_{RG1} die Rothelligkeiten von Payne-Gaposchkin[3] und für die m_{GG5} die m_{pg} des benachbarten photographischen Bereichs der internationalen Polsequenz wählt. Denn die Standards von Becker beziehen sich ausdrücklich auf Spiegel, während die Harvardwerte von Payne-Gaposchkin und der Polsequenz fast ausschließlich auf Messungen beruhen, welche an Linsenastrographen vorgenommen wurden. (Tabelle 2.)

Wenn auch die von Becker ausgewählten Filter-Plattenkombinationen Standardbereiche genügend scharf abschneiden, um mittelst der Schwerpunktabszissen derselben effektive Wellenlängen hinreichend genau bei Spiegeln zu definieren, so ist dieses Abschneiden doch nicht scharf genug, um bei Linsensystemen den Einfluß der afokalen Strahlung ganz zu eliminieren, welche noch genügend Energien der benachbarten Wellenlängen durchläßt, um die Spiegelstandards erheblich zu verfälschen, wie aus den Messungen der Tab. 1 hervorgeht. Der vatikanische Vierlinser besitzt eine Farbkurve[4], bei welcher das Extremum gerade im photographischen Gebiet liegt, so daß hier die afokale Strahlung am wenigsten einwirkt. In der Tat liefert die photographische (filterlose) Gitterkonstante mit Beckerschen und Harvardstandards fast die gleichen Werte.

Der Farbeffekt muß demnach als ein jedem Instrument eigentümlicher Reduktionsfaktor[5] bestimmt werden, sofern man nicht das bisherige stellarstatische Material, das mit Linsenastrographen gewonnen worden ist, im Zuge der Beckerschen Reform der Integralphotometrie, die auf eine völlige Elimination der Refraktoren und alleinige Benutzung von (aluminisierten) Spiegeln hinzielt, opfern will.

Literatur

[1] *J. Wempe*, Beiträge zur photographischen Spektralphotometrie (Veröfftlgn. Sternwarte Göttingen, Nr. 28), Ztschr. Astrophysik, 5 (1932), S. 154–204.

[2] *W. Becker*, Zur Reform der astronomischen Integralphotometrie und ihre Anwendung auf den offenen Sternhaufen NGC 7654 (M 52), (Veröfftlgn. Sternwarte Göttingen, Nr. 79–82) (1946).

[3] *C. Payne-Gaposchkin* and *S. Gaposchkin*, On the establishment of red standards by photographic methods, Harvard Annals 89, Nr. 5 (1935).

[4] *J. Stein* und *J. Junkes*, Photographisch-photometrische Beobachtungen, Ricerche Astronomiche Spec. Astron. Vatic., Vol. 1, Nr. 10 (1945).

[5] *H. Haffner*, Die Bestimmung von integralen UV-Helligkeiten mit Refraktoren (Veröfftlgn. Sternwarte Göttingen, Nr. 93), Ztschr. Astrophysik, 26 (1949), S. 79–99.

15. Wilhelm Kaiser (Solothurn). – *Rotation der Sonne und Planeten-Umläufe.*

Im Weltsystem des Ptolemaios werden die beobachtbaren Umläufe von Sonne, Mond und Planeten im Verhältnis zum allumschließenden Sternenhimmel mit seinen wie fest gefügten Sternfiguren wie auch in Beziehung zu unserer Erde als dem Mittelpunkt des Kosmos betrachtet. –

Für Kopernikus steht unsere Sonne in der Mitte der Welt und ist die ruhende Mitte aller Planetenbahnen. – Tycho de Brahe, um die extreme Ansicht des Kopernikus zu mildern, betrachtet den beobachtbaren Jahresumlauf der Sonne am Sternenhimmel als einen tatsächlichen, erklärt sie aber dennoch als Mitte der Planetenbahnen. – Die folgenden Betrachtungen haben nicht bloß Berechtigung für das rein Kopernikanische, sondern auch Tychonische System mit der bewegten Sonne als Zentrum der Planetenbahnen.

Wenn die Sonne tatsächlich das Zentrum für die Planetenbahnen ist, so muß sich ein Verhältnis der Umläufe der Planeten zur Eigenrotation der Sonnenkugel um ihre Achse zeigen; diese erfolgt gleichsinnig wie die Planetenumläufe. Kepler hat eine Beziehung zwischen dem mit der Sonnenrotation verbundenen «Kraftwirbel» und den Umläufen der Planeten geahnt. – Schon einer der ersten Beobachter der Sonnenflecken, Christoph Scheiner (1573–1650), bestimmte deren Umlauf im Gesichtsfelde zu etwa $27\frac{1}{2}$ Tagen, was einer Rotationszeit der Sonnenkugel im Verhältnis zum Sternenhimmel von $25\frac{1}{2}$ Tagen entspricht; in der Zahl 27 oder $27\frac{1}{2}$ ist mitenthalten das auf der Erde gesehene Fortschreiten der Sonne in der Jahresbahn.

Die neueren Beobachtungen lehren Genaueres: Die siderische Umlaufszeit der Flecken in der Nähe des Äquators der Sonne beträgt rund 25 Tage, mit wachsendem Abstand vom Äquator aber etwas mehr, z. B. in 35 Grad Breite zwei Tage mehr. Flecken und andere veränderliche Oberflächenteile der Sonne gehören aber nicht zu deren «Kern», für welchen eine bestimmte Rotationszeit angenommen werden muß, auch in Beziehung zu den Umläufen der Planeten.

Der Referent fand eine erste Beziehung zu Mars und Erde: So wie der Mond unserer Erde seine Bahn während $27^2/_5$ siderischen Tagen beschreibt, welche $27^2/_5$ Eigenrotationen der Erdkugel bedeuten, so auch läuft Mars seine Bahn um die Sonne während $27^2/_5$ Eigenrotationen der Sonnenkugel um ihre Achse, zu $25^1/_{14}$ Erdentagen angenommen:

Die wahrscheinliche Dauer der Sonnenrotation ist $25^1/_9$ Tage, also 160 Rotationen in elf Jahren. ($14^6/_{11}$ Rot. pro Jahr.)

$27^2/_5$ Sonnenrotationen $= 27^2/_5 \cdot 25^1/_{14}$ t $= 687$ Erdentage.
$27^4/_{11}$ Sonnenrotationen $= 27^4/_{11} \cdot 25^1/_9$ t $= 687$ t $=$ Marsumlauf.

Eine mechanischgenaue Rhythmik darf im Kosmos nicht erwartet werden. – Die Marsbahn bezeichnet die Grenze des engeren Sonnensystems, für welches folgende Gleichungen gelten:

2 Umläufe des Merkur = 176 Tage = 7 Sonnenrotationen.
1 Umlauf der Venus = 225 Tage = rund 9 Sonnenrotationen.
2 Umläufe der Erde = 730 Tage = rund 29 Sonnenrotationen.
1 Umlauf des Mars = 687 Tage = rund 27 Sonnenrotationen.

Die Gleichungen: 160 Sonnenrotationen = 11 Jahre und 1 Jahr = = $^{160}/_{11}$ S-Rotationen entsprechen einer möglichen Teilung der Jahresbahn in 16 Bogenteile, die durchlaufen werden während je $^{10}/_{11}$ einer Sonnenrotationszeit. (360 : 16 = $22^{1}/_{2}^{\circ}$ = mittl. Elong. Merkur.)

So wie die Umläufe der vier inneren Planeten ein rhythmisches Verhältnis zur Achsenrotation der Sonne haben, so die Perioden der äußeren, sonnenfernen Planeten eine Beziehung zum *Umlauf der Sonne in der Jahresbahn,* wenn wir alle diese Weltvorgänge zunächst als Beobachter auf der *Erde* betrachten:

Elf Oppositionsperioden des *Jupiter* und seine Wiederkehr zu demselben Ort am Sternenhimmel umfassen 4389 Tage, d. h. rund *zwölf* Sonnenjahre (4383 t). (Eine Jupiterperiode = 399 Tage.)

29 Oppositionsperioden des *Saturn* und seine Wiederkehr zu demselben Ort am Sternenhimmel umfassen etwa 10960 Tage, d. h. rund *30* Sonnenjahre. (Eine Saturnperiode = 378 Tage.)

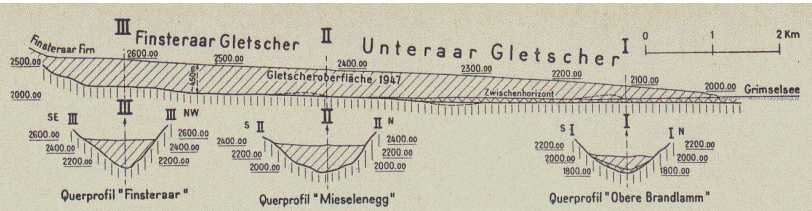
Der Umlauf des *Uranus* geschieht in 7 · 12 J = 84 Sonnenjahren, und der Umlauf des *Neptun* in rund 5 · 33 J = 165 Sonnenjahren, wobei die Periode von 33 Sonnenjahren gerade 34 Mondjahren entspricht. (Ein Mondjahr = 12 synod. Mondumläufe.)

NB. Eingehender behandelt der Verfasser dieses Thema in seinem Hauptwerke: «Die geometrischen Vorstellungen in der Astronomie.» Zwei Bände + Band Kosmologie + drei Atlanten (Fr. 84.—). Das Werk kann bezogen werden vom Verfasser: Dr. Wilhelm Kaiser, Solothurn, und *Basel,* Weiße Gasse 7.

16. Jakob Eugster (Muri/Bern). – *Beobachtungen geophysikalischer Art in großen Erdtiefen.*

Zum Zwecke der Erforschung der biologischen Wirkung der kosmischen Strahlung wurde eine Kontrollstation unter der Erde angelegt, die durch etwa 2100 m Urgestein (5880 m Wasser – Äquivalent) abgeschirmt ist. Durch physikalische Messungen wurde festgestellt, daß hier, wie zu erwarten war, keine geladenen Teilchen der kosm. Stahlung mehr vorkommen. Ebenso mußte man erwarten, daß auch Neutronen in nicht mehr merklichem Maße in diese Tiefen eindringen. Auf die Erdoberfläche gelangen fast ausschließlich langsame Neutronen. Als gültiger Wert gilt 0,8 Neutronen pro cm^2 und s. In etwa 20 m Wassertiefe erreicht der Neutronenfluß den Wert 0. Die Kontrollversuche in großen Erdtiefen ergaben überraschenderweise, daß hier wiederum eine beträchtliche Neutronenstrahlung auftritt. Der Befund einer durchdringenden Neutronenstrahlung in solchen Tiefen macht die Beobachtungsstation, die ja gerade

Seismische Sondierungen: Karte 1 : 50 000 und Profile



W = Wildläger
G = Finsteraar
M = Mieselenegg

PD = Pavillon Dollfuß
OB = Obere Brandlamm
UB = Untere Brandlamm

vor der kosmischen Strahlung geschützt werden sollte, wieder illusorisch. Als Quelle dieser Strahlung muß eine andere Ursache vermutet werden. Richtungsbestimmungen des Neutroneneinfalls ergaben, daß ein Großteil von unten her einstrahlt. Es könnte daher an eine «Erdkernstrahlung» gedacht werden. Näherliegend ist die Vermutung, daß hier die Neutronenproduktion infolge spontaner Spaltungen der radioaktiven Elemente im Spiele steht. Nach neuesten Untersuchungen von E. Sergè (Phys. Rev. 86, 1952, S. 21) werden etwa $1{,}5 \times 10^{-2}$ Neutronen pro g und s von gewöhnlichem Uran resp. Thorium emittiert.

17. Alfred Kreis (Chur), Reto Florin (Chur) und August Süsstrunk (Zürich). – *Die Ergebnisse der seismischen Sondierungen des Unteraargletschers 1936–1950.*

Der Unteraargletscher ist das schweizerische Experimentierfeld für das seismische Gletschersondierverfahren geworden, indem die Gletscherkommission der S.N.G. (mit Unterstützung der Kraftwerke Oberhasli AG) in den Sommern 1936/37/38/39/47/48 und 50 auf diesem Gletscher je zwei- bis dreiwöchige Meßkampagnen organisierte. Die organisatorische Arbeit lag im wesentlichen in den Händen von Herrn Dr. W. Jost, Bern, während für die Lösung der eigentlichen geophysikalischen Aufgaben die Autoren dieses Referates verantwortlich waren.

Die Untersuchungen von 1936 und 1937 dienten vorwiegend der Abklärung experimenteller und meßtechnischer Probleme; 1938 begann dann die systematische Sondierarbeit, welche zunächst das Ziel verfolgte, den Verlauf des Gletscherbettes in einem Längsprofil vom Zungenende bis zum Zusammenfluß des Finsteraargletschers mit dem Lauteraargletscher zu ermitteln. Bis 1948 wurde mit der von A. Kreis für die Messungen der Gletscherkommission entwickelten Apparatur an dieser Aufgabe gearbeitet. 1950 wurde die von der Firma Dr. H. Knecht & A. Süßtrunk in Zürich angeschaffte seismische Apparatur mit sechs elektrischen Seismometern eingesetzt; in etwas mehr als zweiwöchiger Arbeit konnten damit ungefähr gleich viele Messungen ausgeführt werden wie bei allen früheren Kampagnen zusammen, was eine ziemlich vollständige Sondierung des Finsteraargletschers sowie des untersten Teils des Strahleggletschers und die Ausführung verschiedener Ergänzungen auf dem Unteraargletscher ermöglichte.

Die Zusammenstellung aller gewonnenen Daten liefert den in der Karte dargestellten Niveaulinienplan des Gletscherbettes. Die Figur zeigt einen Längs- und drei Querschnitte durch den Gletscher. Die größten Eismächtigkeiten (rund 450 m) wurden im Lauteraar- und Finsteraargletscher je 1 bis 2 km oberhalb des Mieseleneggprofils festgestellt. Überraschend war die Erscheinung eines Zwischenhorizontes im untern Gletscherteil (etwa vom Profil Pavillon Dollfuß weg abwärts); es treten dort in den Seismogrammen zwei aufeinanderfolgende reflektierte Longitudinalwellen auf, welche von zwei übereinanderliegenden Reflexionshorizonten herrühren. Auf Grund der Reflexions- und Bre-

chungsgesetze der elastischen Wellen und anderer, eher qualitativer Kriterien schließen wir, daß diese «Zwischenschicht» jedenfalls nicht aus Moränenmaterial, sondern wahrscheinlich aus Eis besteht; der Zwischenhorizont selbst könnte durch eine Einlagerung von Moränenmaterial gebildet sein. Sondierungen vor der Gletscherzunge (1937 und 1948) zur Ermittlung der Alluvionstiefe waren erfolglos; in 20 bis 40 m Tiefe wurde eine Ausbreitungsgeschwindigkeit der seismischen Wellen von rund 3000 m/sek festgestellt, was die Anwesenheit von Toteis vermuten läßt, welches mit der erwähnten «Zwischenschicht» korrespondieren könnte. Für die vorliegende Interpretation wurde angenommen, die Zwischenschicht bestehe aus Eis.

18. H. Röthlisberger und K. Vögtli (Zürich). – *Geophysikalische Untersuchungen auf dem Stadlerberg* (Kt. Zürich).

Im Rahmen des geophysikalischen Praktikums für Anfänger wurden vom 24. März bis 1. Mai 1952 durch das Institut für Geophysik seismische und geoelektrische Messungen am Stadlerberg durchgeführt, die gewisse Daten lieferten, welche auch für andere Deckenschotterplateaus Geltung haben dürften. Die Resultate beziehen sich dabei vor allem auf die physikalischen Eigenschaften der untersuchten Formationen, während die Kenntnis der geologischen Verhältnisse keine wesentliche Erweiterung erfuhr. Immerhin hat sich bestätigt, daß sich die ganz harten Deckenschotterpartien (in Form von löcheriger Nagelfluh) nur am Plateaurand finden, während im Innern lockere und schwach verkittete Schotter vorhanden sein müssen, wobei aber die härteren Partien nicht nur im Dach vorkommen, wie Roman Frei annimmt. Die Seismik lieferte wegen der stark variierenden Verkittung und der schlechten Energieübertragung im lockeren Material nur ungenaue Resultate. Die Untergrenze des Schotters zeichnete sich in den Refraktionsprofilen gar nicht ab (niedrige Geschwindigkeit im liegenden Molassesandstein!), dagegen konnte der vermutliche Grundwasserhorizont 30 bis 50 m tiefer erkannt werden, in Übereinstimmung mit dem Quellhorizont, der an Mergellagen im Molassestein und nicht an die Basis des Deckenschotters gebunden ist.

In bezug auf die seismischen Geschwindigkeiten, die in nachstehender Tabelle zusammengestellt sind, waren zwei Ergebnisse vor allem bemerkenswert. Es sind das der große Variationsbereich im Deckenschotter, von 600 bis 3300 m/sec, und dann vor allem die überraschend niedrige Geschwindigkeit im Molassesandstein von weniger als 1500 m/sec über dem Grundwasserspiegel und von nur zirka 2200 m/sec darunter. (Sonst übliche Werte über 2000 resp. um 3000 m/sec). Vermutlich müssen Verwitterungseffekte dafür verantwortlich gemacht werden; zieht man in Betracht, daß die entsprechenden Molassepartien um ein Vielfaches länger nahe der Erdoberfläche gelegen sind (präglaziale Landoberfläche!) als diejenigen in den Flußtälern, von wo die bisherigen Messungen stammen, so erscheint eine Verwitterungszone von 50 oder mehr Meter Mächtigkeit gut möglich. Solche Verwitterungszonen sind in alten

Erosionsgebieten häufig, wie aus vielen Arbeiten der Erdölgeophysik hervorgeht.

Tabelle seismischer Geschwindigkeiten vom Stadlerberg
(Ausbreitungsgeschwindigkeit v der longitudinalen Raumwelle)

Gestein und Lokalität	Überlagerung	Meßstrecke in m	v in m/sec
I. Älterer Deckenschotter			
Längs verkitteter Schotterbank am Plateaurand...	anstehend	16,80	3320
quer zur Bankung	anstehend	7,00	2000
Unregelmäßig verkitteter Schotter in Kiesgrube...	anstehend	15,40	1210
verwittert.....	anstehend	5–14 m	855–965
Im Innern des Plateaus ...	0–7 m Moräne	Refraktionsprofile bis 250 m	600–1500 meist um 1200
Am E-Abhang, Kontakt m. Molasse.....	0–1 m Gehängeschutt	5–50 m	1020–1130
Randliche Partie nahe der Basis (Molasse!)	Schuß und Mikrophon im Anstehenden	110–120 m	1435–1590
II. Molasse (Knauersandstein)			
Im Hohlweg.....	anstehend	5–20 m	800–1150
Am E-Abhang, Kontakt mit D'Sch.....	1–2 m Gehängeschutt	5–50 m	600
Molasserücken südl. Stadlerberg.....	4–10 m Lehm	Refraktionsprofile bis 200 m	1400
Molasse in 80 bis 100 m Tiefe, verm. Grundwasserträger.....	zirka 30 m D'Schotter +50 m «trokkene» Molasse	Refraktionsprofile 250–500 m	2200

Die elektrische Methode ist zur Ermittlung der geologischen Verhältnisse dem Objekt besser angepaßt als die seismische, wobei im Profil von oben nach unten eine Oberflächenschicht mit hohem (1000–2000 Ωm), Rißmoräne mit niedrigem (80–200 Ωm), Deckenschotter mit hohem (2000 Ωm) und Molasse mit niedrigem Widerstand (80 Ωm am Anstehenden) übereinanderliegen. Die relativ hohen Widerstände für die Oberfläche, die stark lehmige Moräne und die anstehende Molasse deuten gleiche Auswaschung an, wie sie F. Richard von den extrem ausgewaschenen podsolierten Braunerden auf dem Irchel mitgeteilt hat.

Große Hilfe kann die elektrische Methode beim Abtasten der Schotterbasis am Hang leisten, wo dieselbe durch Gehängeschutt verdeckt ist. Auf einer Profillinie in Gefällsrichtung wurden in relativ großem Abstand die Primärelektroden beidseits der gesuchten Grenze angebracht und mit konstant gehaltenem kleinem Abstand der Sekundärelektroden das Potentialgefälle (Schrittspannung) längs des Profils abgetastet. Über der Grenze Schotter–Molasse wurde eine kräftige Anomalie festgestellt. Weitere elektrische Messungen sind im Gange.

Literatur

Roman Frei: Monographie des schweizerischen Deckenschotters. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, Neue Folge, 37. Lfg. (1912).

J. Hug und A. Beilick: Die Grundwasserverhältnisse des Kantons Zürich. Beitr. z. Geol. d. Schweiz, geotechnische Serie, Hydrologie, Lfg. 1 (1934).

Felix Richard: Böden auf sedimentären Mischgesteinen im schweizerischen Mittelland. Mitt. d. Schweiz. Anstalt f. d. forstliche Versuchswesen, 26. Bd., 2. Heft (1950), S. 751–836.

19. P. Tetrode (Soesterberg, Netherlands). – *Seasonal effects in Meteorology of solar origin. I.*

Meteorological effects of a cycle with the mean length of the sunspot-cycle, i. e. $11^1/_9$ year, probably can best be assessed for a period when large excesses in the development of this cycle were absent as during 1841–1940.

Therefore the frequency of occurrence in the different years of this mean cycle of the 5 warmest and 5 coldest years of 1841–1940 was sought out irrespective of sign[1] for a substantial number of stations; for some regions each comprising several of these stations the results were added. From the ensuing 11-year rows overlapping sums of 3 consecutive years were taken. Throughout for the cycle the Köppen-division is followed.

In three of these groups *a)* Lancashire-Trondheim-de Bilt-Greenwhich-Edinburgh-Bergen-Oslo-Helsinki-Berlin-Copenhagen, *b)* Lancashire-Trondheim-de Bilt, *c)* New Haven-New York-Washington DC very pronounced closely parallel rows appeared showing maxima very shortly after mean sunspot-minima and minima 5–6 years away. Moreover for those years of the 18th century for the stations for which air-temperatures are available (group *b*!) and the sunspot cycle was not absent a rather similar row was obtained. Quite the opposite row is shown by group *d)*, notwithstanding many years are failing here: Hvar/Lesina-Sassari-Alexandria, while the intermediate group *e)* Genève-Vienna-Budapest-Breslau-Roma shows the $5^5/_9$-year cycle only.

Data of some groups per station 1841–1940: for *a)* 4.3 4.2 4.0 3.2 1.6* 2.2 3.0 5.3 6.3 *7.3* 5.6. *c)* 4.0 1.7* 2.3 1.7* 2.0 2.7 4.3 4.0 4.0 *4.7* 4.0 *d)* 2.7 4.0 5.0 *5.3* 4.3 3.3 2.3 2.0 1.7* 1.7* 2.3. *e)* 5.2 3.8* 4.2 4.4 4.6 *6.0* 5.2 4.6 3.2* 5.2 *5.2.*

[1] Six or more, when more numbers five with equal temperatures exist.

The effect shortly after mean sunspot-minimum occurs when the great terrestrial oscillation in the Pacific of 2–4 years is distorted seriously (Berlage, Braak), while both epochs occur almost simultaneously with the Baur one's, i. e. when twice in the 11 year solar cycle the planetary (zonal) circulation reaches minimum.

Quite the same process was applied again for 1841–1940 to the 5 coldest and 5 warmest of each of the months[1] of the 1st and 3rd Qrs. of the calendar-year for groups *b)* and *c)*. Moreover for 1725–1790 (i. e. when the 11-year sunspot-cycle was developing passably well) for Zwanenburg (Netherlands) only, sufficiently comparable monthly data for Lancashire and Trondheim not being wholly available yet. For each Qr. these monthly data were added; further subdivisions were made according to numbers 1–3 and 4–5 respectively of these extreme months.

Here the rows of both Qrs. as well as those of the European and American stations are entirely opposite, but again a close parallelism appears between all the European rows for the same Qrs. as well as between the same ones for the N. American coastal region.

Data of some groups per station. 1st Qr. *minus* 3rd Zwanenburg/de Bilt 1725–1790 –4 2 5 *7* 5 –6 –3 –2 –2 –8* –5 and 1841–1940: –3 5 *7 7* 1 –3 –5 –3 –2 –10* –7. Group *c)* 1841–1940 three warmest and 3 coldest only of Jan./March each *minus* July/Sept. each –1.0 –1.3 –1.3 –2.0* –1.7 –1.7 0.3 –1.0 1.3 3.0 *4.3*.

While the Baur interpretation is reinforced by these data, the opposite behaviour as between both Qrs. and regions is probably to be attributed largely to the opposite latitudinal incentives to the displacement of the belt of high pressures of lower latitudes as between both Qrs. (van Everdingen) in connexion with the progressive warming up versus cooling of large parts of the N. hemisphere, supplemented by Claytonian 11-year displacements of solar origin in the so-called centers of action which apparently result in opposite consequences for the regions involved.

These extreme months occur rather seldom simultaneously at two or more stations. The same holds true for the years previously indicated.

The long-range forecasting significance of this all for our regions lies with the Nov. and Febr.-temperatures (Verh. Jahresvers. St. Gallen 1948, p. 121); the surplus of the November ones over those of the immediately following February e. g. in Switzerland as well as in the Netherlands reaching a sharp maximum in the 11-year cycle 1950/51, 1939/40 etc., i. e. the years IV and V of the rows mentioned above. For each of the "two century" series of observations like the Lancashire, Dutch and Budapest ones and for that of Basel–Genève (..) the rise of this surplus as compared with that of 1949 Nov.—1950 Febr., 1938/39 id., etc. is almost without interruption for these cases available (16–21) (12) and in the mean amounts to nearly 4° centigrade, November and Febr. each with still less exceptions taking about equal parts.

Probably in November, when the linking up of the cooling N of 70° N with the intensity of the Westerlies starts (Hofmann), the incen-

tives to monsoonal circulation which are highest in those years, play part in fixing the time of this linking up, while surely these same incentives are influencing too the intensity of the strong tendency for meridional circulation generally lasting for more than 6 weeks, which often develops after mid-January in our latitudes.

My opinion, that the stability of the 11-year solar cycle is greater than the sunspot data suggest, is reinforced by this investigation, which will be continued.

20. P.-L. Biéler (Genève). – *Vérification de la méthode de Kammermann pour la prévision du minimum de température à Cointrin.*

Nous nous sommes proposé de vérifier la vieille méthode de Kammermann pour prévoir le minimum de la température et nous avons comparé nos résultats avec ceux qu'avait obtenus ce dernier pendant les années de 1882 à 1885 à l'Observatoire de Genève.

Kammermann avait trouvé que le minimum de la température était en moyenne de $4{,}2° \pm 1{,}7°$ en dessous de la température, lue au simple thermomètre humide (non ventilé) à 21 heures. Il avait d'autre part établi, qu'au printemps, le minimum avait une valeur sensiblement égale à celle du point de rosée, calculée à 13 heures. Pour ces déterminations, Kammermann avait pris en considération une moyenne de mesures faites par n'importe quel temps.

Comme M. le professeur Mercanton, qui a vérifié la méthode à Zurich en 1935 et M. Clausen qui a fait les mêmes vérifications en Valais en 1942, nous n'avons tenu compte que des nuits claires pendant lesquelles il n'y avait pas de vent, de façon que l'effet du rayonnement puisse se faire sentir au maximum. Il n'est donc pas surprenant que nos valeurs soient différentes de celles qu'avait trouvées Kammermann, mais se rapprochent sensiblement de celles déterminées par M. le professeur Mercanton.

Nous avons trouvé la valeur de 6,8° avec une déviation standard de $\pm$ 1,7° et en vérifiant la méthode pour ce qui concerne plus particulièrement la *prévision du gel*, nous avons constaté que pour les 75 cas où le thermomètre mouillé marquait une température inférieure à 8,5° à 16 heures nous avons eu 42 cas de gel proprement dit et ce qui est plus important: *il n'a jamais gelé après que le thermomètre mouillé eut indiqué à 16 heures une température supérieure à 8,5°*. C'est donc cette valeur que l'on a choisie pour Cointrin comme limite de sécurité.

En tenant compte du *point de rosée* calculé sur la base d'une lecture faite également à 16 heures à l'hygromètre, nous en avons déduit qu'il y avait «*danger de gel*» *si le point de rosée était à 16 heures inférieur à* $+ 3°$.

Pour arriver à la détermination de ces deux relations, nous avons tenu compte de plus de 200 lectures de température, faites entre mars et mai des années 1949 à 1952, et choisies suivant les conditions susmentionnées.

4. Sektion für Chemie

Sitzung der Schweizerischen Chemischen Gesellschaft

Samstag und Sonntag, den 23. und 24. August 1952

Präsident: Prof. G. SCHWARZENBACH (Zürich)
Sekretär: Prof. H. SCHMID (Zürich)

1. R. SIGNER (Bern). – *Eine einfache Gegenstromextraktions-Apparatur*.*

2. E. PIETSCH (Clausthal-Zellerfeld). – *Das Gmelin-Institut für anorganische Chemie und seine Dokumentationsaufgaben.**

3. R. WIZINGER (Basel). –
Zur Kenntnis der Pyrylocyanine.
Über den Mechanismus der Substitutionsreaktionen am Benzolring.
Über Farben zweiter Ordnung.*

4. A. ROTHEN (New York). – *Interaction des enzymes protéolytiques avec des films de protéine*.*

5. O. SCHALES (New Orleans). – *Untersuchungen über pflanzliche Decarboxylasen*.*

6. A. DE BARBIERI (Milano). – *Recherches sur la corticotropine urinaire*.*

7. G. M. SCHWAB (München). – *Katalytische Wirkung von Spinellen*.*

* Kein Manuskript erhalten.

8. K. WIELAND (zurzeit in Berkeley, Calif., Dept. of Physics). – *Zur Spektroskopie mehratomiger Radikale in der Gasphase.*

Über Atome und zweiatomige Radikale sind wir heute, wesentlich auf Grund ihrer Spektren, ausgezeichnet orientiert, und es läßt sich beinahe jedes Gasgleichgewicht, in welchem ein- oder zweiatomige Zerfallsprodukte auftreten, genau berechnen. Das gerade Gegenteil trifft zu, sobald mehratomige Radikale im Spiele sind. Zunächst ist die Zahl

mehratomiger gasförmiger Radikale, von denen überhaupt ein Spektrum bekannt ist, ganz überraschend klein: NH_2, CF_2, C_3(?) COS, HCO(?), $SiCl_2$(?), HS_2(?), HNO_2(?), C_2H_x(?), C_6H_5(?) bilden wohl die einzigen bisher bekanntgewordenen Beispiele, wobei außerdem in vielen Fällen die Zuordnung des Spektrums zu einem bestimmten Träger mit einem ? versehen werden muß[1]. Die meisten dieser Spektren sind nur unter speziellen elektrischen oder optischen Bedingungen, einige wenige in Flammen, keines aber, bis vor kurzem, in einem thermischen Gleichgewicht beobachtet worden. Radikale mit mehr als 4 Atomen, wie z. B. C_2H_3, C_2H_5, C_6H_5 u. ä., dürften überhaupt nur in einer elektrischen Entladung oder bei photochemischer Dissoziation als kurzlebige Zwischenprodukte existieren.

Unter Benützung besonderer elektrischer Entladungsbedingungen gelang es in erster Linie *H. Schüler und Mitarbeiter (Hechingen)*, außer den Spektren von relativ komplizierten Molekülen wie $C_6H_5 \cdot OH$ auch völlig neue Bandenspektren zu erhalten, die vermutlich Radikalen wie C_2H_x bzw. C_6H_5 zugeschrieben werden müssen. Mit einer ähnlichen Entladungsapparatur konnten *Herzberg und Douglas (Ottawa)* kürzlich das Emissionsspektrum von C_3 photographieren.

Porter (Cambridge) hat eine weitere wichtige Methode entwickelt, indem er unmittelbar nach einer äußerst intensiven und kurzdauernden Bestrahlung von Gasen die Absorptionsspektren von *optisch* erzeugten Zerfallsprodukten, wie HS_2(?) und C_3,, festhalten konnte. Mit derselben Methode haben *Herzberg und Ramsay (Ottawa)* das Spektrum von NH_2 zum erstenmal auch in Absorption erhalten können.

Wir haben uns in letzter Zeit um die Auffindung von einfachen mehratomigen Radikalen, wie NH_2, CH_3, SiF_2 u. a., *in einem thermischen Gleichgewicht* bemüht. *M. Heise* und ich konnten in Zürich beim Erhitzen von $SiCl_4$-Gas auf nur 900°C ein dem Radikal $SiCl_2$ oder $SiCl_3$ angehörendes kontinuierliches Absorptionsspektrum feststellen. In Berkeley haben *John Margrave* und ich derartige thermische Gleichgewichte unter Verwendung eines Kingschen Graphitofens studiert. Bei Füllung dieses Ofens mit CF_4-Gas konnten wir die bekannten Banden von CF_2 bei Temperaturen oberhalb 1600° C und diejenigen von CF oberhalb 2200° C in Absorption beobachten. Bei Füllung mit Wasserstoff und kurzzeitiger Aufheizung bis auf 2700° C dagegen erhielten wir weder ein Anzeichen eines Spektrums von CH_2 oder CH_3 noch die bekannten Banden von CH, obwohl die Spektralaufnahmen in Emission und Absorption unter denkbar günstigen Bedingungen (6-*m*-Gitter in 2. Ordnung) ausgeführt werden konnten.

Trotz dieser letzten Enttäuschung darf man hoffen, daß mit Hilfe geeigneter elektrischer Entladungen, ferner mittels intensiver optischer Bestrahlung und endlich unter Benützung thermischer Zersetzung bei möglichst hohen Temperaturen die Bedingungen allmählich aufgedeckt werden können, unter denen mehratomige Radikale auftreten.

---

[1] Literaturangaben siehe K. Wieland, Z. f. Phys., *133*, 229 (1952).

9. E. Ott (Stuttgart). – *Die Oxydation der Chlorate zu Perchloraten*.*

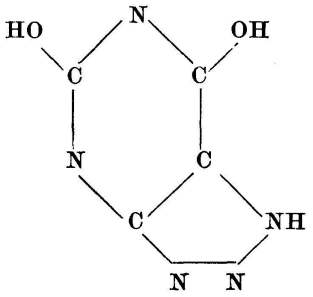
10. H. Kuhn und B. Huber (Basel). – *Verzweigtes Elektronengasmodell. Deutung der Lichtabsorption von Akridinfarbstoffen*.*

* Kein Manuskript erhalten.

11. W. Nowacki und H. Bürki (Bern). – *Direkte röntgenographische Molekülkonstitutionsbestimmung. Die Kristallstruktur der purinanalogen Verbindung Xanthazol-Monohydrat.*

Die Kristallstruktur von 5,7-Dihydroxy-1v-triazolo-(d)pyrimidin-Monohydrat (I), Xanthazol-H_2O, wurde auf zwei Weisen vollständig bestimmt: *a)* mit Hilfe einer dreidimensionalen Pattersonsynthese bei Annahme der bekannten Molekülkonstitution und *b)* auf direktem röntgenographischem Wege nach der Methode der Ungleichungen und Identitäten. *a)* Vergleiche die Mitteilung in Experientia *7* (1951), 454. Unter Annahme der sich aus der dreidimensionalen Pattersonsynthese und der zweidimensionalen Fourierprojektion ergebenden Atomkoordinaten und der Symmetrie C_i^1–$P\bar{1}$ wurden für sämtliche beobachteten $|F_{hkl}|$-Werte die Vorzeichen berechnet und eine erste dreidimensionale Fouriersynthese $\varrho\,(x, y, z) = \frac{1}{V} \Sigma \pm |F_{hkl}| \cos 2\pi\,(hx + ky + lz)$ ausgeführt, welche alle (vorläufigen) inner- und zwischenmolekularen Abstände und Winkel zu bestimmen gestattete (beinahe ebenes Molekül). Die Struktur ist eine ausgesprochene Schichtstruktur mit identischen Schichten im Abstand 3,1 *A* übereinandergelagert und $Z = 2$ Molekülen in der Elementarzelle (die beiden Moleküle liegen also in ein und derselben Schicht) (Dimensionen der Zelle: $a = 9{,}67$, $b = 10{,}71$, $c = 5{,}24$, $\alpha = 100°52'$, $\beta = 141°54'$, $\gamma = 87°00'$; triklin zentrosymmetrisch). Die Schicht besteht aus Bändern $//a$, wobei die Moleküle (mit dem Kristallwasser H_2O_w) innerhalb eines Bandes durch H-Bindungen vom Typus O_w-H...N, O_w-H...O und N-H...N zusammengehalten werden. Die Bänder ihrerseits sind durch N-H...O-Bindungen miteinander verknüpft. Die einzelnen Schichten scheinen vermutlich nur durch van der Waalsche Kräfte zusammenzuhalten. *b)* Direkte Methode. Das Verfahren der Ungleichungen und Identitäten von *W. H. Zachariasen* [Acta Cryst. *5* (1952), 68–73] liefert für zentrosymmetrische Strukturen einzig bei Kenntnis der ungefähren Gesamtzahl der Elektronen pro Elementarzelle, ohne daß über die Molekülkonstitution irgend etwas bekannt zu sein braucht, die Vorzeichen der stärksten Reflexe. Dieses Verfahren gestattete im vorliegendem Fall die Bestimmung der Vorzeichen von etwa 200 unitären *F*-Werten. Ein damit ausgeführter Fourierschnitt durch die Schichtebene lieferte eine Anzahl distinkter Maxima. Unter Verwendung der 13 stärksten Maxima wurden die Vorzeichen von weiteren zirka 300 Reflexen bestimmt und hierauf ein neuer

Schnitt berechnet, welcher die Kristall- und damit auch die Molekülstruktur eindeutig zu bestimmen gestattete. Welche Maxima den C-, N- bzw. O-Atomen entsprechen, ergibt sich dann ebenfalls eindeutig aus der vollständigen, dreidimensionalen, mit allen zirka 1300 Reflexen ausgeführten Fouriersynthese [vgl. auch Z. f. Elektrochemie *56* (1952), 788–9]. – Der «Fritz-Hoffmann-La-Roche-Stiftung zur Förderung wissenschaftlicher Arbeitsgemeinschaften in der Schweiz» danken wir für Unterstützung bestens.



H_2O_w

(I)

Es hat noch gesprochen: H. Schmid, Zürich.

5. Sektion für Geologie

Sitzung der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft

Samstag und Sonntag, den 23. und 24. August 1952

Präsident: Prof. L. VONDERSCHMITT (Basel)

1. PAUL BECK (Thun). – *Der Bergrutsch Bunschlerengrat–Horrengugger–Garstatt im Simmental* (Kt. Bern).

F. Rabowski[1] zeichnet auf seiner Simmentaler Karte zwischen der Laubegg und Klein-Weißenbach eine um 1 km gegen NW über die allgemeine Stirn der Brekziendecke vorspringende Masse von unterer Brekzie und Trias, überhöht vom Moränengelände Hofstätten. Verschiedenartige geotechnische Studien in diesem Grenzgebiet der Gemeinden Zweisimmen und Boltigen führten den Verfasser zur Überzeugung, daß hier ein Bergrutsch vorliegt, ein Mittelding zwischen Absackung und Bergsturz. Außer den typischen Bodenformen im Senkiwald und in der Umgebung von Hofstätten, die bis an den Fuß des Steilhanges Spitzhorn (Horrengugger), 1824 m, bis Bunschlerengrat, 2004 m, hinaufreichen, können weitere Argumente erwähnt werden.

Die Stufe des Simmenfalles östlich der aus anstehenden Gesteinen der Stirn der Brekziendecke aufgebauten Laubegg besteht samt dem rechtseitigen Talhang, wie Bauarbeiten bewiesen, aus Brekzienblöcken mit Zwischenschutt.

Über und unter der Straße treten knapp unterhalb des Simmenfalles Quellen aus dem rechten Berghang.

Die neue Betonbrücke von Garstatt zeigt geringe Verlagerungen, die eher auf das Blockgebiet der rechten Seite als auf den bergeinwärts fallenden Flysch auf der Linken zurückzuführen sind.

Das Vorspringen der Brekziendecke auf 1200 m Breite bis zu 1 km über die normale Stirn der Brekziendecke hinaus bedeutet eine Anomalie, die der allgemeinen Tektonik dieser Decke widerspricht. Nord- und Südgrenze der Rutschmasse sind unklar, da hier ähnliche Dislokationen anschließen. Die Fläche der dislozierten Masse beträgt rund 2,5 km^2, die Mächtigkeit 60–180 m, und das Volumen ist von der Größenordnung 100 Mio m^3.

Siehe «Eclogae geol. Helv.», Vol. 45/2, 1952.

---

[1] F. Rabowski: Simmenthal et Diemtigental. Carte géol. – Mat. p. l. Carte Géol. de la Suisse. Carte spéciale n^0 69–1912.

2. Paul Beck (Thun). – *Der Erdschlipf im Eriz (Kt. Bern) vom 9. Mai 1951.*

Die langwierigen Untersuchungen des viele Monate nicht begehbaren Erdschlipfs aus dem Hüttligraben, einem linksseitigen Nebentälchen des Eriz oder obern Zulgtales, ergab folgende Hauptresultate:

Das Hüttligrabengebiet ist vom höchsten Punkt, dem Stauffen oder Schörizegg an, bis zur Zulg 1,8 km lang. Höhengliederung: Stauffenhang 1511,8–1240 m, Terrasse von Vorder- und Hinterzugschwand 1240 bis 1160 m, Steilhang zum Zulgtal 1160–960 m. Der Hals des Wildbachtrichters ist bis über 100 m tief in die Terrasse der beiden Zugschwand eingeschnitten und 450 m lang. Einzugsgebiet des Schlipfs 103 ha, wovon 77 direkt in Betracht fallen.

Der Schlipf. Ein Grundbruch von über 600 000 m³ erfolgte, ohne die geringsten Vorzeichen, am 9. Mai 1951 abends 22 Uhr und setzte sich bis Ende des Jahres in verschiedenen Intervallen fort, bis 1 362 000 m³ Murmasse im Talboden aufgeschüttet waren. Beobachtete Geschwindigkeit: 10 m per Sekunde. Stauung der Zulg mit zirka 30 000 m³ Wasser.

Der Einbruchkessel. Areal bei zirka 400 m Länge und 200–240 m Breite Ende 1951 7,4 ha oder zirka 10% des unmittelbaren Einzugsgebiets. Tiefe 20–30 m. Teile: Großer oder Stauffenkessel 4 ha, kleiner oder Hinterzugschwandkessel zuerst 0,5 ha, Ende des Jahres 1,3 ha. Der große Einbruchkessel kam nach wenigen Tagen infolge der neuen auf zirka 400 m Front erfolgenden Entwässerung zur Ruhe, der kleine dagegen vergrößerte sich in verschiedenen Intervallen, indem längs seiner NE-Wand über 20 m hohe, zirka 15 m breite und über 100 m lange Schotterlamellen senkrecht niedersanken, eine Folge der durch den Druck der Terrasse ausgequetschten Unterlage aus Murmaterial. Außer den zwei Kesseln gliedern ein Rücken, eine Depression mit Seelein an der zentralen Ausbruchstelle und ein Abschlußdamm mit Trichterzunge das Einbruchgebiet. Besonderes Phänomen: Viele Tannen stehen auch auf dem über 20 m tiefern Boden noch senkrecht, teils von Weiderasen umgeben.

Vom Hals ist einzig zu berichten, daß er durch Seitenerosion und etwas Auffüllung breiter wurde.

Die Murzunge hat eine Länge von 950 m, eine mittlere Dicke von 11,3 m, eine maximale Mächtigkeit von über 15 m, ein Areal von 12 ha und ein Volumen von 1 362 000 m³. Ihre randliche Böschung ist meist steil, bis zu 75%, was durch die dort wirksame Entwässerung zu erklären ist. Die Zunge folgt nicht der geraden Richtung des Halses, sondern biegt mit einem Winkel von 60° nach links ab, dem dortigen Berghang entlang. Dabei endet der rechte Hang am Ausgang der Schlucht früher als der linke, was theoretisch zu einer Ablenkung nach rechts führen müßte. Doch versperrte sich der Murgang selbst von Anfang an den Weg in dieser und der geraden Richtung, indem seine baum- und blockreiche Stirnwelle sich dort hoch auftürmte, infolgedessen rasch entwässerte und dadurch erstarrte, so daß ein 40–70 m breiter, außen über

15 m und innen gegen die Bachrinne 5 m hoher fester Damm entstand. Dieses Vorkommen lehrt uns, daß man durch leichte Leitwerke, die das Murmaterial zur seitlichen Entwässerung veranlassen, die Ausbrüche einigermaßen in unschädliche Gebiete leiten kann.

Neu aufgeschlossenes Gesteinsmaterial. Zuoberst ringsum eine mehr oder weniger mächtige Decke von würmzeitlichen Moränen, auf der Talseite solche des Zulggletschers, auf der linken Flanke des Schörizgletschers. Moränenwälle vorhanden.

Der Stauffenkessel ist in letztinterglazialen Gehängeschutt des Stauffenhanges, aus polygener Nagelfluh bestehend, eingetieft. Zu beiden Seiten des erwähnten Rückens, der den großen Kessel vom kleinen trennt, unterlagern gebänderte Sande mit Zwischenlagen von eckigem und gekritztem Material, d. h. Ablagerungen eines rißzeitlichen Gletscherrandseeleins, den Nagelfluhschutt. Als Hauptmasse folgt unter diesen Zwischenbildungen schuttkegelartig gelagertes, leicht mit Moräne gemischtes, einheitliches, kleintrümmeriges Bergsturzmaterial, das aus Hauterivienkieselkalk, wie er nur am Sigriswilergrat vorkommt, besteht. Dieses stammt aus einer gut sichtbaren Nische am NE-Ende des Sigriswilergrats, wo eine Hauterivienmasse von 2–4 Mio m^3 längs einer Längsverwerfung abstürzte. Ob dies vor der Rißeiszeit oder während derselben geschah, wissen wir nicht. Sicher wurde der Bergsturzschutt vom rißzeitlichen Schörizgletscher als rechtsseitige Randmoräne vom Westhang des Stauffens ins anschließende, etwas niedrigere Hüttligrabengebiet transportiert.

Ursache des Grundbruchs. Unausgeglichene unterirdische Wasserzirkulation, die durch ein gewisses Überwiegen der Akkumulation im Laufe der Jahrtausende seit dem Rückzug des Zulggletschers zur Entstehung der riesigen Murmasse führte, die am 9. Mai 1951 die schwächste Stelle der Grabenoberfläche sprengte und sich mit unglaublicher Geschwindigkeit als geschlossene Masse durch die Rinne ins Zulgtal ergoß. Weder die relativ geringen vorangegangenen Niederschläge des Winters noch andere Ursachen können die plötzliche Katastrophe erklären.

Zukünftige Gefahren. Infolge der entstandenen tiefgründigen und breiten Entwässerung der verschiedenen Schuttmassen können diese nicht mehr solche Wassermengen ansammeln wie vor dem Unglück, so daß kein neuer, riesiger Grundbruch entstehen kann. Dagegen sind, je nach den Klimaperioden, in näherer oder ferner Zukunft dünnflüssige Niedergänge aus dem Kesselboden und vom Fuß der Schotterwände zu erwarten, weshalb man zur Abwehr solcher Ereignisse bereit sein muß.

Siehe auch «Eclogae geol. Helv.», Vol. 45/2, 1952.

3. Paul Beck (Thun). – *Neue Erkenntnisse über die Bergstürze im Kandertal (Berner Oberland).*

Zahlreiche geotechnische Studien der letzten Jahre bereicherten die Erkenntnisse über die altbekannten Bergstürze im Kandertal und ergaben folgende Ergebnisse:

1. Die Trennung des großen Bergsturzes in einen ältern, feinkörnigen und einen aus Riesenblöcken bestehenden aufgelagerten jüngern bestätigte sich.
2. Der jüngere, oberflächliche Bergsturz stammt, wie schon Brückner 1892 erkannte, aus der großen Felssturznische zwischen Doldenhorn und Fisistock, indem die Gesteine der beiden Orte, Hauterivienkieselkalk (Bänderkalk) und Valanginienkalk (Öhrlikalk), übereinstimmen.
3. Der ältere, liegende Bergsturz besteht dagegen aus Valanginienmergeln und Zementsteinschichten, die in der Fisinische in dieser Mächtigkeit fehlen, dagegen gegenüber seiner Hauptablagerung die 600 m hohe Wand der Birre unterhalb Kandersteg aufbauen. Er stammt somit von der Birre, und nicht, wie bisher angenommen wurde, von der Fisi.
4. Die Schlipfkatastrophe vom August 1945 «Unterm Bühl» im Innern Kandergrund, entstanden infolge der Durchtränkung von Feinschutt des ältern Birrenbergsturzes durch Verluste der Wasserzuleitung zum Elektrizitätswerk Kandergrund, bestätigte sozusagen experimentell die Zweiteilung der sog. Riesetenbrekzie in eine unveränderte Ablagerung, die die Talstufe des Bühlstutzes und die «Höh» unterhalb Kandersteg aufbaut und einen andern, flachern Teil, der als Murgang, erzeugt durch das Eindringen des gestauten Kanderwassers in das durchlässige Bergsturzmaterial, 6 km weit bis in den Äußern Kandergrund nach Achern floß.
5. Der neuentstandene Schlipfanriß ließ erkennen, daß im Katastrophengebiet ein zweiter, kleinerer Bergsturz von der Birre her, aus der Tieröstnische stammend, niederging und einen hangparallelen Rücken aufschüttete, der das ausgetretene Wasser der Zuleitung wider Erwarten zum Versickern zwang und dadurch indirekt die Katastrophe verursachte.
6. Sowohl das gebliebene wie das abgeflossene Birrenmaterial und der Tieröststurz wurden später vom großblockigen Fisibergsturzschutt bedeckt.
7. Das Alter der verschiedenen Stürze ist spätglazial bis nacheiszeitlich.

Diese Angaben bestätigen oder ergänzen die in den «Eclogae geol. Helv.», 22/2, 1929, erschienenen Ausführungen des Verfassers.

4. R. Rutsch (Bern). – *Vorweisung des Blattes Neuenegg–Oberbalm–Schwarzenburg–Rüeggisberg des Geol. Atlasses der Schweiz 1:25 000.*

5. Marta Cornelius-Furlani (Wien). – *Zur Kenntnis der Lienzer Dolomiten und deren Stellung in der ostalpinen Wurzelzone.*

Besonders hervorzuheben in stratigraphischer Hinsicht: das Perm; Verrucano im Süden des Drauzuges. Es ist eine Basalbreccie aus eckigen

Trümmern und gerundeten Geröllen des Grundgebirges, und zwar eine vollständige Musterkollektion aus der Karnischen Kette. Phyllite-Gneise, besonders auffallend sind gelbe Kalke. Das Bindemittel ist quarzig und hart. Die Falten des Verrucano bilden vielfach eine Diskordanz mit dem Streichen der Drauzugfalten. Sehr schön sind diese auf dem Südabhange des Gebirges westlich von Tuffbad zu sehen, wo eine Zone von Verrucano in dem karnischen Kristallin eingefaltet ist ohne Zwischenschaltung jüngerer Schichten. Diese Basisbreccie macht die Tektonik des kristallinen Untergrundes mit, während der Grödener Sandstein mit der Trias verbunden bleibt. Die mesozoische Folge enthält alle Glieder von den Werfenern bis zu dem Neokom. Verwirrend sind drei Folgen schwarzer Schiefer, welche sowohl in dem Raibler-, Rhät- und Unterkreide-Niveau vorhanden sind.

Die Lienzer Dolomiten sind das Westende des Drauzuges. Sie spitzen in unendlich stark gepreßten, fast immer um die Saiger-Stellung pendelnden Falten gegen Westen aus. Die Unterlage ist das ostalpine Kristallin der Schober- und Deferegger Alpen, die Überlagerung das Kristallin der karnischen Kette. Beide sind verfaltet mit den Lienzer Dolomiten. Besonders stark die Unterlage, welche in engen Zügen in die Drauzug-Falten einbezogen ist. Das karnische Kristallin hingegen ist über die Lienzer Dolomiten überschoben. Die Drauzug-Falten sind an ihren Grenzen gegen das Kristallin sehr oft zerrissen, in Linsen aufgelöst; an einzelnen Stellen kommt die gesamte Schichtfolge des Mesozoikums mit dem karnischen Kristallin in Berührung.

Eine besonders intensive Faltenzone geht in S-SE-Richtung durch die Lienzer Dolomiten südlich von Lienz hindurch. Sie scheint jünger zu sein als die Hauptfalten, weil sie deren lineares E-W-Streichen schneidet. Stellenweise sehen die Gesteine so aus, als hätte eine Riesenfaust sie wie Wäsche ausgerungen.

Regionale Stellung: Ist der Drauzug die vielgesuchte Wurzelzone? Wenn wir eine Zone engster Faltenzüge so nennen wollen, dann müssen wir die Frage bejahen. Jedenfalls müssen wir *R. Staub* recht geben, wenn er den Drauzug als ein von Süd nach Nord gerammtes Gebirge ansieht. Ebenso stimmt es, daß der Drauzug, sowohl der Fazies als auch der Tektonik nach, den Südtiroler Dolomiten als ein Fremdling gegenübersteht.

Das Lienzer Gebirge tritt aus jener großen Naht hervor, welche den ganzen Alpenkörper durchstreicht: sie beginnt bei Villach und endet bei Lugano: Draulinie, Pustererlinie, Judicarienlinie, Tonalelinie, Insubrische Linie, Jorio, Luganolinie. Im E öffnen sich die Falten, im Westen verschwinden sie unter dem Quartär des Alpenvorlandes, eigentlich -rücklandes.

Das Triasgebirge des Drauzuges vergleicht *R. Staub* mit jenem des Monte Salvatore am Luganer See. Bezüglich der Fazies können keine Vergleichsmomente angeführt werden, da im Drauzug vor allem in dessen westlichem Teil hauptsächlich die Obertrias vorherrscht, während

im Salvatorezug die Unter- und Mitteltrias den größten Anteil am Aufbau haben. Sicher ist jedoch, und darauf weist *Staub* hin, daß der Salvatorezug der Lombardischen Entwicklung des Monte Generoso ebenso fremd gegenüber steht wie die Lienzer Dolomiten den Südtiroler Dolomiten. Auf der einen Seite strenge Parallelstellung aller Schichten und steilstes Einfallen, auf der anderen ruhige Lagerung, die von einzelnen Störungen unterbrochen wird.

Das Lienzer Gebirge stellt eine Zone des größten Zusammenschubes und der größten Ausdünnungen und der größten tektonischen Reduktionen dar. Eine ungeheure Mylomitzone begleitet das Gebirge an seiner Nordgrenze. Die Fazies bildet einen Übergang der nordalpinen zu der südalpinen. Interessant ist das Vorkommen eines dunklen Ganggesteines, das schon von *G. Geyer* aus der Gegend von Thal im Pustertal beschrieben worden ist. Ich konnte dasselbe weiter östlich feststellen. Es ist ein Glimmerkersantit, der keine Spur einer alpidischen Beeinflussung zeigt und wahrscheinlich einen letzten basischen Rest jener sauren Gangfolge darstellt, die weiter nördlich das ostalpine Altkristallin durchzieht und wohl mit den Tonaliten der Rieserferner in Beziehung steht.

An dieser Stelle sei der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, mit deren Unterstützung ich die Arbeiten im Gebiet zum Teil ausgeführt habe, sowohl als auch der Schweizer Naturforschenden Gesellschaft, die mir die Berichterstattung ermöglichte, der gebührende Dank ausgesprochen.

6. F. Ellenberger (Paris). – *Sur l'extension des faciès briançonnais en Suisse dans les Préalpes médianes et les Pennides.* – Pas reçu de manuscrits.

7. A. Jayet (Genève). – *Quelques caractéristiques peu connues de dépôts glaciaires pleistocènes et actuels.* – Pas reçu de manuscrits.

8. J. Cadisch (Bern). – *Die geologische Karte des Fürstentums Liechtenstein 1 : 25 000.* – Kein Manuskript erhalten.

9. Hans Günzler-Seiffert (Bern). – *Die tektonischen Beziehungen zwischen Links und Rechts im Unterhasli.*

Die begrenzenden Hänge des Unterhaslitalbodens sind zur Linken die E-Abstürze der Faulhorngruppe, zur Rechten sind es die Kalkwände des Brüniggebietes und des Hasliberges. Sie alle gehören dem jurassischen Anteil der Wildhorndecke an und bestehen im NW und W aus Malmfalten mit Doggerkernen, in denen vom S-Ufer des Brienzersees bis zum Brünigpaß das alpine Streichen feststeht. Auf die südlichste dieser Falten sind abgescherte Malmmassen gehäuft. Darauf überschoben liegt Dogger,

von welchem die doggerfreien Malmelemente stammen. Dieser Dogger reicht links vom Unterhasli vom S-Ende der Decke bis zu den höchsten Gipfeln inmitten der Faulhorngruppe. Zwei sehr mächtige und normalgelagerte Gesteinsplatten mit ausgeprägten Stirnregionen lassen sich unterscheiden, erstens der Dogger des Faulhorns, zweitens, morphologisch dahinter, tektonisch aber darüber, der gleichfalls normale Dogger des Schwarzhorns. Beide sind südhelvetisch. Schließlich folgt, im SE an den Schwarzhorndogger angeschoben, jedoch allenthalben verkehrt gelagert, der Dogger der Großen Scheidegg. Er ist ultrahelvetisch.

Auch rechts vom Unterhasli sind diese Doggerteile zu erkennen, doch liegt dort die Hauptmasse der abgescherten Malmschuppen völlig isoliert im NW beiderseits vom Brünigpaß bis hinauf zum Gipfelplateau des Giebels. Dort ist der Malm direkt vom ultrahelvetischen, verkehrt gelagerten Dogger überlagert. Überreste der beiden südhelvetischen Doggerplatten des Westens finden sich im Osten nur am S-Rand der Wildhorndecke in Form von Stirnfalten. Die Faulhornmasse ist vertreten in der Planplatte und Erzegg, welche als Fetzen von Stirnhaut an nördlichere Doggerelemente angepreßt sind, die Schwarzhornmasse liegt darüber im Rothorn der Hochstollengruppe, die sich verkehrt gelagert darüber hinweggeschoben hat. Diese Tatsachen erlauben die Feststellung, daß die Stirnen der südhelvetischen Doggermassen von der Faulhorngruppe hinweg aus der alpinen Streichrichtung stark nach S zurückschwenken und über dem heutigen Unterhasli W–E verliefen und damit in auffallender Übereinstimmung mit der Richtung des heutigen Talbodens der Aare zwischen Meiringen und dem Brienzersee stehen.

Tektonische Schlußfolgerungen. Doggermassen, die sich im W vom Unterhasli über ihre eigenen Malmhüllen legen und im E vom Unterhasli weit hinter ihren Hüllen ihre Stirnen wölben, stehen nicht im Einklang mit dem bisher geglaubten Faltendeckenmechanismus. Ganz deutlich gibt sich zu erkennen, daß die Faltung der jurassischen Massen älter sein muß, als die Abscherung der entstandenen Malmhüllen. Ein noch jüngerer Vorgang aber muß die Aufschiebung des Doggers auf seinen Malm gewesen sein, und diese Art der Bewegung hat nichts mehr zu tun mit Tangentialdruck. Auf die gleiche Schlußfolgerung führt die Lage des ultrahelvetischen Doggers. W vom Unterhasli liegt er hinter den südhelvetischen Doggermassen des Berner Oberlandes, E vom Unterhasli davor. Nur gleittektonische Bewegungen können abrupte und ungeregelte Änderungen hervorbringen, wie sie sich links und rechts vom Unterhasli zeigen.

10. F. Saxer (St. Gallen). – *Zur Korngrößenverteilung in der Molasse.*

Faßt man die Molasse als Ganzes ins Auge, so zeigt sich eine charakteristische Ungleichmäßigkeit in der Besetzung der Korngrößenklassen. Vorwiegend am Alpenrand finden wir eine starke Anhäufung grober Konglomerate, die durch Abspülung unter ständigem Abrieb feineres

Material lieferten. Die Ablagerung erfolgte nach mehr oder weniger langem Transportweg unter weitgehender Trennung der Korngrößen. Die Aufbereitung ist in der Molasse fast allgemein vollständiger als etwa in fluvioglazialen Schottern. So entsteht das uns vertraute Bild scharf getrennter Nagelfluhbänke, Sandsteinschichten und Mergellager.

Trägt man in der Figur auf der Abszisse die Teilchendurchmesser logarithmisch auf, als Ordinaten die dazugehörigen schätzungsweisen Mengen der betr. Korngrößenklassen, so zeigt sich, daß die Klasse 10^1 cm, also die gewöhnliche Nagelfluh mit Gerölldurchmessern von 2 bis 20 cm, in beträchtlicher Menge vorhanden ist. Dagegen kommt feinkörnige Nagelfluh mit dem mittlern Korndurchmesser von $10^0 = 1$ cm (man könnte sie als Gartenkiesfraktion bezeichnen) nur ganz untergeordnet vor. Wohl findet man kleine Gerölle häufig als Füllmaterial zwischen größern Stücken, aber ein ansehnliches Lager feinkörniger Nagelfluh ist geradezu eine Seltenheit. Man findet solche etwa in den ausfransenden Rändern der Nagelfluhfächer, und auch dort nur in geringer Mächtigkeit. Im Gebiet der st.-gallisch-appenzellischen Molasse sind mir nur ganz wenige Vorkommen dieser Art bekannt.

In die Größenklassen 10^{-1} bis 10^{-2} cm (1 mm bis $^1/_{10}$ mm) reihen sich die Sandsteine ein, die in mächtigen Serien von verschiedener petrographischer Zusammensetzung auftreten. Vielleicht noch stärker vertreten sind die Mergel, deren Teilchen den kleinsten Korngrößen entsprechen.

Es stellt sich die Frage, wie die relativ schwache Besetzung der 10^0-cm-Klasse zu erklären ist.

Der Geschiebetransport ist ein komplizierter Vorgang, namentlich weil die ihn bestimmenden Faktoren (Wasserführung, Gefälle, petrographische Zusammensetzung des Materials) zeitlich und örtlich starken Veränderungen unterworfen sind. Wenn wir es trotzdem unternehmen, gewissermaßen als Gedankenexperiment, einen bestimmten Ablauf ins Auge zu fassen, so geschieht das im vollen Bewußtsein, damit die Natur zu vereinfachen.

Denken wir uns am Fuße einer Bergkette eine Geröllmasse von 100 m Mächtigkeit, die durch fließendes Wasser verfrachtet werden soll. Sie bestehe aus Geröllen von durchschnittlich 10 cm Durchmesser der gleichen Gesteinsart. Nach vielleicht 20 km Transportweg wird durch Abrieb und Zertrümmerung der mittlere Durchmesser der Gerölle auf die Hälfte sinken. Dann ist aber das Volumen der Gerölle und damit die Mächtigkeit ihrer Schicht auf $^1/_8$ des ursprünglichen herabgesetzt, während $^7/_8$ als Sand und Schlamm weiter geschwemmt werden. Die Schichtmächtigkeit nimmt ab mit dem Kubus des Durchmessers. Stellen wir uns gar die Zerreibung grober Nagelfluh von 10 cm Geröllgröße zur Gartenkiesfraktion von 1 cm vor, so beträgt das Volumen der letztern noch $^1/_{1000}$, während $^{999}/_{1000}$ in die Sandstein- und Mergelfraktionen eingehen.

An die Stelle von 100 m groben Gerölles würden also z. B. nach 20 km Transportweg 12,5 m Nagelfluh und 87,5 m Feinmaterial, nach

100 km Transportweg 0,1 m Nagelfluh und 99,9 m Feinmaterial treten.

Diese geometrische Überlegung scheint eine zutreffende Begründung für den Knick in der Kurve bei der 1-cm-Größenklasse zu liefern. So einfach sie ist, so erklärt sie doch eine auch praktisch nicht unwichtige Tatsache im Gesamtbild der Molasse.

11. A. von Moos (Zürich). – *Entstehung der zerdrückten Gerölle in eiszeitlichen Schottern des schweizerischen Mittellandes.* – Erscheint in «Eclogae geologicae Helv.»

Es haben noch gesprochen: Franz Allemann, Bern; E. Genge, Wilderswil; B. Tschachtli, Luzern.

6. Sektion für Mineralogie und Petrographie

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Mineralogie und Petrographie

Sonntag, den 24. August 1952

Präsident: Prof. M. REINHARD (Basel)
Sekretär: Dr. M. VUAGNAT (Genève)

1. G. CHRISTIAN AMSTUTZ (Bern-Zürich). – *«Granitisation» und Erzlagerstätten.*

Am Beispiel der Cornucopia-Mine am Südende des Wallowabatholithes, Oregon, USA, wird aufgezeigt, daß 1. die Kriterien für die metasomatische Natur geologischer Körper weit weniger zahlreich sind, als oft angenommen wird, daß zahlreiche davon sogar durchaus nicht brauchbar sind und daß 2. viel dafür spricht, die Erzlagerstättenbildung von Cornucopia der gewöhnlichen hydrothermalmagmatischen Erzlagerstättenbildung in Verbindung mit dem Wallowabatholith zuzuschreiben.

Unter den Argumenten, die oft ohne jede weitere Begründung oder nur als eine von vielen möglichen Versionen pars pro toto als Beweise für metasomatischen Ursprung geologischer Körper (Gänge, Batholithe, usw.) gebraucht werden, wurden die folgenden diskutiert: «lacking chilled boarders»; «gradational contacts»; «lacking flow structures»; übergreifende oder durchgehende Gefügeelemente (durchgehende Orientierung dunkler Gemengteile, durchgehende Porphyroblastenbildung usw.); «mineralization» (Porphyroblastenbildung usw.); Betrag und Richtung von «offsets»; «crystalloblastic texture and structure»; orientierte Schollen, «xenoliths»; «basic fronts»; Helligkeitsunterschiede.

Die genaue Überprüfung dieser Argumente ergibt zweierlei: 1. Ein oft ungenügendes Verständnis der mit magmatischen Prozessen in Verbindung stehenden akzessorischen Randerscheinungen (z. B. Aufschmelzungen, Umschmelzungen, Metasomatosen, Injektionen von molekularen bis batholithischen Dimensionen, Mineralisationen, Rekristallisationen usw.). 2. Aus diesem ungenügenden Verständnis heraus ist die wenig kritische Anwendung der oben erwähnten Argumente verständlich, und es ist ersichtlich, daß die meisten davon an sich vieldeutig sind.

Durch chemische Analysen müßte bewiesen werden, ob die von *Goodspeed* angenommenen Stoffverschiebungen im Wallowagebiet Wahr-

scheinlichkeit besitzen oder ob sie, gleich wie bei den leukogranitischen, trondhjemitischen und leukosyenitgranitischen Gesteinen in Südfinnland so groß werden, daß die Annahme einer Anatexis und Metasomatose schon durch die chemischen Daten fragwürdig wird. Ferner hat hier (und wohl oft auch andernorts in ähnlichen Fällen) die diffusionistisch-metasomatische Deutung granitisch-dioritischer Gesteine eine ähnliche Deutung der Erzlagerstätten nach sich gezogen und muß deshalb ebenfalls revidiert werden.

Als erste Voraussetzung zu einer Annäherung an eine objektivere genetische Interpretation wird vom Verfasser die allgemeine Anwendung quantitativer Meßmethoden (vor allem der chemischen und der granulometrischen Analyse) für unentbehrlich erachtet. Gleichzeitig muß der Versuch, die Vorgänge mit chemischen Gleichungen und Darstellungsmethoden (Variationsdiagramme, Dreiecksprojektionen u. a.) zu erfassen, unternommen werden. Es muß auch versucht werden, die für die postulierten Vorgänge verantwortlichen physikalisch-chemischen Prozesse zu definieren. «Field evidence» ist am festen Gestein an sich nichts mehr als ein statisches geometrisches Bild. Eine objektive, erfolgreiche Interpretation erfordert deshalb eine gründliche physikalisch-chemische und mineralogische Vorbildung.

Wo die Notwendigkeit dieser Vorschulung abgelehnt wird, kann man sich des Eindruckes nicht erwehren, daß sich (vielleicht als Folgeerscheinung der Spezialisierung) in den geologisch-petrographischen Wissenschaften ein ähnliches geistesgeschichtliches Phänomen auswirkt wie in der modernen Kunst oder wie in der Philosophie nach Hegel: Es wird nicht auf der Geschichte aufgebaut und versucht, durch innere Verarbeitung des geschichtlich vorgefundenen auf die Höhe des eigenen Jahrhunderts zu kommen. (*Seewald* hat dieses Phänomen in der Kunst «Einbruch Afrikas und Asiens» genannt). Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, daß sich dieses Phänomen in den von der intellektuellen Logik getragenen Wissenschaften chaotisch auswirken muß. Wenn im ethischen, ästhetischen und religiösen Bereich des menschlichen Geistes ein Aufbauen auf dem geschichtlich Vorgefundenen wünschenswert und heilsam ist, so ist es im Bereiche der Wissenschaften eine erste Voraussetzung; mit der Beachtung dieser Voraussetzung steht und fällt der Fortschritt der wissenschaftlichen Forschung.

Anstatt auch in den geologischen Wissenschaften einen «Einbruch Afrikas» (unwissenschaftliche Simplifikationen) zu dulden, sollten wir die Nachteile der fortschreitenden Spezialisierung (verminderte Universalität des Wissens usw.) ertragen und die Vorteile (Nötigung zur Zusammenarbeit, zum «teamwork», usw.) schätzen und anwenden lernen.

2. W. Nieuwenkamp (Utrecht). – *Nouvelle méthode de détermination de la direction de l'axe optique des cristaux uniaxes.* (Résumé.)

La direction de l'axe optique est déterminée par observation des positions d'extinction en lumière inclinée, la section minérale restant

horizontale sur la platine du microscope. Un diagramme en projection aequiaréale permet de reporter immédiatement les pôles des axes.

Une note au même titre sera publiée dans le «Bulletin de la Société française de Minéralogie et de Cristallographie».

3. Gerold Bonderer und Leonhard Weber (Freiburg). – *Zur Morphologie des Kalzits.*

Die Morphologie des Kalzits ist eigenartig und mannigfaltig, da er bedeutend mehr Formen und Trachten verzeigt als irgendein anderes Mineral. *Goldschmidts* Atlas enthält – vom Ergänzungsband abgesehen – für den Kalkspat 2544 Figuren und 529 Formen. Dem gegenüber trifft es auf die Gesamtheit aller bebilderten Mineralien (zirka 650) im Mittel nur 23 Formen und 39 Figuren. Von den im Atlas aufgeführten Kalzitkombinationen wiederholen sich aber viele; andere sind nur teilweise oder überhaupt nicht deutbar. Im ganzen fanden sich, unter Einrechnung der 148 Kalzitbilder des Ergänzungsbandes, 1730 verschiedene Kombinationen. An denselben beteiligen sich 460 Formen (21 sind im Atlas nicht genannt). Von den 544 im Schrifttum erwähnten Kalzitformen ist also fast ein Sechstel durch keine Figuren belegt.

Im Gegensatz zu den statistischen Feststellungen an andern Mineralien eignet keiner einzigen Kalzitform eine überragende Kombinationspersistenz P. So unglaublich es anmuten mag, nur 8 der 460 genannten Formen haben überindividuellen Charakter, nämlich

$10\bar{1}0$	$10\bar{1}1$	$21\bar{3}1$	$01\bar{1}2$	$40\bar{4}1$	$02\bar{2}1$	0001	$11\bar{2}0$
mit den P-Werten							
47.8	40.1	39.9	39.0	29.1	25.6	18.5	18.1

Eigentliche Leitformen ($P \geqq 70$) fehlen also. Nur 2 Nebenleitformen, 4 Spezialformen und 2 Ergänzungsformen werden gezählt. Für 6 individuelle Formen ($32\bar{5}1$, $21\bar{3}4$, $13\bar{4}1$, $8.8.\bar{16}.3$, $03\bar{3}2$ und $31\bar{4}5$) ist $P > 5$. Nach *Niggli* bzw. *Parker* weisen Schwefel und Anatas, bei einer Gesamtformenzahl von 50 bzw. 95, immerhin 23 bzw. 13 Formen auf, die an mindestens 10% der Kombinationen auftreten. Das Sonderverhalten des Kalzits zeigt sich durch diese Zahlen überzeugend.

Für viele der gedeuteten Kalzitfiguren sind die Fundorte bekannt. Insgesamt 432. Es lassen sich also für die 440 zugehörigen Formen noch die Fundortspersistenzen F berechnen. Hierbei erweisen sich 12 der obstehend genannten 14 Formen als überindividuell mit F-Werten zwischen 68,7 und 10,4. Unter den 428 übrigen Formen ist für $0.14.\bar{14}.1$, $04\bar{4}5$, 0111, $53\bar{8}2$, $41\bar{5}3$, $05\bar{5}1$, $31\bar{4}2$, $43\bar{7}2$, $03\bar{3}2$, $11\bar{2}3$, $08\bar{8}1$, $13.0.\bar{13}.1$, $8.8.\bar{16}.3$, $7.4.\bar{11}.3$, $50\bar{5}2$, $07\bar{7}2$ und $41\bar{5}6$ der F-Wert > 5. Daß die nach P und F geordneten Formen in der Reihenfolge nicht völlig übereinstimmen, kann hier nicht dargelegt werden.

Beachtung verdient die Tatsache, daß von den 29 wichtigsten Formen des Kalzits 12 der Digyrenzone $[1\bar{2}10]$ und 15 der Polkantenzone

[$\bar{1}101$] des Spaltungsrhomboeders angehören. Nur 8.8.$\bar{1}6$.3 und 13$\bar{4}1$ entbehren eines sich aufdrängenden Zonenverbandes. Trotzdem begegnet ihre einfache zonale Einordnung keiner Schwierigkeit. Von den 544 bekannten Kalzitformen gehören übrigens 103 der ersten und 194 (nebst zwei schon untergebrachten) der zweiten Zone an. In Millerscher Symbolisierung ergibt sich aus den 29 Formen ein schlichtes hypohexaedrisches Zonenbild.

Die letztgenannten Formen gehören ausnahmslos zur Gruppe jener 148 Formen, die *Goldschmidt* den seltenen und unsichern Formen gegenüberstellt und voransetzt. Die getroffene Zweiteilung ist jedoch mit Vorbehalt hinzunehmen. Denn ungefähr 80% dieser bevorzugten Formen haben eine recht bescheidene, ja ganz geringe Persistenz. Die Bipyramide 7.7.$\bar{1}4$.2, die auch zu diesen 148 Formen zählt, erscheint z. B. an den 1730 Kombinationen nur ein einziges Mal.

4. M. Vuagnat (Genève). – *Les «coussins» des coulées pré-etnéennes des environs de Catane (Sicile).*

A la limite Pliocène-Pleistocène des laves basaltiques se sont épanchées dans la mer sur la côte orientale de la Sicile. Ces laves présentent fréquemment une structure en coussins, soit dans la région d'Aci Castello, soit dans le val di Noto. Les coussins souvent plus gros que ceux des ophiolites alpines sont plus riches en pyroxène et présentent un plagioclase basique (labrador) au lieu d'albite. Leur croûte externe est encore vitreuse. Deux analyses révèlent que contrairement à ce qu'on observe dans les Alpes la composition du centre et de la croûte des pillows est la même. La haute teneur en soude du magma, indiquée dans des analyses plus anciennes, n'est pas confirmée. On ne peut établir un parallélisme exact entre ces coulées en mer peu profonde, produit d'une phase magmatique tardive et les pillow lavas spilitiques des Alpes qui ont eu lieu dans un géosynclinal et correspondent à la phase magmatique initiale du cycle orogénique.

5. Tom. F. W. Barth (Oslo). – *Orogeny and Geochemistry.*

Was the earth created as a concentric ball with a ready made iron core followed by consecutive shells of silicates, and finally by water and air ? Or was it made as a more homogeneous object in which the concentric structure gradually developed through redistribution of the original matter ? Research in astronomy indicates that neither Mars nor the moon is made with an iron core and concentric structure. The inference is that the earth, likewise, was created without concentric structures, but that these features slowly developed through geochemical migration. The opposite way of evolution is impossible. If one starts with a homogeneous earth, a vertical transport of the various components will take place with some rising and some sinking in an attempt to attain the equilibrium conditions required in the gravitational field. Thus for

example iron will concentrate at lower depths, while oxygen will concentrate in the opposite direction. Thus the making of a concentric earth was necessarily accompanied by a degassing of the earth: No concentric shells, no degassing—strong layering strong degassing. Degassing means a contraction of the interior of the earth. The effect on the solid crust would be folding, thrusting and, generally, mountain building. It is significant that no folded mountains exist in either Mars or the moon.

Literature used in the lecture

1. *Brewer, Leo:* The equilibrium distribution of the elements in the earth's gravitational field. Jour. Geol., vol. 59, 1951, pp. 490–497.
2. *Brown, Harrison:* Rare gases and the formation of the earth's athmosphere; *in* The Atmosphere of the Earth and the Planets. Edited by G.P. Kuiper, Univ. Chicago Press 1949.
3. *Kulp, J.L.:* Origin of the hydrosphere. Bull. Geol. Soc. Am., vol. 62, 1951, pp. 326–330.
4. *Urey, H.C.:* The origin and development of the earth and other terrestial planets. Geochim. & Cosmo-chim. Acta, vol. 1, 1951, pp. 209–277.
5. *Colloquium:* Plastic Flow and Deformation within the Earth. Trans. Am. Geophys. Union, vol. 32, 1951, pp. 497–543.

6. H. HUTTENLOCHER (Bern). – *Das Grimselgebiet im Lichte neuerer geologisch-petrologischer und mineralogischer Untersuchungen.* – Kein Manuskript eingegangen.

7. Sektion für Paläontologie

Sitzung der Schweizerischen Paläontologischen Gesellschaft

Sonntag und Montag, den 24. und 25. August 1952

Präsident: Prof. R. F. Rutsch (Bern)
Sekretär: F. Burri (Biel)

1. René Hantke (Zürich). – *a) Die wahre Natur von Carpinus pyramidalis, Hiraea expansa, Dodonaea pteleaefolia und Laurus princeps; b) Obermiozäne Pflanzengesellschaften*.*

2. Eduard Gerber (Bern). – *Über ein bemerkenswertes Pferdegrab bei Tramelan-dessus*.*

3. Manfred Reichel (Basel) und E. Kuhn (Zürich). – *Über Haifischwirbel aus der Kreide der Préalpes médianes*.*

4. Bernhard Peyer (Zürich). – *Über Funde von Fischzähnen aus dem südalpinen Lias*.*

5. Bernhard Peyer (Zürich). – *Über einen Gebißrest von Lepidotus aus dem Malm von Thayngen (Kanton Schaffhausen)*.*

6. Emil Kuhn (Zürich). – *Der Schädel von Macrocnemus*.*

7. Joh. Hürzeler (Basel). – *Die Säugetierfaune aus der oberen Süßwassermolasse von Rümikon bei Winterthur (Zürich)*.*

8. Paul Brönnimann (Trinidad). – *Note on planctonic Foraminifera from Danian localities of Jutland, Denmark*.*

9. Rolf Rutsch (Bern). – *Gesetz und Zufall in der paläontologischen Überlieferung*.*

10. O. H. Schindewolf (Tübingen). – *Evolution im Lichte der Paläontologie*.*

* Die Referate werden ungekürzt im «Jahresbericht der Schweizerischen Paläontologischen Gesellschaft» veröffentlicht.

8. Sektion für Botanik

Sitzung der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft

Sonntag, den 24. August 1952

Präsident: Prof. G. Blum (Fribourg)
Sekretär: Dr. A. Gast (Arlesheim)

1. Heinz Kern (Zürich). – *Über die Beziehungen zwischen Alkaloidgehalt und Krankheitsresistenz bei verschiedenen Tomatensorten.*

Der Pilz Fusarium lycopersici verursacht eine Welkekrankheit zahlreicher Tomatensorten. Die verschiedenen Rassen des Erregers unterscheiden sich stark in ihrer Pathogenität; die Tomatensorten ihrerseits unterscheiden sich in ihrer Anfälligkeit. Dementsprechend nimmt die Krankheit bei jeder Erreger-Wirt-Kombination einen bestimmten Verlauf. Der Pilz vermag in allen Fällen vom Erdboden her in die Wurzeln einzudringen; die Infektionsfähigkeit ist also überall gleich. Unterschiedlich ist dagegen die Fähigkeit des Erregers, sich im Wirt auszubreiten. Ein pathogener Pilzstamm durchwächst die Gefäße einer anfälligen Pflanze bis in die Blattstiele hinauf und bringt durch seine toxischen Stoffwechselprodukte Blätter und Stengel zum Absterben. Anderseits bleibt ein wenig pathogener Erreger in einer resistenten Pflanze auf die Wurzel lokalisiert, und die oberirdischen Pflanzenteile erkranken nicht.

Es wurde nun versucht, zur Erklärung dieser Unterschiede den Alkaloidgehalt der Pflanzen heranzuziehen. Die verwendeten Tomatensorten enthalten Tomatin, das Glykosid eines Steroidalkaloids. Es wirkt auf bestimmte Pilze deutlich toxisch; seine Giftwirkung für das Fusarium lycopersici ist jedoch sehr gering. Umgekehrt ist Tomatin bei allen geprüften Tomatensorten besonders in Wurzel und Stengel nur in kleinen Mengen vorhanden; auf Grund der erhaltenen Zahlen sind sie zu gering, um das Wachstum des Pilzes zu hemmen. Auch die Toxinbildung des Erregers in vitro wird durch die Zugabe von Tomatin zur Nährlösung nicht beeinflußt, und die Toxine des Pilzes werden durch Tomatin nicht desaktiviert. Die Ergebnisse dieser Versuche sprechen somit gegen eine Bedeutung des Tomatins als Resistenzfaktor der Tomaten gegen das Fusarium lycopersici. Es muß versucht werden, die Verhältnisse anders zu deuten, z. B. mit Hilfe anderer Inhaltsstoffe der Wirtspflanzen oder auf Grund unterschiedlicher chemischer Leistungen der einzelnen Pilzstämme.

2. MAURICE-ANDRÉ ROULET (Berne). – *Séparation de «variants» physiologiques de Phycomyces. Isolement d'une souche fortement pigmentée. Contribution à l'étude de la caroténogenèse.*

Dans une publication récente[1] nous avons décrit une souche de *Phycomyces* à croissance lente et à spores rondes. Au cours de nouvelles expériences, nous avons précisé certains phénomènes et observé de nouvelles dissociations.

Dans le milieu nutritif liquide, au moment de la germination des spores inoculées provenant d'une culture S2 arrivée à maturité, apparaissent des thalles fortement colorés en jaune. On distingue facilement ces formes particulières parmi les autres germinations plus nombreuses. En isolant stérilement ces germinations à l'aide d'un crochet et en lavant le jeune thalle dans l'eau pour le débarrasser des spores qui adhèrent, il est possible d'obtenir sur agar-moût de bière, une culture jaune foncé d'un type nouveau. Dans ce milieu, au cours de la croissance, nous observons une production de sporanges noirs contenant des spores rondes. Après quelques repiquages à l'aide d'une suspension de ces spores, le caractère jaune du thalle se perd et la culture revient au type S2. Nous avons observé ce phénomène avec un thalle isolé le 22. 2. 51 qui a perdu ses nouvelles qualités après trois repiquages déjà. Le 21. 1. 52 nous avons pu isoler à nouveau cette forme jaune et continuer ainsi nos observations. La spore récoltée semble incapable de reproduire dans toutes ses qualités, le thalle dont elle est issue. Bien au contraire, le repiquage fait par des suspensions de spores provoque un retour rapide à la forme S2. Nous avons empêché ce retour en inoculant sur milieu solide des fragments de thalles très jeunes. Il a même été possible d'inhiber la formation de spores en laissant les cultures à basse température (9° C — 12° C) pendant 25 jours de croissance. En combinant ces deux procédés nous avons pu conserver la souche jaune pendant au moins quinze repiquages successifs. Nous désignons cette souche par l'abréviation S 23. Lorsque les cultures sont faites à 18° C ou plus, le retour à la forme initiale S 2 est inévitable après deux à trois repiquages.

Une analyse microscopique du thalle jaune démontre que la membrane n'a pas de pigments et que dans les pointes des sporangiophores, qui ne produisent pas de sporanges, se trouvent des substances jaunes sous forme de très fines plaquettes. Une partie des pigments est constituée par des caroténoïdes[2].

L'ensemble de nos observations fait croire à la présence de nombreuses spores ayant des caractères divers. Lorsqu'on les isole, elles donnent lieu à des «variants» morphologiques et physiologiques plus ou moins stables et plus ou moins difficiles à garder en culture; les caractères peuvent être fugitifs. Dans certains cas, des artifices expérimentaux tels que nous les décrivons dans ce travail, permettent de conserver ces nouvelles souches.

---

[1] M.-A. Roulet: Experientia, vol. VII/5, 1951, p. 177.
[2] W.-H. Schopfer: C. r. Soc. Biol., Paris, 118, 3, 1935.

3. Alfons Zehnder (Bremgarten 6). *Über das Mikroklima von Gesteinsoberflächen und deren Algenvegetation in den Tropen.* – Erscheint in den «Ber. der Schweiz. Botanischen Gesellschaft», Bd. *63* (1953).

4. Wilhelm Vischer (Basel). – *Primitivste Landpflanzen.*

Für die Ableitung der Archegoniaten sind verschiedene Theorien aufgestellt worden (z. B. Church, Zimmermann, ausgehend von «Thalassiophyten»; Fritsch, ausgehend von Chlorophyten). In Anlehnung an Fritsch werden einige Grünalgen beschrieben, die als primitivste heute lebende Landpflänzchen angesprochen werden können. Verschiedene Arten von Stigeoclonium zeigen verschiedenartiges Wachstum: Interkalares Wachstum ermöglicht nur das Zustandekommen eines filzigen Belages auf feuchter Oberfläche; apikales Wachstum kann deutliches Emporwachsen von «Luftsprossen» zur Folge haben. Heterotrichale Organisation, kombiniert mit streng apikalem Wachstum, ermöglicht die Gliederung in regelrechte Luftsprosse und rhizomartige «Ausläufer» (Caespitella). Aber über das Stadium einfacher Luftfäden kommen solche Gattungen nicht hinaus, solange keine Zellteilungen in Längsrichtung stattfinden.

Bei Pleurococcus Naegeli, Pseudendoclonium, Pseudopleurococcus usw. teilen sich Fadenzellen manchmal in verschiedener Richtung, und so entstehen etwas parenchymatische Fäden, deren Zellen sich gegenseitig schützen. Damit ist ein weiterer Schritt getan in Richtung wirklicher Land- und Luftpflanzen. Eigentliche Heterotrichie ist bei den genannten Formen kaum angedeutet.

Besonders hübsch zeigt die indische Gattung Fritschiella, wie einfache Anpassung an Luftleben durch eine Grünalge, die noch die Fähigkeit zu Zoosporen- und Gametenbildung besitzt, realisiert ist.

Am weitesten geht die Anpassung an das Luftleben bei der Gattung Prasiolopsis Vischer, bei der parenchymatische, schwach verzweigte Luftsprosse gebildet werden. Freilich stellt Prasiolopsis in bezug auf Reduktion der Vermehrungszellen auf Aplanosporen eine abgeleitete Form dar.

Mit Prasiolopsis haben primitive Prothallien eine große habituelle Ähnlichkeit. Durch Annahme einer Fixierung des bei einigen Grünalgen angedeuteten Generationswechsels und Lokalisierung der bei Fritschiella vorhandenen Gameten- und Zoosporenbildung (Tetrasporenbildung) lassen sich wohl die Archegoniaten viel ungezwungener von primitiven Landgrünalgen ableiten als von rein hypothetischen «Thalssiophyten». (Siehe: Vischer, W., «Berichte der Schweiz. Bot. Ges.», 1953, Bd. 63, S. 169–193.)

5. Walter Rytz (Bern). – *Die Konnektivblasen bei Salsoleen und ihre morphologische Bewertung* (mit Projektionen).

Durch die Freundlichkeit von Herrn Ing. agr. Alfred Gysel, Liebefeld bei Bern, erhielt der Vortragende eine Anzahl von Pflanzen aus den

Steppen und Wüsten von Afghanistan, die Herr Gysel dort im Sommer 1951 gesammelt hatte, darunter auch einige Salsoleen (Chenopodiaceen), deren Bestimmung Herr P. Aellen in Basel durchführte, jene der meisten übrigen Arten aber Dr. A. Huber-Morath in Basel.

Die Mehrzahl dieser Salsoleen zeichneten sich durch auffallende Blasen an den Enden der Staubblätter aus; sie sollen hier näher beschrieben und ihre morphologische Bewertung versucht werden. Sie waren schon von jeher den Sammlern und Systematikern aufgefallen, und Al. Bunge bildete dieselben bei 19 Arten ab (1880). Die erwähnten Blasen, die bis ½ cm lang und bei einigen ebenso breit sein können, bilden die Enden der sog. Konnektive, der Verbindungsstücke zwischen den beiden Antherenhälften. Diese Konnektive gehen nun nicht grenzlos in die Filamente über, sondern zeigen eine deutliche Abgliederungsstelle, ein Gelenk, wo die Antheren denn auch leicht abbrechen. Bunge zeichnet lauter abgebrochene Antheren.

Nun sind solche Konnektivblasen einzig bei Salsoleen nachgewiesen, jedoch finden sich bei den allerverschiedensten Phanerogamenfamilien Konnektivbildungen, die – abgesehen von Blasen – mit den Salsoleen-Konnektiven verglichen werden können: kegelförmige Spitzen, lang ausgezogene bis sehr lange Endigungen (Nerium Oleander). Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Konnektivblasen, die stets auffallend gefärbt sind – rot, gelb, violett, weiß –, die Rolle von Schauapparaten zu übernehmen haben, um so mehr, als eine entsprechende Blumenkrone nicht vorhanden ist. Merkwürdig ist, daß bei dem hauptsächlich untersuchten Halarchon vesiculosus die dunkelrosa gefärbten, fast ½ cm langen Konnektivblasen fast knieförmig abgewinkelt sind und dadurch noch mehr wie Kronblätter erscheinen und daß dabei der Staubfaden zum gesamten Konnektiv hebelartig beweglich ist. Allerdings brechen die Antheren an den Gelenken zum Filament leicht ab (die Zeichnungen Bunges zeigen samt und sonders abgebrochene Antheren). Die Bedeutung des Gelenkes und auch die der abgewinkelten Konnektivblasen ist in ihrer biologischen Bedeutung noch unklar.

Herbarmaterial kann schwerlich eine Lösung dieser Fragen bringen, dazu bedarf es der Beobachtung am Standort der Pflanze selber und Untersuchungen an aus Samen gezogenem frischem Material mit ganz jungen Stadien.

6. Gebhard Blum und Anton Schönenberger (Freiburg). – *Über die Saugkraft des Kambiums.*

Die Saugkraft des Kambiums, über die noch recht wenig bekannt ist, wurde an Stämmen einiger einheimischer Laubhölzer untersucht. Sie ist mit der Hebelmethode in radialer Richtung gut und leicht meßbar, unter gewissen Bedingungen aber auch in tangentialer Richtung bestimmbar. Als wesentliche Resultate seien folgende genannt: Im Stamm nimmt die Saugkraft von unten nach oben zu. Z. B. Esche, Mai, von 11 auf zirka 14 Atm in 0,6 bzw. 5,6 m Höhe. Bei stark exzentrischen Stämmen

oder Ästen liegt die höhere Saugkraft auf der Seite des stärkeren Zuwachses, in horizontalen Ästen entsprechend auf der epinastischen Seite. Die Saugkraft des Kambiums ist im Gegensatz zu den Blatt- und den äußeren parenchymatischen Zellen des Stammes unabhängig von den Außenfaktoren (Regen, Temperatur, Luft). Sie steht vielmehr in Beziehung zur Leitung der Assimilate; infolgedessen zeigt sie in der Nacht bedeutend höhere Werte als am Tag, aber nur während des Sommers; zur Zeit der Vegetationsruhe hingegen zeigen die Saugkraftwerte innert 24 Stunden kaum eine Änderung. Sehr ausgeprägt sind die periodischen Schwankungen im Verlaufe eines Jahres mit zwei Maxima, einem im Sommer (Leitung der Assimilate in den benachbarten Siebröhren), dem anderen im Winter (Magazinierung der Assimilate) und zwei Minima im Frühling und Herbst.

Es haben noch gesprochen: Heinz Kern, Thalwil; Pierre Reußer, Zürich; Max Welten, Spiez.

9. Sektion für Zoologie und Entomologie

Sitzung der Schweizerischen Zoologischen Gesellschaft zusammen mit der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft

Sonntag, den 24. August 1952

Präsidenten: Prof. H. MISLIN (Basel) und
Prof. P. BOVEY (Zürich)
Sekretär: Dr. H. NÜESCH (Basel)

1. FRITZ BALTZER (Bern). – *Einige Beobachtungen über Sicheltänze bei Bienenvölkern verschiedener Herkunft.* – Kein Manuskript erhalten.

2. FRITZ SCHNEIDER (Wädenswil-Zürich). – *Weitere Untersuchungen über die optische Orientierung der Maikäfer.*

Als Ergänzung zu den Beobachtungen in den Schwärmbahnen verwendeten wir dieses Jahr Einzelkäfer von Melolontha vulgaris und M. hippocastani. Das Material wird im Frühjahr ausgegraben, sofort auf 2° C abgekühlt, in Kisten mit lehmiger Erde pikiert und bei Bedarf ins Laboratorium unter eine Lampe gestellt. Die flugreifen Käfer graben sich empor, werden jedoch durch diffuses Tageslicht oder elektrisches Licht immobilisiert; sie werden einzeln in lichtdurchlässige Drahtkäfige übertragen und unter Vermeidung jeder Verdunklung, welche sie vorzeitig aktivieren würde, nach dem Versuchsort gebracht. Man kann die Tiere vom Standort aus 100 bis 200 m weit verfolgen, wenn man ihnen einen schmalen Seidenpapierstreifen anklebt.

Melolontha vulgaris bevorzugt beim ersten Ausflug hohe Silhouetten (Hypsotaxis), während M. hippocastani nach nahen Baumformen, die nicht oder kaum als Silhouetten hervortreten, fliegt (Formensehen). Fehlen Silhouetten oder Baumformen, so verhalten sich beide Arten ähnlich und es besteht mehr ein gradueller als prinzipieller Unterschied im Orientierungsmodus.

Die Auswahl der höchsten Silhouette erreicht zwischen Attraktionsflächen von ähnlicher Höhe, Form und Struktur eine bedeutende Präzision. Unter folgenden Bedingungen fliegen die Käfer nicht unbedingt nach der höchsten Silhouette innerhalb ihres Sehbereichs von etwa 3 km:

1. Wenn die höchste Silhouette schmal ist (maßgebend ist nicht die maximale, sondern die mittlere Silhouettenhöhe bezogen auf eine

Panoramabreite von 50–90°). 2. Wenn zwei gegenüberliegende Silhouetten in ihrer tatsächlichen Höhe stark differieren, verschiebt sich die Flugscheide etwas nach der größern Erhebung (z. B. vom Wald gegen einen gegenüberliegenden Berg). 3. Eine Wolkenwand vermindert die Attraktionswirkung einer davor stehenden Silhouette. 4. Wenn die Käfer durch Regenwetter tagelang im Boden zurückgehalten werden, können sie photopositiv umgestimmt werden und bevorzugen dann unabhängig von der Silhouettenhöhe den Horizont am hellen Westhimmel. Trotz dieser Komplikationen ist eine Prognose der Flugrichtung von Melolontha vulgaris im Gelände in der Regel gut möglich, sofern man nicht nur die Höhe, sondern auch die Breite und Distanz der umliegenden Silhouetten berücksichtigt und sich nicht zu nahe an die unbestimmten Zonen der theoretischen Flugscheiden heranwagt.

(Ausführlichere Darstellung in den «Mitteilungen der Schweiz. Entomolog. Gesellschaft», Band 25, Heft 4, S. 269–340, 1952.)

3. R. Zinkernagel, E. Müller (Basel). – *Kreuzungsversuche mit Attagenus piceus Oliv. (Dermestidae).*

Es wird auf die frühere Mitteilung (9. Internationaler Entomologenkongreß, Amsterdam 1951) hingewiesen, in der der Nachweis zu erbringen versucht wurde, daß unter der Bezeichnung Attagenus piceus Oliv. zwei verschiedene Formen erfaßt werden.

Die morphologischen Unterschiede bezüglich Fühlerfarbe und Fühlerform der als «yellow» und «black» bezeichneten zwei Formen haben sich weiterhin bestätigt, hingegen zeigen Kreuzungsversuche, daß die «yellow»- und «black»-Formen sich in Ausnahmefällen auch kreuzen lassen. Diese Kreuzungen ergeben in der F_1 phänotypisch «black», scheinen sich aber in der F_2 nicht, wie erwartet, aufzuspalten. Weiterhin liegen Anzeichen vor, daß auch die Gruppe «black» nicht einheitlich ist.

Die Trennung in zwei Arten ist anhand der vorgelegten Resultate nicht einwandfrei vorzunehmen. Da Attagenus piceus als Testinsekt für Prüfungen von «Mottenschutzmitteln» dient, ist eine Differenzierung der verschiedenen Formen wichtig, um die Prüfungsbedingungen definieren zu können. Es wird nachgewiesen, daß die beiden Formen «black» und «yellow» verschiedene Prüfungsresultate ergeben.

4. René Bovey (Lausanne). – *Etude de la structure de quelques membranes nucléaires à l'aide du microscope électronique et de la microdissection.* – Pas reçu de manuscrit.

5. Paul Vonwiller (Rheinau). – *Über Neurofibrillenfärbung.*

Die Existenz der Neurofibrillen wird von manchen Autoren abgelehnt (Baud), von anderen dagegen zwar angenommen, aber nicht als ein unbedingt nötiges Element für die Reizleitung aufgefaßt (Jabonero), wieder von anderen als konstantes Bauelement der nervösen Strukturen betrachtet.

Die herkömmlichen Methoden, vitale Methylenblaufärbung und die Silberimprägnationen, haben gewisse Nachteile, welche es wünschbar erscheinen lassen, eine einfache, rasche und sichere Methode zu ihrer Darstellung zur Verfügung zu haben.

Frühere Beobachtungen haben uns gezeigt, daß in unseren Netzhautfärbungen mit Trypanblau und mit Nigrosin oft die Neurofibrillen der sog. äußeren Horizontalzellen eine außerordentlich deutliche Neurofibrillenstruktur aufwiesen, die sich auch mit der folgenden Methode ebenfalls darstellen läßt. Weitere Versuche wurden an den Riesennervenfasern der Bauchganglienkette des Regenwurmes durchgeführt, wo uns der ganze Querschnitt mit feinsten Neurofibrillen übersät schien, währenddem Adey an einer australischen Regenwurmspezies nur eine große, zentrale Neurofibrille in diesen Riesennervenfasern vorfand.

Aber unsere Hauptobjekte waren der Nervus ischiadicus und andere Nerven von Fröschen und Kröten, die wir nach folgender Methode behandelten: Lebensfrisches Material wurde in Flemmingscher Flüssigkeit fixiert, mit Kalibichromat nachbehandelt, in Zelloidinparaffin eingebettet, 5 bis 1,5 Mikron dick geschnitten, nach Ruyter aufgeklebt und die Schnitte einige Stunden bis Tage im Thermostaten in unserem Wasserblau-Alkohol-Essigsäure-Gemisch gefärbt. Manchmal gelingt eine nachträgliche rote Kernfärbung mit Eosin. Hernach wurden die Präparate wie gewohnt entwässert und in Balsam eingeschlossen. Die Neurofibrillen treten in unseren Präparaten scharf tiefblau gefärbt hervor und finden sich über die ganze Breite des Achsenzylinders ziemlich gleichmäßig verbreitet, welcher den ganzen Raum innerhalb der Markscheide völlig ausfüllt. Bei den kleinsten, wahrscheinlich sympathischen Nervenfasern ist öfters nicht mehr zu unterscheiden, ob sie noch ein Bündel oder nur mehr eine einzige Neurofibrille enthalten, da wir uns der Grenze der mit dem Lichtmikroskop noch deutlich sichtbaren Strukturen nähern.

Daß unser Wasserblau-Alkohol-Essigsäure-Gemisch eine besondere Affinität zu Nervenstrukturen besitzt, wird auch durch die damit gelungene Färbung der Halterennerven von Dipteren bewiesen, wo es möglich war, sie von den Sinneshaaren an durch das ganze Organ bis in den Stamm, der in den Stiel der Haltere übergeht, zu verfolgen.

6. H. Morgenthaler (Liebefeld). – *Über den Nukleinsäuregehalt im Ovar der Bienenkönigin.*

In der Versuchsanstalt Rothamsted, England (Dr. C. G. Butler), und in der Bienenabteilung Liebefeld (Labor W. Fyg) wurden die Ovarien von 18 Bienenköniginnen mit den Methoden nach Feulgen und Brachet auf ihren Nukleinsäuregehalt untersucht. Es ergaben sich die gleichen Verhältnisse, wie sie von andern tierischen und pflanzlichen Organen bekannt sind (vergleiche Brachet, «Embryologie chimique 1947» und «Actualités biochimiques», Nr. 16, 1952): Desoxyribonukleinsäure kommt nur in den Kernen vor; Ribonukleinsäure ist im Plasma und in den Nukleolen lokalisiert. In dem Abschnitt der Ovariolen, wo Wachstum

und Differenzierung der Eizellen vor sich gehen, wo also der Stoffwechsel am größten ist, ist am meisten Ribonukleinsäure.

Die späteren Eizellen können an ihrem größeren Ribonukleinsäuregehalt erkannt werden, bevor sie sich morphologisch von den übrigen Zellen, den spätern Nährzellen, unterscheiden. Das basophile Material der Nährzellen wird größtenteils in Form von Ribonukleinsäure in die Eizelle übergeführt. Die Nährzellen zeigen dabei zytologische Erscheinungen degenerierender Gewebe. Nach Brachet und eigenen Beobachtungen nimmt der Ribonukleinsäuregehalt absterbender Zellen in Kern und Plasma zu. Eine solche Zunahme konnte aber in den Nährzellen nicht nachgewiesen werden. Das würde darauf hindeuten, daß die Nährzellen offenbar noch einige Zeit lebend bleiben, vielleicht mindestens so lange, bis sie ihre Aufgabe – Weitergeben von Baustoffen an die Eizelle – erfüllt haben.

7. R. Weber und F. E. Lehmann (Bern). – *Die regenerationshemmende Wirkung von Aminoketonen in Abhängigkeit vom Lösungsmittel* [1]. (Aus der Abteilung für Zoophysiologie des Zoologischen Institutes der Universität Bern.)

1. Es werden Versuche über die Hemmwirkung von Aminoketonen auf die Regeneration des Schwanzes von *Xenopus-Larven* vorgelegt, wobei die Frage nach dem Einfluß des Lösungsmittels auf die Stoffwirkung im Vordergrund steht.

2. Mit $^1/_{120}$-m-Phosphatgemischen der pH-Stufen 7,3–7,5 und 5,5 wie auch A. dest. als Lösungsmittel läßt sich die Hemmwirkung von drei chemisch einander nahestehenden Aminoketonen systematisch variieren:

a) *Maximale Hemmwirkung*, eventuell mit gleichzeitig erhöhter Toxizität im leicht alkalischen Puffergemisch (pH = 7,3–7,5).

b) Eine *mittlere Hemmwirkung* in A. dest., die sich unter Umständen bei hohen Stoffkonzentrationen (→ Toxizitätsgrenze) der alkal. Wirkungskurve stark nähert, d. h. die dort die gleiche Wirkung entfaltet.

c) Eine nur *geringe Hemmwirkung* im sauren Puffergemisch (pH = 5,5).

3. Die erhaltenen Befunde bestätigen eindeutig die schon früher geäußerte Annahme einer Unstabilität der Aminoketone in wäßriger Lösung. Diese Stoffe setzen sich bevorzugt in alkalischer Lösung (pH 7,5–9) um, wobei sich ihre Regenerationshemmung ganz beträchtlich erhöht.

4. Aus unsern Versuchen ergeben sich keine Anhaltspunkte dafür, welcher Chemismus der postulierten *Stoffumwandlung* zugrunde liegt, auch über die chemische Konstitution der eigentlich wirksamen Substanz können wir nichts aussagen.

---

[1] Ausgeführt mit Unterstützung der Eidg. Kommission zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung aus Arbeitsbeschaffungsmitteln des Bundes.

Eine ausführliche Arbeit, gemeinsam mit H. Aebi, erscheint in Helvetica Physiol. Pharmacol. Acta.

Literatur

Dettelbach, H. R.: Histostatic and Cystostatic Effects of some Aminoketones upon Tail Regeneration in Xenopus Larvae. Rev. suisse zool. *59*, 1952.

Lehmann, F. E., Bretscher, A.: Wirkungsanalyse regenerationshemmender Stoffe mit Hilfe statistischer Methoden. Helv. Physiol. Acta *10*, 20, 1952.

Lehmann, F. E., Bretscher, A., Kuehne, H., Sorkin, E., Erne, M., und *Erlenmeyer, H.:* Über die chemischen und biologischen Eigenschaften einiger *a*-Aminoketone. Helv. Chem. Acta *33*, 1217, 1950.

Lehmann, F. E., Dettelbach, H. R.: Histostatische Wirkungen von Aminoketonen auf die Schwanzregeneration der Xenopus-Larve. Rev. suisse zool. *59*, 253, 1952.

Linder, A.: Statistische Methoden für Naturwissenschafter, Mediziner und Ingenieure. Basel 1945.

8. Karl Theiler (Zürich). – *Zur Entstehung von Spaltwirbeln bei kurzschwänzigen Mäusen.*

Ein Spaltwirbel ist eine besondere Wirbelmißbildung, die dadurch charakterisiert ist, daß der Wirbelkörper durch eine sagittale Spalte in zwei isolierte Hälften zerfällt. Wirbelbogen und -fortsätze können dabei ganz normal gestaltet sein. Über die Entstehung existieren nur Hypothesen. Bei der Maus sind jedoch in neuerer Zeit Mutationen bekannt geworden, welche gestatten, die Entwicklung durch alle Stadien zu verfolgen. Ich beschränke mich auf die Schilderung der kurzschwänzigen Maus *Short Danforth* (*Sd*), bei welcher Frau *Gluecksohn* das gelegentliche Vorkommen von Spaltwirbeln festgestellt hat.

Der Faktor *Sd* wirkt sich erst nach dem 10. Embryonaltag aus. Er bewirkt dann – neben anderen Effekten – den überstürzten Zerfall der gesamten Chorda. Besonders bei homozygoten Tieren ist er beschleunigt, bei heterozygoten weniger. Die Verknorpelung der Wirbelkörper ist dagegen verlangsamt, besonders beim homozygoten Tier. Serienschnitte und Rekonstruktionen durch 56 Tiere ergaben:

1. Die Spaltbildung ist nur für Homozygote charakteristisch. Sämtliche untersuchten *Sd*/*Sd*-Tiere wiesen sie auf.

2. Sie findet sich immer im caudalen Abschnitt, gewöhnlich vom 3. oder 4. Lendenwirbel an. Seltener im cranialen Abschnitt, wo der Epistropheus betroffen wird.

3. Die Chorda wird in den erwähnten Regionen bei den *Sd*-Mäusen besonders früh von der Reduktion erfaßt.

Wie ist die Spaltbildung bei der *Sd*-Maus zu erklären? Sie wird dadurch bewirkt, daß das Mesenchym der Wirbelkörper, das von den seitlich liegenden Sklerotomen stammt, schon *vor* der Vereinigung zu einer einheitlichen Masse verknorpelt. Die Wanderung der Sklerotomzellen erscheint verzögert. Warum ist dies nur im caudalsten, z. T. noch im cranialsten Gebiet der Fall?

Die Bildung der Wirbelkörper befolgt nicht das Gesetz der craniocaudalen Entwicklung. Sie ist im untersten Brustgebiet stets am weitesten fortgeschritten und bleibt nach caudal stark, nach cranial etwas weniger zurück. Der Zerfall der Chorda trifft also im Schwanzgebiet,

z. T. auch in der obersten Halsregion, ein sehr junges, natürlich noch mesenchymatöses Stadium. Da die Chorda in diesen Abschnitten dazu besonders stark betroffen wird, können die Befunde durch folgende Annahme erklärt werden:

Die Chorda wirkt in einem sehr frühen Stadium als Sammellinie für das Mesenchym der Wirbelkörper. Bei den heterozygoten Tieren wird diese kritische Phase noch überwunden, da der Chordazerfall später einsetzt. Beim homozygoten Tier wird sie in der caudalsten, oft auch in der cranialsten Partie nicht mehr überstanden, das Mesenchym bleibt seitlich liegen und verknorpelt an Ort und Stelle. Die übrigen Anteile der Wirbel (Bogen, Fortsätze), die nicht mehr in direkter Beziehung zur Chorda stehen, werden dagegen nicht betroffen.

9. Ruth Lotmar (Zürich). – *Blutkreislauf und Entzündungsvorgang im Mesenterium des Frosches. Filmdemonstration.* – Kein Manuskript erhalten.

Es hat noch gesprochen: Walter Huber, Olten.

10. Sektion für Anthropologie und Ethnologie

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie und Ethnologie

Sonntag, den 24. August 1952

Präsident: Prof. E. ROHRER (Bern)

1. PIERRE-W. MORGENTHALER et CHARLES-ALBERT BAUD (Genève) – *Ultrastructure et fossilisation. – Recherches sur l'os humain.*

N°	Age	Provenance	Terrain	Biréfringence
1	Magdalénien (~12 000 ans)	Station de Veyrier, Haute-Savoie (France)	Calcaire	Partout présente, forte
2	Néolithique (~ 4000 ans)	Collombey (VS) (à nu sous dalle)	Calcaire et éléments cristallins de décomposition morainique	Partout présente, faible
41	id.	Collombey (VS) (bien enterré)		Partout présente, forte
3	Bronze (~ 3000 ans)	La Baraque (NE)		Limitée à quelques plages, faible
4	Hallstatt (~ 2500 ans)	La Baraque (NE)		En général forte, nulle dans quelques plages
5	Romain (~ 1800 ans)	Saxon (VS)	Schistes argileux	Nulle, sauf en bordure des canaux de Havers
6	Burgonde (~ 1300 ans)	Ecublens (FR)	Graviers morainiques surtout calcaires	Limitée à quelques plages, faible
7	~ 500 ans	Genève	Terre et graviers (terrain remanié)	Limitée à quelques plages, faible

L'ultrastructure de l'os humain fossile n'a pas fait jusqu'ici l'objet d'études détaillées, principalement à cause des difficultés d'obtention

de coupes minces destinées à l'observation microscopique. Après avoir mis au point une technique d'inclusion dans les résines synthétiques[1] qui préserve bien l'ultrastructure[2], il nous a été possible de réaliser des coupes minces par usure et polissage d'os humains fossiles ainsi inclus. Dix préparations ont été observées au microscope polarisant, et nos premiers résultats sont résumés dans le tableau ci-devant.

Tous les échantillons examinés montrent un tissu osseux compact bien reconnaissable au microscope, avec des systèmes de Havers dont le nombre, la taille et la répartition sont normaux; le dessin de la texture lamellaire n'est pas discernable dans les plages non biréfringentes. La biréfringence observée est qualitativement identique à celle de l'os actuel; elle prouve donc le maintien de l'ultrastructure normale. Ces données nous permettent de distinguer trois types de fossilisation, suivant que l'ultrastructure est conservée entièrement, ou seulement dans certaines zones, ou complètement détruite. Le maintien de l'ultrastructure dans l'os fossile ne dépend pas de l'âge, et pas entièrement de la nature du terrain. L'état de décomposition de l'os au début de la fossilisation, et les conditions locales du milieu, ont certainement aussi leur importance.[3]

Institut d'Anthropologie, Institut d'Anatomie, Université de Genève.

2. Hans Dietschy (Basel). – *Zur Deutung der geographischen Verbreitung von Elementen der Sozialorganisation.*

Wollen wir eine soziale Institution nicht historisch-individualisierend (idiographisch) auf ihre Rolle innerhalb einer bestimmten Gesellschaft hin untersuchen, sondern (nomothetisch) auf ihre bei den verschiedensten Völkern regelmäßig wiederkehrende Verbindung mit andern Institutionen hin, so steht uns als sozialwissenschaftliches Experiment die vergleichende Methode zur Verfügung. Die – streng genommen – historisch einmaligen «Elemente» werden abstrahierend als identische «Formen» oder «Qualitäten» aufgefaßt und bei den verschiedensten Völkern aufgesucht. Praktisch erreichen wir aber immer nur einen Bruchteil, eine Stichprobe, aller vergangenen und gegenwärtigen Völker. Der Prozeß wird mit einer zweiten, dritten «Form» usw. wiederholt. Daraufhin vergleicht man die unterschiedliche Verteilung der Formen. Mit andern Worten werden Korrelationen festgestellt, es ist ein statistisches Verfahren. Praktisch konfrontiert man jeweilen zwei und zwei Erscheinungen, man stellt fest, wo beide, wo nur die eine, wo nur die andere und wo keine der beiden vorkommt. Das Kartenbild kann auch als Vierfeldertafel (à double entrée) wiedergegeben werden, und da beide Darstellungsarten auf den ersten Blick über die Tragweite der Korrelation täuschen können, ist oft eine Verrechnung mit Hilfe der Yuleschen

---

[1] *J. Coudert* et *Ch. Baud:* Ann. Parasitol., 1946, *21*, 177: Bull. Soc. Linn., Lyon, 1946, *15*, 56.

[2] *Ch.-A. Baud* and *M.-J. Dallemagne:* Science, 1949, *110*, 2847, 90.

[3] A paraître dans: Arch. suisses d'Anthr. gén., Genève, 1952, *17*, 1.

Korrelationsformel (Koeffizient Q) und des Snedecorschen χ^2-Testes zur Feststellung der Zuverlässigkeit angezeigt. Die «kulturhistorische» Methode nennt das korrelationsstatistische Verfahren «Quantitätskriterium», die vergleichend-soziologische Methode spricht von «konkomitanten Variationen». Nicht das experimentelle Verfahren trennt die beiden Richtungen, sondern die Deutung der festgestellten Verbreitung. Fußangeln sind in beiden Fällen die «fallacy of misplaced concreteness» beim «Formkriterium», die möglicherweise schiefe Anlage der Stichprobe, die Verkennung des statistischen Verfahrens und seiner Erfordernisse usw. Die «kulturhistorische» Deutung lautet abgekürzt dahin, die (positive) Korrelation sei gemäß dem Gesetz der menschlichen Erfindungsträgheit historisch nur einmal zufällig entstanden und habe sich dann ausgebreitet. Die «soziologische» Deutung spricht davon, daß gemäß allgemeinmenschlichen Anlagen ähnliche Umstände im historischen Einzelfall Ähnliches hervorbringen. Diese Antithese ist nachgerade bekannt und unfruchtbar geworden. Was weniger beachtet wird, ist die logische Struktur der Deutung. Die experimentelle Feststellung: «Wo p, da r» wird, den sich bloß überschneidenden, nicht sich deckenden Verbreitungsfeldern der Korrelation durchaus gemäß, in die logische Implikation «Wenn p, dann r» verwandelt und durch ein kausal-final erklärendes, als plausibel nur gedachtes Mittelglied «q» zu einem Syllogismus ergänzt, der den Zusammenhang als sinnvoll verstehen läßt, etwa von der Form: «Aus „Mutterrecht" (p) folgt „Zurücksetzung der Männer" (q), daraus folgt als Reaktion „Männerbund" (r), daher folgt aus „Mutterrecht", „Männerbund" ($p \supset q : \supset : q \supset r \cdot \supset \cdot p \supset r$).» Die logisch korrekte Form einer Satzverbindung, die umgekehrt aus «Männerbund» «Mutterrecht» folgen ließe («Aus „Männerbund" folgt „Zurücksetzung der Männer", daraus folgt „Mutterrecht", daher folgt aus „Männerbund" „Mutterrecht" — $r \supset q : \supset : q \supset p \cdot \supset \cdot r \supset p$») wäre inhaltlich sinnlos. Das Bedürfnis nach diesem Rückschluß, das sich bei historischen Rekonstruktionen einstellt, hat Ethnologen wie Prähistoriker immer wieder zu der formal-logisch unhaltbaren Implikation einer umgekehrten Implikation geführt: «Wenn aus „Mutterrecht" „Männerbund" folgt, folgt aus „Männerbund" „Mutterrecht" ($p \supset q \cdot \supset \cdot q \supset p$).» Dieser logische Fehlschluß wird mit Vorliebe vertuscht durch das «organistische» Argument (Kultur und Gesellschaft als Organismus). Wir dürfen aber nicht ohne weiteres Voraussetzungen, die angesichts eines biologischen, wirklichen Organismus, einer geschlossenen Gestalt, Ergebnisse liefern (nämlich die Voraussetzung einer Konjunktion statt einer bloßen Implikation, z. B. «Wenn ein bestimmter Knochen [p] und ein bestimmter Skelettbau [q] konstant verbunden sind, dann folgt aus dem einzelnen Knochen [p] der Skelettbau [q] — $pq \cdot \supset \cdot p \supset q$»), übertragen auf die ganz andere Ebene der menschlich-gesellschaftlichen offenen Systeme, wo die menschliche Freiheit Wechselwirkungen hervorbringt, die je einmalig sind.

Es haben noch gesprochen: H. G. Bandi, Bern; E. Hug, St. Gallen; E. Leuzinger, Zürich.

11. Sektion für Medizinische Biologie

Sitzung der Schweizerischen Medizinisch-Biologischen Gesellschaft

Samstag und Sonntag, den 23. und 24. August 1952

Präsident: Prof. Dr. E. MARTIN (Genève)

La croissance normale et pathologique:
Symposium organisé par la Société suisse de Biologie médicale et la Société suisse d'Endocrinologie

1. ETIENNE WOLFF (Strasbourg). – *La croissance et la différenciation des organes embryonnaires des Vertébrés Amniotes en culture in vitro.*

La revue succincte de quelques-uns des résultats récemment obtenus par mes collaborateurs et moi-même montre le parti que l'on peut tirer des cultures d'organes embryonnaires. Appliquées aux caractères sexuels précoces, elles ont permis de résoudre certains problèmes morphogénétiques concernant:

1° La nature de la différenciation des explants de gonades, de syrinx, de canaux de Müller en dehors de l'organisme.

2° L'action directe des hormones sexuelles sur les explants isolés de l'organisme, aboutissant à l'inversion de leur mode d'autodifférenciation sexuelle

3° La sécrétion hormonale des explants gonadiques dans les expériences de parabiose directe et le comportement des gonades associées (phénomènes d'inversion sexuelle et d'intersexualité).

4° Les phénomènes de régression d'un organe rudimentaire isolé de l'organisme, en l'espèce les canaux de Müller de l'embryon mâle, et l'analyse de ces processus.

En ce qui concerne la physiologie de la nutrition, les recherches en cours tendent à apporter une contribution aux problèmes de la croissance en milieux synthétiques, des besoins azotés des explants, des acides aminés essentiels à leur croissance, des éléments adjuvants, et du pouvoir de synthèse des différents organes. Elles posent la question de savoir si des milieux de composition bien définie, qui d'ores et déjà ont rendu possible la croissance des explants, permettront de suppléer complètement les milieux à base d'extraits embryonnaires, en réalisant le même rythme de croissance et le même mode de différenciation.

2. Gian Töndury (Zürich). – *Embryonales Wachstum und seine Störungen.*

Nach einem kurzen Überblick über die ersten Vorgänge, die sich bei der Entwicklung des Wirbeltiereies abspielen, wurden die speziellen Fragen des embryonalen Wachstums und seiner Störungen am Beispiel der Augenentwicklung bei Triton alpestris erläutert.

Die erste Anlage des Auges bildet sich frühzeitig als bläschenförmige Ausstülpung des Prosenkephalons. Durch Einstülpung der nach außen gerichteten Schicht der Augenblase entsteht der Augenbecher. Die Retinaanlage sondert sich in drei Schichten. Mitosen finden sich nur in der äußeren, dem Pigmentepithel zugekehrten Zone. Diese wird deshalb als Matrix bezeichnet. In der mehrschichtigen mittleren Zone, der Mantelzone, machen sich schon früh die ersten Differenzierungsvorgänge bemerkbar. Die Zellen verlieren ihre Teilungsfähigkeit und werden zu Neuro- und Spongioblasten.

Die Differenzierung eines Organes verlangt Mitosen. Mitosen sind der Ausdruck für Wachstum. Bei Wachstumsvorgängen ist neben der Zellteilung, Spaltung der Chromosomen und der Zellorganellen die Verdoppelung der chemischen Bestandteile der Zelle von grundlegender Bedeutung. Diese werden aus Rohmaterialien synthetisiert, die im Dotter der Zellen enthalten sind.

Stark wachsende Zellen besitzen große Mengen Nukleinsäuren. In embryonalen Zellen kommen diese in zwei Formen vor: Die Thymonukleinsäure wird im Zellkern, die Ribosenukleinsäure im Zytoplasma, im Nukleolus und im Heterochromatin gefunden.

Beide Nukleinsäuren sind z. B. im befruchteten Amphibienei nachgewiesen worden. Die Ribosenukleinsäure nimmt mit Beginn der Gastrulation und während der Neurulation stark zu. Die Zellen der Augenblase enthalten erst wenig Ribonukleinsäure. Mit Einsetzen der Zellproliferation vermehrt sich diese, was sich in einer starken Zunahme der pyroninaffinen Körner in den Zellen äußert. In Zellen, die in voller Differenzierung begriffen sind, sich also nicht mehr teilen, nimmt ihr Gehalt hingegen mehr und mehr ab.

Organe, deren Nukleinsäurestoffwechsel sehr intensiv ist, sind sehr empfindlich gegen die verschiedenartigsten Noxen. Hier liegt der Schlüssel für das Verständnis von Störungen des embryonalen Wachstums, die zu Mißbildungen führen können.

Behandelt man z. B. Amphibienaugen im Stadium des Augenbechers mit weiblichen Sexualhormonen, die eine starke antimitotische Wirkung haben, dann werden die Proliferationsvorgänge in charakteristischer Weise gestört. Unter der Wirkung von Oestradiol 1:100000 werden alle neu hinzukommenden Mitosen in der frühen Metaphase blockiert und gehen schließlich zugrunde, so daß 96 Stunden nach Versuchsbeginn die Anlage der Retina ganz desorganisiert ist. Neben zerfallenen oder gestoppten Mitosen finden sich mehr oder weniger große Inseln von normaler Struktur.

Aus diesen Beobachtungen schließen wir, daß in der Retinaanlage zu Beginn des Versuches zwei Zelltypen enthalten waren. Die einen Zellen waren noch in voller Proliferation und wurden von der Hormonwirkung betroffen. Der Eintritt in die Mitose wurde zwar nicht unterdrückt, die Mitose selber aber in der frühen Metaphase blockiert. Daneben hatten Zellen der Mantelzone ihre Vermehrungsphase bereits abgeschlossen und konnten ihre bei Versuchsbeginn eingeleiteten Differenzierungsvorgänge ohne sichtbare Störung zu Ende führen. Zellen, die selbst nicht mehr teilungsfähig sind, werden also von der Hormonschädigung nicht betroffen.

Der Gehalt eines Organes an Ribosenukleinsäure erreicht sein Maximum im Moment des intensivsten Wachstums. Er nimmt mit Beginn der zytologischen Differenzierung ab und bleibt nur in solchen Zellen nachweisbar, die besondere Funktionen erfüllen, wie in Drüsen- und Nervenzellen.

Die einzelnen Embryonalorgane erreichen ihr Leistungsmaximum in verschiedenen Entwicklungsstadien. Diese Feststellung erklärt die phasenspezifische Auswirkung schädigender Agentien.

Anhand der Wirkung des Rubeolenerregers auf den menschlichen Keimling werden diese Verhältnisse eingehend besprochen. Für Interessenten wird auf die ausführliche Publikation des Vortrages in der Schweiz. medizinischen Wochenschrift verwiesen.

3. J.-A. Baumann (Genève). – *La croissance humaine au point de vue de la morphologie macroscopique.* Résumé[1].

Il est important de distinguer les processus de «différenciation» (modifications de structure microscopique ou macroscopique, et différences qualitatives) et de «croissance» proprement dite (augmentation, transformations quantitatives). Cependant il est bien évident que les deux sortes de processus sont le plus souvent combinées et progressent ensemble, bien qu'avec des rythmes différents, au cours du développement.

La différenciation permet certains diagnostics (étude radiologique des points d'ossification, formation des dents et leur éruption, apparition des caractères sexuels secondaires, modifications de la forme du corps ou de certaines de ses parties à des âges déterminés).

L'augmentation de masse, représentée par la croissance proprement dite, peut être enregistrée par les techniques de l'anthropobiométrie. Ces techniques sont bien connues des spécialistes. Cependant une mesure n'a de valeur que si on peut la rapporter à une table statistique, et si elle peut être interprétée par un médecin suffisamment cultivé dans ce domaine particulier pour saisir sa signification biologique générale.

Le mécanisme assez uniforme de la croissance rencontre au sein des divers tissus une sensibilité différente. Cette différence peut être absolue (la croissance du segment distal d'un membre est normalement

[1] Le travail paraîtra in extenso dans «Schweiz. Med. Wschr.»

moindre que celle d'un segment proximal) ou relative dans le temps, c'est-à-dire selon l'âge (courbes de croissance des divers organes et tissus selon J.-A. Hammar).

Pour analyser la croissance il faut donc s'accrocher à certaines mesures partielles, mais caractéristiques de certains stades du développement au cours de la petite, moyenne et grande enfance, de la puberté et de l'adolescence (divers exemples sont cités en rapport avec l'allongement et l'embonpoint ou élargissement; mesures et poids).

Cependant, cette apparence de la croissance, dite normale, est une notion statistique. Il existe des différences sexuelles, des pubertés normales mais précoces ou tardives, des nanismes et gigantismes harmonieux, des différences selon le type constitutionnel, etc.

Du point de vue pratique, les mesures doivent être prises tous les six mois. Il faut s'efforcer de retrouver les signes d'une croissance normale, cités plus haut. S'il existe des différences chez l'individu qu'on examine, on peut encore s'attacher à établir si les lois générales de la croissance sont conservées dans le cas particulier. Sinon il faut incriminer une maladie de la croissance ou une maladie retentissant sur les processus de croissance.

4. Charles-Albert Baud (Genève). – *La croissance du point de vue histologique et ultrastructural.*

Lorsqu'un organe augmente de taille et de poids, de quels phénomènes microscopiques et submicroscopiques les tissus sont-ils le siège ?

L'histologie classique décrit trois modes de croissance tissulaire: la multiplication des cellules par mitose, comme c'est le cas par exemple lors de la formation de l'arbre glandulaire mammaire (1); l'accroissement volumétrique des cellules, comme en présentent les fibres myocardiques au cours de la croissance normale et de l'hypertrophie pathologique du cœur (2); enfin l'augmentation des substances intercellulaires, qui permet l'allongement et l'épaississement des tendons (3). Ces divers processus requièrent un apport nutritif convenable, et sont contrôlés par des «facteurs de croissance» intrinsèques comme les hormones ou extrinsèques comme les vitamines. Tout organe en cours d'accroissement présente une teneur en eau augmentée (4), et des substances qui accentuent l'hydratation des cellules prolongent la capacité mitotique de celles-ci (5).

A l'échelle ultrastructurale, les données actuelles du microscope électronique concernent surtout les éléments fibrillaires. Les fibrilles collagènes submicroscopiques, qui sont elles-mêmes des faisceaux de protofibrilles extrêmement minces, augmentent leur calibre avec l'âge et l'entraînement; ce phénomène est sans doute le substratum morphologique de la croissance du tendon en épaisseur (6); les myofibrilles, qui sont formées de filaments d'actomyosine, augmentent leur épaisseur et probablement aussi leur nombre pendant la croissance et l'hypertrophie musculaire. Les mécanismes de la genèse et de l'accroissement de ces fibrilles sont encore incomplètement connus. On sait que les particules

globulaires sont capables de s'aligner en protofibrilles qui ensuite se groupent en faisceaux de plus en plus gros, sous l'action de divers ions ou enzymes (7); l'actine du muscle se comporte ainsi (8), et probablement aussi la substance collagène (9). Ces processus sont également contrôlés par des substances stéroïdes; les glucosides digitaliques favorisent grandement la transformation des globules d'actine myocardique en filaments (10), et les hormones stéroïdes ont probablement une action semblable sur l'actine du muscle lisse.

Enfin, tous les processus de croissance ont pour base commune la synthèse des protéines, un ensemble de phénomènes chimiques auxquels participent le noyau et le cytoplasme (11, 12).

(1) *Dabelow, A.:* Morph. Jb.; *85*; 361–416; 1941.
(2) *Baud, C.-A., Lavenne, F.* et *Roche, L.:* Arch. Mal. Cœur; *42*; 373–375; 1949.
(3) *Ingelmark, B. E.:* Acta Anat.; *6*; 113–140; 1948.
(4) *Wendt, G.:* Morph. Jb.; *92*; 171–181; 1952.
(5) *Wilson, J. W.* and *Leduc, E. H.:* Growth; *14*; 31-48; 1950.
(6) *Ingelmark, B. E.:* Acta Anat.; *6*; 193–225; 1948.
(7) *Baud, C.-A., Morard, J.-C.* et *Pernoux, E.:* C. R. Acad. Sc.; *233*; 276–277; 1951.
(8) *Rozsa, G., Szent-Györgyi, A.*, and *Wyckoff, R. W. G.:* Bioch. Bioph. Acta; *3*; 561–569; 1949.
(9) *Gross, J.:* Tr. 4. Conf. Metabolic Interrelations, Josiah Macy Found. 1952.
(10) *Szent-Györgyi, A.:* "Chemistry of muscular contraction", New York 1951.
(11) *Brachet, J.:* Ann. Soc. Roy. Zool. Belg.; *81*; 185–209; 1950.
(12) *Caspersson, T. O.:* "Cell growth and cell function, a cytochemical study", New York 1950.

5. G. Fanconi (Zürich). – *Der renale Kleinwuchs.*

Fast jede angeborene oder chronische Nierenfunktionsstörung, die im frühen Wachstumsalter beginnt, führt zu Knochenveränderungen (renale Osteopathie) und zu Wachstumshemmung (renaler Kleinwuchs). Die zahlreichen Syndrome von renalem Kleinwuchs lassen sich in diejenigen mit glomerulärer Insuffizienz (Rest-N und meist auch Serum-P erhöht) und in diejenigen mit tubulärer Insuffizienz (Rest-N normal, Serum-P meist erniedrigt) einteilen.

Folgende Syndrome sind in der letzten Zeit im Kinderspital Zürich besonders studiert worden:

1. Die glomeruläre Insuffizienz auf Grund einer Nierenmißbildung mit sekundärer Pyelonephritis *(hyperphosphatämische renale Rachitis)* ist die häufigste Form des renalen Kleinwuchses. Die Kinder sind klein, dystrophisch, blaß, zeigen eine trockene Haut (Oedeme fehlen!), eine leichte Proteinurie, eine Hyposthenurie und Knochenveränderungen einerseits wie bei einer Rachitis mit Vitamin-D-Resistenz, andererseits wie bei einer Hyperparathyreose (subperiostale Knochenresorption, Fehlen der Lamina dura der Zahnalveolen, granuläre Atrophie der Schädelkalotte). Der Blutdruck ist selten erhöht. Im Serum sind Rest-N und P erhöht, Ca und Alkalireserve erniedrigt. Die Hyperphosphatämie führt über eine Kalziumerniedrigung zu einem sekundären Hyperpara-

thyreoidismus. Azidose und Hyperparathyreoidismus verursachen die Osteopathie, die ihrerseits wohl die Hauptursache des Kleinwuchses ist.

2. Die unter 1. beschriebenen Patienten zeigen häufig eine vermehrte Salzausscheidung im Urin ähnlich wie beim Addisonsyndrom. Solche Patienten mit *Diabetes salinus renalis* (salt losing nephritis) geraten ohne genügende Salzzufuhr in einen urämischen Zustand (urémie par manque de sel).

3. Eine besondere Form der glomerulären Insuffizienz ist die *chronische renale Hyperkalkämie mit Osteosklerose (Fanconi-Schlesinger)*, wobei P und Ca im Serum erhöht sind.

4. Der *Amindiabetes* (nephrotisch-glykosurischer hypophosphatämischer Zwergwuchs, Fanconi-Syndrom der Anglosachsen) beruht auf einer Insuffizienz des proximalen Tubulus. Die Krankheit ist kongenital und rezessiv vererbt. Neben dem typischen Zwergwuchs, der Hypophosphatämie und den Vitamin D-resistenten rachitisartigen Knochenstörungen sind folgende Symptome für die Diagnose wichtig: Proteinurie, intermittierende Glykosurie, starke Aminoazidurie (bei normalem Aminosäuregehalt des Blutes), Phosphaturie und hoher Ammoniakgehalt des Urins. Häufig findet man Zystinkristalle in der Kornea (Spaltlampe!) und im Knochenmark. Die Prognose ist schlecht, die Kinder sterben meist in jugendlichem Alter.

5. Eine weitere, wohl tubulär bedingte Form von Vitamin-D-resistenter Rachitis mit Kleinwuchs ist der meist dominant vererbte *Phosphatdiabetes*. Die tubuläre P-Rückresorption ist herabgesetzt, so daß Serum-P erniedrigt und Urin-P erhöht ist.

Eine ausführliche Publikation erscheint in der «Schweiz. Med. Wochenschrift».

6. A. C. Crooke (Birmingham). – *Endocrine glands and growth.* – United Birmingham Hospitals, Department of Clinical Endocrinology.

It seems that growth can occur in the first year or more of life in the absence of growth hormone but thyroxin is essential for the development of bone. During childhood the principal agent concerned with growth in the length of bone is growth hormone but the human subject may be relatively insensitive to it so that the growth period is prolonged. Thyroxin is also essential during this period for bone development and maturation, but it is relatively less effective than in animals. The secretion of sex steroids at puberty is a powerful new stimulus to growth and is responsible for the increased growth rate during adolescence, but it is also an important agent responsible for bony maturation and epiphyseal fusion. In the case of failure of sex steroid secretion the growth curve is smooth or monophasic, like that of most animals, and growth continues at a slower rate for a longer period of time under the influence of growth hormone alone. Eventually it is arrested by epiphyseal fusion which occurs slowly under the influence of thyroxin. It seems, therefore, that the great difference between the growth rate of man and other

animals can be explained satisfactorily by the difference in sensitivity of their bones to the various hormones concerned with skeletal growth and development.

7. A. Prader und F. Perabo (Zürich). – *Längen-, Knochen- und Zahnentwicklung bei endokrinen Erkrankungen im Kindesalter.*

Zahlreiche Endokrinopathien des Kindesalters beeinflussen Wachstum und Knochenentwicklung. Nach allgemeiner Auffassung folgt dabei die Zahnentwicklung der Knochenentwicklung. Verschiedene Beobachtungen aus der Literatur *(Seckel)* erwecken Zweifel an der Richtigkeit dieser Annahme.

Wir haben deshalb bei einer größeren Zahl von Kindern mit endokrinen und «primordialen» Wachstumsstörungen Längenalter (Tabellen des «Children's Medical Center» in Boston), Knochenalter (Tabellen in *Schinz* u. Mitarb.) und Zahnalter (Tabellen in *Maßler* und Mitarb.) bestimmt. Eine ausführliche Publikation wird in den «Helvetica Paediatrica Acta» erfolgen.

Mittelwerte für Längen-, Knochen- und Zahnalter in Prozent des chronologischen Alters

(80–120% kann als Normalbereich betrachtet werden)

	Anzahl Fälle	Längen-alter	Knochen-alter	Zahn-alter
Konstitutionelle Pubertas praecox (2–9 Jahre)	5	129	190	74
Adrenogenitales Syndrom bei kongenitaler Nebennieren-Hyperplasie (6–9 Jahre)	7	142	211	100
Idem (10–16 Jahre)	6	103	162	107
Cushing-Syndrom	4	53	91	88
Athyreose und Hypothyreose unbehandelt	6	40	20	59
Hypothyreose anbehandelt	10	64	71	68
Hypophysärer Zwergwuchs (mit adrenocorticotroper Insuffizienz)	6	51	43	61
«Primordialer» Zwergwuchs	8	55	96	94
Turner-Syndrom	6	58	99	92

Das Knochenalter wird offenbar durch endokrine Störungen am stärksten (von + 111% zu —80%), das Längenalter weniger stark (von + 42% zu —60%) und das Zahnalter am wenigsten (von + 7% zu —39%) beeinflußt. *Knochen- und Zahnentwicklung verhalten sich also durchaus nicht gleich. Die Knochenentwicklung hängt in stärkstem Maße von endokrinen Faktoren ab. Die Zahnentwicklung ist davon weitgehend unabhängig.*

Literatur

Maßler, M., Schour, J., und *Poncher H. G.:* Am. J. Dis. Child. 62, 33, 1941.
Schinz, H. R., Baensch, W. E., Friedl, E., und *Uehlinger, E.:* Lehrbuch der Röntgendiagnostik, 5. Auflage, Stuttgart 1952.
Seckel, H. P. G.: Am. J. Dis. Child. 79, 278, 1950.

8. E. Hanhart (Zürich). – *Über die Rolle der Erbfaktoren bei den Störungen des menschlichen Wachstums.* – Erscheint in extenso in der «Schweiz. Med. Wschr».

12. Sektion für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften

Sonntag und Montag, den 24. und 25. August 1952

Präsident: Prof. Dr. W. H. SCHOPFER (Bern)
Sekretär: Prof. Dr. H. FISCHER (Zollikon)

1. EMIL WALTER (Zürich). – *Bern, Freiburg, Lausanne und Neuenburg, ein kulturgeschichtlicher Vergleich aus der alten Eidgenossenschaft.*

Bevölkerungsbewegung, soziale Struktur, politische Entwicklung und konfessionelle Verhältnisse haben in ganz charakteristischer Weise das kulturelle Leben von Bern, Freiburg, Lausanne und Neuenburg bestimmt. Das Bevölkerungsreservoir Berns vermochte knapp den Bedarf an politischen Verwaltungsbeamten dieses größten territorialen Stadtstaates der alten Eidgenossenschaft zu decken. Die Spitze der sozialen Pyramide nahm in Bern – wie übrigens auch in Freiburg – die Schicht der Landvögte ein.

Freiburg zeigt als katholischer Ort der alten Eidgenossenschaft einige wertvolle künstlerische Leistungen, während es aber überhaupt keinen bedeutenden Forscher hervorbrachte.

Umgekehrt lagen die Verhältnisse in Bern: Unter dem Einflusse der Reformation Rückgang der Künste, aber im Laufe des 18. Jahrhunderts gewisse Ansätze – abgesehen von der überragenden Gestalt Hallers – zu selbständiger wissenschaftlicher Forschung, die leider wegen der überaus straff gehandhabten Zensur sich nur in eng begrenzten Bahnen bewegen konnte.

In Lausanne und Neuenburg, beides protestantische Städte, konnte sich wissenschaftliches Leben nur in geringem Umfange entwickeln, weil beide Städte politisch nicht unabhängig waren. In Lausanne sind zu Beginn des 18. Jahrhunderts bescheidene Versuche zu selbständiger Diskussion wissenschaftlicher Probleme an der Lausanner Akademie vom Berner Rat rasch und vernichtend unterdrückt worden.

2. Charles Lichtenthaeler (Leysin). – *De l'étiologie du chaud inné hippocratique. Un premier rapprochement entre le Corpus hippocraticum et la religion indo-européenne.*

Il y a deux principes «chaud», dans le Corpus hippocraticum, le «chaud» tout court (*τὸ θερμόν*) et le «chaud inné» (*τὸ θερμὸν ἔμφυτον*) ou «feu familier» (*τὸ πῦρ σύντροφον*).

Le «chaud» est avec le froid, le sec et l'humide un des principes constitutifs fondamentaux du corps humain. Il est naturellement en équilibre avec son contraire, le froid, toute rupture entraînant aussitôt la maladie.

Le «chaud inné» a son siège dans le cœur – et c'est pourquoi le cœur hippocratique est si chaud qu'il doit être refroidi par les poumons et la respiration. – Dans les maladies, il aide l'organisme à se défaire de la matière morbifique. Enfin, il diminue de puissance avec l'âge.

L'origine du «chaud» est manifeste. Il s'agit d'un principe d'ordre scientifique, que les Présocratiques ont découvert et défini par l'observation directe de la nature (ainsi, le chaud active la végétation, alors que le froid l'engourdit). Les couples de contraires apparaissent déjà chez Anaximandre, la conception de l'équilibre entre contraires, chez le pythagoricien Alcméon, et les quatre principes chaud, froid, sec et humide, chez Empédocle.

Mais d'où vient le «chaud inné»? La Collection hippocratique ne le dit pas: quant aux Présocratiques, ils ne parlent même pas de ce principe. Le Corpus permet seulement d'affirmer que les Hippocratiques n'ont jamais opposé le chaud inné au froid et qu'ils n'ont pas conçu de «froid inné», en équilibre avec le chaud inné. Il faut donc faire appel à d'autres sources, et, dans le cas particulier, aux études inaugurées par Fustel de Coulanges sur la religion indo-européenne. Elles nous invitent à penser, en effet, que *le «chaud inné» hippocratique dérive du «feu sacré» de cette religion primitive*: 1° ce sont l'un et l'autre des principes «non naturels» (le chaud «naturel», c'est celui que les Hippocratiques opposaient au froid); 2° le cœur, siège du chaud inné, apparaît dans toute la tradition hippocratique et galénique, jusqu'à Harvey! comme le «foyer» de l'organisme, par analogie avec le lieu où brûlait le feu sacré, dans chaque maison grecque ou romaine; 3° le chaud inné hippocratique aidait les patients à surmonter leurs maux, or depuis longtemps déjà le feu sacré délivrait du danger la famille qui le vénérait; et ce ne sont pas les seuls rapprochements possibles.

En conclusion: si le «chaud» hippocratique est un principe strictement *naturel*, scientifique, d'origine présocratique, le «chaud inné» hippocratique est vraisemblablement un principe *«naturalisé»*, d'origine religieuse, pré-présocratique.

Ces faits n'importent pas seulement parce qu'ils éclairent une partie jusqu'ici très obscure de la doctrine hippocratique, mais parce qu'ils aident à comprendre qu'Aristote, malgré Alcméon et quelques auteurs hippocratiques, ait persisté à considérer le cœur comme le siège de l'âme.

3. Hubert Erhard (Adelholzen, Bayern). – *Arzt und Priester in Pergamon.*

Der Rhetor Aelius Aristides, Sohn eines Zeuspriesters, ein Neurastheniker, hatte sich im Anschluß an eine Grippe eine langjährige körperliche und seelische Krankheit geholt. Im Jahre 158 n. Chr. suchte er das Asklepieion in Pergamon auf. Mittelpunkt war dort einerseits die Heilige Quelle mit dem Tempel des Heilands Asklepios und dem Gebäude für den Tempelschlaf, wo Hydro- und Psychotherapie auch für die Masse des Volkes geübt wurde, anderseits der Tempel des Zeus-Asklepios für die Gebildeten.

Der Arzt Theodotos verordnete Aristides u. a. Fluß-, Wannenbäder heiß und kalt, Schlammbäder, Trinkkuren, Abhärtung, Laufübungen, Fasten, Diät, Aderlaß, geistige Beschäftigung, Weihegesänge, vorgetragen durch die Tempeldiener, heilige Schauspiele im Theater, Tempelschlaf. Vor allem wirkte der Arzt suggestiv auf den Kranken ein, bediente sich zur Heilung der Massensuggestion im Tempelschlaf, ferner einer dem Patienten befreundeten Asklepios-Kultgemeinschaft und zweier Verwaltungsbeamten am Tempel, die im Sinne des Arztes die Träume auszulegen hatten. Wenn der Arzt die Grenze seiner suggestiven Wirkung auf den, Ärzten gegenüber skeptischen, doch tief religiösen Patienten erkannte, «trat er selbst», wie Aristides schreibt, «mit seiner Person zurück, indem er den Sinn auf den Gott richtete, und wir erkannten den wahrhaftigen und sich uns nahenden Arzt und vollbrachten, was er anordnete. Die Nacht war schon völlig erträglich und ohne Schmerz.»

Das Priesteramt am Tempel des Asklepios war erblich, abgeleitet von den Göttern; Priester am Zeustempel war der mit Aristides befreundete hochgebildete Konsul Rufinus; der Arzt Theodotos war wahrscheinlich, wie wir dies von Galen wissen, vom Priester gewählt.

Während sich das Heiligtum von Epidauros gerühmt hatte, sein Gott vollziehe allein, ohne Ärzte, Wunderkuren, war es in Pergamon zwischen dem Arzt, der die Wechselwirkung von Leib und Seele erkannte, und dem Priester, bzw. «Gotte», ratio und religio, zu einem harmonischen Zusammenwirken gekommen, wie es vielleicht in der Geschichte einzig dasteht.

4. H. Fischer (Zollikon). – *Die Physiologie Leonardo da Vincis.* (Zum 500. Geburtstag Leonardos.)

Als Leonardo, geboren am 15. April 1452, zu wirken begann, herrschte die antik-mittelalterliche Tradition in Anatomie, Physiologie und Medizin noch völlig. In deren Mittelpunkt standen die durch arabische Quellen, in erster Linie durch den Canon *Avicennas* überlieferten Lehren des *Aristoteles* und *Galen.*

In Leonardo erneuert sich gewissermaßen das wissenschaftliche Urerlebnis der Antike: Erkenntnis nicht mehr aus der Überlieferung, sondern aus der Naturbeobachtung und dem Experiment. In dieser

Beziehung bedeutete Leonardo einen neuen Anfang und gleichzeitig einen Höhepunkt. Auf anatomischem Gebiet ein Vorläufer von *Andreas Vesalius*, dessen «Fabrica» 1543 zu Basel erschien, ging er in der funktionellen Erklärung anatomischer Befunde vielfach über Vesal hinaus. Das von ihm geplante große anatomisch-physiologische (und physiognomisch-psychologische) Werk über den Menschen blieb, wie alle seine wissenschaftlichen Leistungen, Fragment.

Als Beispiele physiologischer Forschung, mit denen sich Leonardo besonders eingehend befaßt hat, gelangen zur Darstellung: seine Herzphysiologie und Theorie der Blutbewegung, seine physiologische Phonetik und seine Flugphysiologie. Seine pflanzenphysiologischen Beobachtungen können nur kurz gestreift werden.

Während Leonardos Kreislaufphysiologie trotz sehr intensiver Beschäftigung mit der Anatomie des Säugetier- und Menschenherzens sich noch sehr stark an diejenige Galens anlehnt, ist seine Leistung auf dem Gebiet der physiologischen Phonetik, selbst wenn er Galens Darstellung in «de usu partium» gekannt haben sollte, als originale Leistung zu betrachten. Dasselbe gilt in jeder Hinsicht für seine flugexperimentellen und flugphysiologischen Studien, die ihn ohne Zweifel die physikalischen und physiologischen Bedingungen des Segelfluges erkennen ließen, während seine vielfältigen Versuche zur Konstruktion einer Flugmaschine nicht zum Ziele führen konnten, da die einzige transportable Kraft, über die er verfügen konnte, die Menschenkraft war.

Leonardo war auf zahlreichen Gebieten ein genialer Neuerer, wurde aber auf naturwissenschaftlichem Gebiet nicht der große Anreger seines Jahrhunderts, weil seine Beobachtungen und Ideen in den heute teilweise verlorengegangenen, mit unzähligen Skizzen bedeckten Notizbüchern (es waren ihrer ursprünglich 120) verborgen blieben und zudem in einer schwer lesbaren Spiegelschrift – Leonardo war Linkshänder– verfaßt waren. Es blieb dem 19. und 20. Jahrhundert vorbehalten, wenn wir vom «Trattato della Pittura» absehen, Leonardos wissenschaftliches Genie zu entdecken.

5. Eduard Fueter (Wädenswil-Zürich). – *Ein Vorprojekt des Schweiz. Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung aus den Jahren 1887/88.*

Als nach 1880 der Ausbau von schweizerischen Forschungsinstituten infolge des stärkern internationalen Wettbewerbs dringlich wurde, die Hochschulausgaben stark anstiegen und die Verwirklichung einer eidgenössischen Universität chimärisch schien, ergriff der Basler Regierungsrat Dr. R. Zutt Ende 1887 die Initiative, um eine Bundessubvention von 300 000 bis 400 000 Fr. zugunsten der Kantonalhochschulen zu erlangen. Im Januar 1888 kam die «Streitgenossenschaft» der Universitätskantone Baselstadt, Bern, Genf, Neuenburg, Waadt und Zürich zustande; im April erfolgte die Eingabe an den Bundesrat und im September die ein-

gehende Begründung: «Die Unterstützung der kantonalen Hochschulen durch den Bund. Denkschrift zu Handen des Eidg. Departements des Innern.» Darin wurden die Wünsche zusätzlicher wissenschaftlicher Aufgaben spezifiziert: Es waren vor allem Forderungen zugunsten neuer Bauten oder Installationen zu Forschungszwecken, Stipendien, aber auch neue Lehrstühle, höhere Besoldungen usf. Diese Eingabe führte zu einläßlichen Erörterungen an den Hochschulen und vielleicht am intensivsten im Rahmen des Zürcher Hochschulvereins. Durch Umwandlung des Akademieplanes von Prof. Kym wurde dort das «Expertenkollegium» konzipiert, dem vielfach der jetzige Nationalfonds entspricht. «Dieses Expertenkollegium sollte die Bedingungen aufstellen zur Prüfung der Bedürfnisse jeder einzelnen Hochschule und ihrer Institute, wie auch eine Kontrolle über die eingetretene Verwendung ... Gegenüber bloßen Geldbegehren ... soll damit eine bleibende nationale Schöpfung, ein zusammenfassendes Organ für alle wissenschaftlichen Bestrebungen des Vaterlandes errichtet werden ... in welchem nicht nur die Hochschulen, sondern auch das Polytechnikum, die wissenschaftlichen Gesellschaften und Vereine usw., ihre Vertretung haben ...» Die wissenschaftliche Zielsetzung – aber auch Neugründung von eidgenössischen Instituten – und Art der Verteilung wurde ebenfalls betont in Anträgen der Expertenkommission, die 1889 auf Einladung des Eidg. Departements des Innern zusammentrat. Alle damaligen Begehren und Vorschläge scheiterten dann aber, weil zuviele gegensätzliche Pläne vorlagen, vor allem weil die Universitäten teilweise noch ungenügend entwickelt waren und die Furcht vorherrschte, daß bei einem Referendum andere Projekte der Volksbildung bevorzugt würden.

6. Heinrich Buess (Basel). – *Die Anfänge der pathologischen Physiologie auf dem Gebiet der Kreislaufforschung (nach Albrecht Hallers «Elementa physiologiae», 1757/1760).*

Entsprechend dem vom Vorstand der Schweizerischen Gesellschaft für Geschichte der Medizin und Naturwissenschaften gewählten Verhandlungsthema «Bern und die Physiologie» wurden die ersten beiden Bände des großen Hallerschen Handbuches der Physiologie (1757/1760) zum Gegenstand einer Untersuchung gemacht, die sich zum Ziel setzte, die Leistungen Hallers einmal nicht in grob summarischer Betrachtung sondern in exakt interpretierendem Vorgehen zu erfassen. Nach einer zur bisherigen Haller-Literatur (Gesamtdarstellungen der Geschichte der Physiologie, Biographik und einschlägige Spezialabhandlungen) kritisch Stellung nehmenden Einleitung wird kurz grundsätzlich auf den Wert einer historischen Betrachtung der Geschichte der pathologischen Physiologie eingegangen, die auf dem Gebiet der Hämodynamik besonders eindrückliche Aspekte darbietet.

Obgleich von einer gesonderten Behandlung der pathologischen Physiologie bei Haller nicht die Rede ist, wird doch schon im Vorwort

zum ersten Band der Wert der Leichenzergliederung zur Erkennung von krankhaft gestörten Funktionen dargelegt, wie sich denn überhaupt aus den im Zusammenhang gewürdigten Vorreden zahlreiche Einzelheiten ergeben, die in biographischer Hinsicht und zur Erhellung der Forschungs- und Darstellungsmethode aufschlußreich sind. Aus der Berücksichtigung pathologischer Befunde durch Haller ergibt sich, daß von ihnen aus zwei Linien nach rückwärts führen. Die eine bilden die experimentell-pathologischen Tierversuche der Physiologen (Harvey, Wale, Lower, Hales), die andere die pathologisch-anatomischen Beobachtungen der Kliniker (Vieussens, Lancisi, Albertini, Sénac). Deren eingehende Kenntnis ist unerläßlich, um Hallers Verdienste zu würdigen. Es werden daher die Schriften der meisten der genannten Forscher auf diesbezügliche Angaben durchsucht, wobei sich zusammenfassend ergibt, daß vor Haller nur vereinzelte, außerhalb jedes systematischen Zusammenhangs durchgeführte Tierversuche mit pathologisch-physiologischer Zielsetzung (vor allem Arterienligaturen) und lediglich die ersten Anfänge der Beobachtung von krankhaften Veränderungen an der Leiche (fast ausschließlich am Herz und an den großen Gefäßen) vorliegen und daß bloß von Fall zu Fall weitergehende Schlüsse für die kausalgenetische Erfassung der Mechanik der Kreislaufstörungen gezogen wurden (1738, sowohl Hales wie Lancisi).

Im vierten Teil, der ebenfalls nur auszugsweise vorgetragen wurde, werden die außerordentlich zahlreichen Stellen nicht nur der «Elementa», sondern auch der beiden «Mémoires sur le mouvement du sang» (1756) und der «Opuscula pathologica» (1. Auflage, 1755) für eine eingehende Analyse herangezogen. Gesamthaft betrachtet, ergibt sich aus Hallers vielfacher Heranziehung pathologischer Befunde folgendes: Im Rahmen der ersten systematischen Darlegung der Lehre vom Blutkreislauf, welche die wesentliche Grundlage unseres gesamten heutigen Wissens darstellt, werden in sinnvoller Weise auf allen Gebieten der Kreislauflehre krankhafte Bedingungen künstlich geschaffen und aus ihnen exakte, mechanisch-funktionelle Schlüsse gezogen. Als vollwertiger Ersatz für die Experimente gelten Haller die pathologisch-anatomischen Beobachtungen. Wenn sich auch beide Untersuchungsmethoden vorwiegend auf die Verhältnisse an Arterien und Venen beziehen und dementsprechend dieses Gebiet der pathologischen Physiologie durch Haller die größte Förderung erfahren hat, so enthalten doch auch die Bücher über das Herz erstmalig den Versuch, kritisch-systematisch die fremden und eigenen Beobachtungen zu deuten. So darf Hallers Werk auf dem Gebiet der normalen wie der krankhaft gestörten Blutbewegung (gesamte Hämodynamik) als grundlegend für die spätere Zeit und (neben Perkussion und Auskultation) als dritte Säule betrachtet werden, auf der das Gebäude der modernen Klinik errichtet wurde, ganz abgesehen von seinem Einfluß auch auf die experimentelle Pathologie des 19. Jahrhunderts (Virchow usw.), die ebenfalls häufig an Haller anknüpft.

7. N. Mani (Basel). – *Pathologisch-Physiologisches zur Stoffwechsellehre nach Hallers «Elementa physiologiae».*

In der Hallerschen Darstellung der vegetativen Physiologie innerhalb der «Elementa» finden sich zahlreiche, die pathologische Physiologie berührende Überlegungen und Experimente. Klinische Beobachtungen werden mit Hilfe physiologischer Kenntnisse zu erklären versucht. Anatomisch-pathologische Befunde werden auf das Wirken physiopathologischer Prozesse zurückgeführt. Auch beschreibt H. physiologische und toxikologische Experimente.

Die Pathologie der Darmbewegungen wird vielfach auf eine Pathologie der Irritabilität zurückgeführt. Verstopfung kann der Ausdruck einer «diminuta irritabilitas» sein. Mangelnde Peristaltik im Alter kann eine Ursache des natürlichen Todes sein, weil die stagnierenden Säfte schärfer werden und den Organismus angreifen. Opium vermindert die Peristaltik.

Eine übermäßige Kontraktion des Dickdarmes wird z. B. durch Bleivergiftung und Dysenterie verursacht. Als klinische Erscheinung eines «intestinum contractum» kann an einer Flanke heftiger Schmerz auftreten.

Um dem Mechanismus der Resorption auf die Spur zu kommen, unternimmt H. toxikologische Untersuchungen. Viperngift kann, sofern die Schleimhaut intakt ist, unbeschadet per os aufgenommen werden, intravenöse Verabreichung des Schlangengiftes hingegen führt den Tod des Versuchstieres herbei. Daraus folgert H., daß das Schlangengift im Magen-Darm-Kanal verändert werde. Weingeist passiert unverändert Magen und Darm. Abusus desselben führt zu skirrhösen Veränderungen der Viscera. H. weist dabei aber nicht ausdrücklich auf die Leber hin.

Eingehend beschäftigt sich Haller mit dem Problem der Gallensteine. Er stellt fest, daß diese Krankheit sehr häufig vorkomme. Nur werde sie oft unter dem allgemeinen klinischen Begriff der «colica» in ihrem Wesen verkannt. («Plerumque sub colicae nomine latet.»)

Die Exstirpation der Milz, ein Experiment, das in der medizinisch anatomischen Literatur des 17. Jahrhunderts vielfach erwähnt wird, lehrt H., daß die Milz nicht unbedingt zum Leben notwendig sei.

Den Nutzen des Pankreassaftes sieht H. in einer Verdünnung der scharfen Blasengalle und des Chylus. Obstruktion des Pankreasganges durch einen «Skirrhus» führt daher zur Bildung trockener Faeces.

Nach der Exstirpation der Nieren sind die «symptomata vulneris» kaum von der «functio laesa» zu unterscheiden. Unterbindung der Nierenarterien ergibt einen «vomitus urinosus». Deponierung von Harn im Gehirn hat Kopfschmerzen, Blindheit, Delirien und Konvulsionen zur Folge. Verhinderte Nierenabsonderung kann durch Urinretention den Tod herbeiführen («mors ex urina»). Beim «diabetes lacteus» geht durch die allzuweiten Harnkanäle ernährende Flüssigkeit verloren. Konstringierende Pharmaka, also stärker reizende Substanzen, scheinen H. geeignet, diesen Diabetes zu heilen. Die «quies» ist eine der Hauptursachen für die Steinbildung in der Niere. Wenn die Partikel, die zur

Steinbildung fähig sind, nicht mehr durcheinandergewirbelt werden, schlagen sie sich leichter nieder. Neben der exogenen Zufuhr von steinbildendem Material durch das Trinkwasser kann auch durch Einschmelzung von Knochen steinbildende Substanz aufgelöst und auf dem Blutwege in Nieren und Harnwege deponiert werden.

8. E. HINTZSCHE (Bern). – *Deutung des Haller-Manuskriptes A 96 der Berner Burgerbibliothek.*

Im «Catalogus codicum Bernensium» von H. Hagen (Bern 1875) ist unter der Signatur A 96 ein «Manuscriptum Alberti Halleri ad historiam medicinae pertinens» angeführt, dessen auch in der Lehrbuch- und der Haller-Literatur als eines medizingeschichtlichen Werkes Hallers Erwähnung getan wird. Der Band ist der Bibliothek direkt aus Familienbesitz übergeben worden. Er weist zwar weder ein Hallersches Exlibris noch seinen Namenszug als Besitzervermerk auf, doch ist jedem Kenner der Hallerschen Handschrift unzweifelhaft, daß ein Werk seiner Hand vorliegt. Ein früherer Versuch, das 733 Fol. starke Werk zu lesen, mißlang; ich scheiterte, wie wohl schon mancher Haller-Forscher vor mir, an der Unmöglichkeit, die z. T. äußerst klein geschriebenen und gerade auf den ersten Seiten eng ineinander verschachtelten Notizen zu deuten. Eine neuerdings vorgenommene genaue Untersuchung des Bandes ergab, daß die Blätter 4–7, die die ersten eigentlichen Textseiten enthalten, verbunden sind. Von Haller selbst angebrachte Kustoden und eine nur zum Teil erkennbare fortlaufende Numerierung der Notizen stimmen mit der offenbar erst später vorgenommenen Foliierung nicht überein; die richtige Ordnung der Reihenfolge ist Fol. 7, 6, 4, 5, 8 usw.

Die Vermutung, es könnte die ursprüngliche Niederschrift eines Hallerschen Werkes vorliegen, bestätigte sich. Trotzdem die vom 29. Februar 1748 datierte Vorrede des Manuskriptes (Fol. 2 und 3) nicht mit der vom 22. März 1751 stammenden des «Methodus studii medici» (Amsterdam 1751) übereinstimmt, prüfte ich auch noch dessen Text und fand, daß die Handschrift die Anmerkungen Hallers zu diesem bekannten Werke seines Lehrers Boerhaave enthält. Für den Druck ist nochmals eine Kopie erstellt worden. An zwei Orten gibt Haller in seinen Anmerkungen ausdrücklich an, daß er *keine* Medizingeschichte zu geben beabsichtige! Das Werk ist als frühe bibliographische Leistung Hallers bedeutsam, seine Benutzung wird durch einen von Cornelius Pereboom verfaßten «Index» (Leiden 1759) erleichtert und ist auch heute bei entsprechenden Arbeiten noch anzuraten.

9. HANSJÜRG JOLLER (Eschlikon). – *Ludwig Karl Friedrich Emmert (1779–1834), erster Dozent für Tierheilkunde in Bern.*

Die Ärzte Franz Karl Stadlin (1777–1829) und Ludwig Karl Friedrich Emmert haben maßgebend die Entwicklung der wissenschaftlichen Tierheilkunde in der Schweiz beeinflußt, Stadlin als Gründer der Gesellschaft schweiz. Tierärzte und Begründer des Schweiz. Archivs für

Tierheilkunde, Emmert als erster Lehrer der Tierheilkunde in Bern und in der Schweiz überhaupt.

Bei der Gründung der Berner Akademie, der Vorläuferin der heutigen Universität, war auch die Errichtung eines Lehrstuhles für Tierheilkunde beschlossen worden. Emmert, der erste Inhaber desselben, war 1779 in Tübingen geboren worden. Er studierte in seiner Vaterstadt Medizin, und zwar vor allem bei Gottfried Wilhelm Ploucquet (1744 bis 1814), unter dem er sich auch mit tierheilkundlichen Problemen befaßte, und bei Karl Friedrich Kielmeyer (1765–1844), bei dem er 1805 doktorierte. Noch im Jahre seiner Promotion zog er mit seinem Bruder August Gottfried Ferdinand Emmert (1777–1814), dem ersten Professor für Anatomie und Physiologie an der bernischen Akademie, hierher, um um ihm als Prosektor behilflich zu sein.

Unter mehreren Bewerbern wurde er als weitaus Bester zum Professor der Tierheilkunde an der Akademie gewählt. Seine Lehrtätigkeit begann er 1806 mit einer Anatomie für Haustiere und Privatvorlesungen über verschiedene Teile der Veterinärwissenschaft, später folgte eine Vorlesung über Physiologie, ein Präparierkurs, eine ambulatorische Klinik, schließlich eine Vorlesung über «Erkenntnis und Heilung der innerlichen und äußerlichen Krankheiten der Haustiere» und eine Spitalklinik.

Auf sein Ansuchen hin wurde 1808 von der Kuratel der Akademie das sog. «Schmelzhüsi» hinter dem oberen Spital als Tierklinik umgebaut und später (1824) unter seiner verantwortlichen Leitung das Tierspital an die Engihalde (jetziger Standort der vet.-med. Fakultät) verlegt.

Nachdem er schon früher für kurze Zeit das Amt eines Prosektors der Humananatomie innegehabt hatte, wurde Emmert 1812 als Nachfolger von Rudolf Abraham Schiferli (1775–1837) zum Professor für Humanchirurgie und -geburtshilfe der Berner Akademie gewählt. 1815 übernahmen Mathias Anker (1788–1863, der Onkel des Kunstmalers Albert Anker) und Peter Schilt, die beide mit staatlichen Stipendien im Ausland auf ihre akademische Laufbahn vorbereitet worden waren, einen Teil der Vorlesungen Emmerts, 1824 Friedrich Andreas Gerber (1797–1872) einen weiteren Teil seiner Verpflichtungen als Lehrer der Tierheilkunde. Emmert behielt jedoch bis zu seinem Tode die Leitung der tierärztlichen Lehranstalt. Er starb am 14. Mai 1834 in Interlaken an Lungentuberkulose, kurz bevor die Akademie ihre Reorganisation erlebte.

10. Bernhard Milt (Zürich). – *Giovanni Battista Morgagni und Albrecht Haller.*

Morgagni (1682–1771) und Haller (1708–1777) waren trotz ihrem erheblichen Altersunterschied Zeitgenossen, teilten verschiedenste Interessen miteinander und standen beide auf der Schwelle zweier Epochen als Wegbereiter der modernen Medizin. Seit 1745 standen die beiden Männer in brieflichem Verkehr miteinander und bestand eine eigentliche

Freundschaft, die nie eine Störung erfuhr. Haller war es gewesen, der die Freundschaft gesucht hatte, und sicher war er der mehr empfangende Teil.

Schon mit 19 Jahren bewunderte der Berner in seiner Dissertation die Methode Morgagnis, jeweils nicht nur Einzelbefunde zu erheben, sondern stets auch nachzuprüfen, wie oft sie in bestimmten Fällen zu erheben seien und wie oft nicht, um dadurch zufällige von typischen zu unterscheiden, den Grad der Gültigkeit eines Befundes zu beurteilen. Erst durch diese Methode wurden kasuistische zu wissenschaftlichen Erhebungen. War auch das Hauptwerk Morgagnis, seine fünf Bücher «De sedibus et causis morborum per anatomen indigatis» zunächst nur eine Verbesserung des «Sepulchretum» von Theophil Bonetus, so unterschieden sich diese beiden Werke doch gerade in dieser Beziehung: Das «Sepulchretum» ist eine sehr reichhaltige kasuistische Sammlung von Krankheitsbildern mit dem jeweils erhobenen pathologisch-anatomischen Befund, während in Morgagnis Werk durch seine auch hier angewandte statistische Methode mit größerer oder geringerer Sicherheit angegeben wurde, ob der jeweils erhobene anatomische Befund für die betreffende Krankheit typisch sei, und nicht etwa nur zufällig. Diese Methode lieferte das früher fehlende Identitätsprinzip, das erst gestattete, in einer anatomischen Veränderung wirklich Sitz und Ursache einer Krankheit zu erkennen. Haller hat dieselbe Methode auch in seinen physiologischen Arbeiten angewandt, um auch hier zufällige von typischen Erfahrungen zu unterscheiden.

Diese Methode wurde in der Anatomie, besonders in der pathologischen Anatomie, von Morgagni wohl zuerst konsequent durchgeführt; als Forderung hatte sie aber schon Francis Glisson (1597–1677) erhoben, derselbe Glisson, der auch den Begriff der Irritabilität als Vitalfunktion, als Funktion einer «substantia energetica» oder lebenden Substanz eingeführt hatte. Ohne diese naturphilosophische Konzeption lebendiger Substanz, einer Substanz, die ihr Lebensprinzip in sich selber trägt, wäre weder Morgagnis noch Hallers Werk möglich gewesen. Ihre Bedeutung für die moderne Medizin haben diese beiden Männer nicht zuletzt dadurch erhalten, daß sie eine Methode anwandten, die diese Konzeption aus dem Bereich der Naturphilosophie in einen naturwissenschaftlichen überführte.

11. E. Hintzsche (Bern). – *G. G. Valentin (1810–1883), Professor der Physiologie in Bern 1836–1881.*

Aus einer jüdischen Familie in Breslau stammend, verbrachte Valentin seine Schul- und Studienjahre im gleichen Ort. Nees von Esenbeck und Purkinje waren die ihn am meisten beeinflussenden akademischen Lehrer. Sie regten ihn früh zu histologischen und embryologischen Studien an, denen er neben ärztlicher Praxis die Jahre 1833–36 in Breslau widmete. Bei der Suche nach jungen Befruchtungsstadien von Säugetiereiern entdeckte er 1834 die Flimmerbewegung im Tubenepithel; ge-

meinsam mit Purkinje wies er die weite Verbreitung dieses Phänomens nach. Gleichzeitig schrieb er ein Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und bearbeitete eine Preisaufgabe des Institut de France «De evolutione texturae plantarum et animalium», die ihm Ende Dezember 1835 den «Grand prix des sciences physiques» eintrug. Da ihm in Preußen selbst die Fürsprache A. v. Humboldts den Weg in die akademische Laufbahn nicht ebnen konnte, folgte er 1836 einem Ruf auf den Lehrstuhl für Physiologie in Bern. Vom Werte experimenteller Forschungen überzeugt, schuf Valentin in Bern ein kleines physiologisches Laboratorium; im übrigen widmete er die ersten Berner Jahre – bis 1843 – der Herausgabe eines Repertoriums der Anatomie und Physiologie sowie ihrer Hilfswissenschaften. Seine Studien galten vor allem dem Bau und der Funktion des Nervensystemes, worüber er allerdings mit einigen anderen Forschern in Kontroversen geriet. Bisher unbeachtet blieb, daß Valentin als erster 1839 die Mikroveraschung an tierischem Material anwandte und daß er den organischen Zusammenhang zwischen Cornea und Sclera gesehen hat. Eine neue Phase in Valentins Leben setzt 1844 mit der Ausgabe seines zweibändigen Lehrbuches der Physiologie ein. Wertvoll ist dieses wegen der weitgehenden mathematischen Behandlung biologischer Probleme, eine «Lebenskraft» wird nicht mehr anerkannt; neben anderen neuen Beobachtungen enthält es auch die ersten Hinweise auf Stärkeverdauung durch Bauchspeichel. Großen Überblick über das physiologische Schrifttum erwarb sich Valentin durch seine Referate in Cannstatts Jahresberichten. Freundschaften knüpfte er in jener Zeit mit Moleschott, A. Corti und M. Schiff. Die 1841 geschlossene Ehe mit einer Cousine, Henriette Samosch, wurde leider bald durch Entfremdung der Gatten getrübt. Es scheint, als habe Valentin im Umgang mit Menschen nicht immer Geschick bewiesen. Briefe und Akten lassen auf ein hohes Selbstbewußtsein, übertriebenes Ehrgefühl und mangelndes Vertrauen gegen andere schließen. Als Lehrer wurde er zwar sehr geschätzt, doch ist es ihm nicht gelungen, eine eigentliche Schule zu gründen. Besondere Umstände führten dazu, daß Valentin von 1853–63 auch die Leitung des Anatomischen Institutes in Bern übernahm. Leider hat er es nicht verstanden, junge Talente, wie Rütimeier, zu fördern und an Bern zu fesseln. Wissenschaftlich beschäftigten ihn damals besonders Probleme der Atmung, der Muskelphysiologie, der Reizleitung im Nerven und des Winterschlafes, außerdem die Spektroskopie und die Polarisationsmikroskopie. Auf diesem Gebiet blieb seine 1861 publizierte Monographie für Jahrzehnte maßgebend. Die Theorie der durch Spannung verursachten Doppelbrechung organischer Materialien und viele Einzelbefunde daraus haben sich erhalten. Als 1863 die Lehrstühle der Anatomie und Physiologie in Bern wieder, wie früher, getrennt besetzt werden sollten, wehrte sich Valentin zunächst dagegen, bewarb sich dann aber doch um die Anatomie, um die Institutsleitung zu behalten. Er wurde jedoch auf Wunsch der Fakultät auf sein bisheriges Lehrfach beschränkt, da er als Physiologe weit mehr geleistet habe und auch als solcher schwerer zu ersetzen sei. Schließlich fügte sich Valentin

in die neue Entwicklung und wirkte weiter auf seinem eigentlichen Arbeitsfeld; er hatte die Zeit des Kampfes um seine Position, die noch durch den gleichzeitig erfolgenden Tod seiner Frau erschwert wurde, «ohne Schaden an Leib und Seele» (Stern) überstanden. Versuche, die Physiologie vermehrt für die praktische Medizin nutzbar zu machen, sind die Monographien zur physiologischen Pathologie der Nerven und der Kreislauforgane. Als interessant seien daraus die Analyse der Herzstruktur durch Abfaserung, die Kenntnis des spiraligen Baues der Arterienwand und die Empfehlung monochromatischen Lichtes für mikroskopische Beobachtungen erwähnt. Fortgeführt wurden die Untersuchungen über den Winterschlaf der Tiere (27 Abhdlg.), die «Histologischen und physiologischen Studien» (45 Abhdlg.), eine neue Reihe «Untersuchungen über Pfeilgifte» (7 Abhdlg.) und die «Eudiometrisch-toxikologischen Untersuchungen» (12 Abhdlg.). Neben diesen sind zahlreiche Einzelpublikationen zu erwähnen, die zeigen, daß Valentin bis ins hohe Alter leistungsfähig blieb. Ein täglicher Spaziergang, reger Briefwechsel mit Freunden, Reisen und das Studium der Kunstgeschichte boten ihm Erholung von seiner angestrengten Tätigkeit. Anerkennung seines Wirkens fand Valentin besonders in den Vierzigerjahren durch mehrere Berufungen und Aufnahme in zahlreiche wissenschaftliche Gesellschaften. In der Berner Fakultät blieb er ein angesehenes Mitglied mit weltbekanntem Namen; sie ehrte ihn bei Gelegenheit seines 40. Professoren-Jubiläums (1876) und am Tage seines goldenen Doktor-Jubiläums (10. Okt. 1882) durch Festschriften und Feiern. 1881 durch einen Schlaganfall gelähmt, mußte er auf sein Lehramt verzichten; noch vom Krankenbette aus publizierend, ist er im Mai 1883 gestorben. «Schiffbrüche und Schicksal» hat Valentin in seinem Leben sehen wollen; es war das Dasein eines Menschen mit seinen Fehlern und seinen Tugenden, mit überragenden Leistungen in den Jugendjahren, die zu frühem Ruhme führten, mit einer auf breitem Arbeitsfeld wohlgenutzten Schaffenskraft in den besten Mannesjahren, einer etwas einsamen Höhe und dem durch die Erfahrungen des Lebens gemilderten Ausklang – so sehen wir heute den Weg von G. G. Valentin, der durch Mehrung der Kenntnisse von den Lebensvorgängen den Lebenden zu dienen suchte.

13. Sektion für Geographie und Kartographie

Sitzung des Verbandes schweizerischer geographischer Gesellschaften

Samstag, Sonntag und Montag, den 23., 24. und 25. August 1952

Präsident: PD Dr. H. Annaheim (Basel)
Sekretär: Dr. W. Kuhn (Bern)

1. Paul Nydegger (Thun). – *Elektrisches Fernmeldethermometer für Temperaturmessungen in Seen.*

1. Temperaturempfindlicher Teil. Durch die Kapillare eines Quecksilberthermometers wird ein Widerstandsdraht geführt, dessen beide Enden je oberhalb und unterhalb von Maximum und Minimum des zu messenden Temperaturbereiches nach außen führen. Ein Steigen oder Sinken der Quecksilbersäule, als Funktion einer Temperaturänderung, hat, aus leicht ersichtlichen Gründen, eine Widerstandsänderung zur Folge. Die Dimensionen wurden in unserem Falle so gewählt, daß die Widerstandsänderung pro Grad Celsius rund 10% beträgt. Die Temperaturempfindlichkeit ist also, verglichen mit Metallwiderständen (Temperaturkoeffizient $5^0/_{00}$), das Zwanzigfache. Zur Widerstandsmessung kann deshalb ein robustes Meßinstrument verwendet werden, das auf Bootsschwankungen kaum reagiert.

2. Messung der Widerstandsänderung. Um eventuelle Meßfehler infolge Spannungsabfalls der verwendeten Stromquelle zu vermeiden, wird der Widerstand mit einer Weatstonbrücke gemessen. Die Skala des Vergleichpotentiometers kann direkt in Grad Celsius geeicht werden.

3. Zuleitungskabel. Um eine eventuelle Widerstandsschwankung, bedingt durch Temperaturänderungen im Raum zwischen Thermometer und Meßbrücke, zu kompensieren, enthält das Zuleitungskabel eine zusätzliche Leitungsader.

Strömungsmeßapparat

I. Konstruktion und Funktionsprinzip

1. Von einem fixierten Boot aus wird ein an einem Leitungskabel horizontal hängendes Metallrohr in die gewünschte Seetiefe versenkt. An einem Rohrende befindet sich ein Steuerruder als Verlängerung. Eine eventuelle Wasserströmung wird deshalb die Längsachse des Rohres parallel zur Strömungsrichtung stellen.

2. Durch eine vom Boot aus zu betätigende Kontaktvorrichtung kann ein bestimmtes Quantum Salzlösung vor die vordere Rohröffnung gespritzt werden. Der elektrische Widerstand des Seewassers zwischen 2 Elektroden, die sich am hintern Rohrende befinden, wird dauernd kontrolliert. Sobald die Salzlösung, durch die Wasserströmung transportiert, bei den Elektroden anlangt, ist am Widerstandsmeßinstrument ein deutlicher Zeigerausschlag festzustellen.
3. Aus Rohrlänge und Durchflußzeit ergibt sich die Strömungsgeschwindigkeit.
4. Die Strömungsrichtung wird durch einen Fernmeldekompaß übermittelt.

II. Eignung. Da die Diffusionsgeschwindigkeit der Salzlösung ein sehr schwer zu erfassender Faktor ist, eignet sich der genannte Strömungsmeßapparat nicht zu Präzisionsmessungen. Er kann aber sehr gute Dienste leisten, wenn es gilt, schleichende Strömungen, wie sie in Seen die Regel sind, festzustellen.

2. Heinz Oertli (Bern). – *Karstphänomene im nordwestlichen Jugoslawien.*

Die anläßlich eines fünfwöchigen Studienaufenthaltes im Frühjahr 1952 näher untersuchte waldreiche Karstlandschaft der zentralen Innerkrain in SW-Slowenien setzt sich stratigraphisch hauptsächlich aus mächtigen mesozoischen Dolomiten und vor allem Kalken zusammen. Während jene nur zu schwacher Verkarstung neigen, sind in diesen die Karsterscheinungen sehr intensiv entwickelt. Das genannte Gebiet gehört zur Randzone der geographischen Landschaft Karst, die ihr Zentrum im Hochland von Triest hat. Mit diesem zusammen bildet es die Typgegend für Karstphänomene. Hier befinden sich u. a. die seit Jahrhunderten bekannten Adelsberger Grotten (heute Postojnska Jama) und der periodische Zirknitzersee.

Der von einer nur dünnen, unzusammenhängenden Verwitterungsrinde bedeckte Waldboden ist von einer großen Zahl von *Dolinen* durchlöchert; eine Detailaufnahme nahe Postojna konnte in der Waldzone 274 Karsttrichter pro Quadratkilometer ermitteln. Im Gegensatz zum Triester Karst handelt es sich hier vorwiegend um kleine Formen von durchschnittlich 20 bis 30 m Durchmesser und 6 bis 8 m Tiefe; allerdings können sie auch auf 30, 50, 80 und mehr Meter hinuntergehen. – Temperaturmessungen zeigten, daß die Differenz zwischen dem kühlen Dolinengrund und der Oberfläche um so größer ist, je tiefer die Doline, je kleiner das Verhältnis zwischen Durchmesser und Tiefe und je dichter die den Luftaustausch abschirmende Vegetation ist.

Die berühmten Innerkrainer *Poljen* von Prezid, Lož, Cerknica (Zirknitz) und Planina liegen an der großen Verwerfungslinie Lož–Idrija–Isonzo; ihre Anlage ist durch diese Störung, d. h. tektonisch, bedingt, während ihre heutige Form als durch Korrosion und Einsturz,

später auch durch Erosion erweiterte Uvalas zu deuten ist. Die Poljen von Lož und Planina stehen im Frühjahr und Herbst einige Wochen unter Wasser; das am längsten inundierte Polje von Zirknitz ist nur während etwa 50 Sommertagen völlig wasserfrei. Die Senken von Prezid und Lož liegen in klüftigen Kalken, diejenige von Zirknitz mehrheitlich in Dolomit, während das Planinsko Polje ausschließlich Dolomituntergrund aufweist; die Klüfte sind hier im Gegensatz zu den andern Poljen weitgehend von den dolomitischen Sanden und zähen Tonen verstopft. Für diesen Talkessel liegt das Projekt eines Staubeckens vor (Sommerausgleich für die wasserarme Save. Mitt. des Geološki zavod LRS, Ljubljana). – Die Poljen stellen Fenster im unterirdischen Stromnetz des Karstkluftwassers dar. Der östliche Arm der Innerkrainer Ljubljanica, ein typisches Beispiel eines unterbrochenen Stromtales, erscheint so zwischen dem Snežnikgebirge und den großen Resurgenzen bei Vrhnika fünfmal in geschlossenen Senken an der Oberfläche (in den vier genannten Poljen und im ½ km² messenden Einbruchstal des Rak zwischen dem Cerkniško und Planinsko Polje).

An einigen wichtigen Gewässern wurden *Härtemessungen* (Karbonatgehalt) vorgenommen. Oberirdische, in geringerem Grade auch unterirdische Zirkulation von größern Wasserläufen ergab in ihrem Verlauf eine allmähliche Härteabnahme. – Das aus Kalk und Dolomit stammende Wasser der Zirknitzer Seite weist eine zirka 30% höhere Härte auf (19 frz. Grade [Werte während Schönwetterperiode]) als die Pivka an der Schwundstelle (14,5; sie nimmt im Postojner Becken neben Kalkmehrere Flyschquellen auf). – Die in Zusammenhang mit dem Planinsko Polje (gemischtes Zirknitzer und Postojner Wasser) stehenden Resurgenzen bei Vrhnika (Oberlaibach) sind weniger hart (13,75 bis 14,5) als die bei Färbversuchen nicht kolorierten Quellen Bistra und Lubia (15,75 bis 16,75), die ihr Wasser vermutlich direkt vom Zirknitzer Polje beziehen. – Einige Kalkresurgenzen im Vipavatal zeigten erstaunlich geringe Härtegrade (10,25 und 13, gegenüber Kalkquellen im Postojner Becken von 18 bis 21 Grad); es läßt dies an eine Verbindung mit dem Flyschwasser der Lokva (7) denken, die in der Mulde von Postojna ein eigenes Becken ausgetieft hat und sich 48 m unter dem Pivka-Ponor ins Nanosgebirge hinein in westliche Richtung verliert.

Zahlreich sind die Auswirkungen der Karstphänomene auf die *Biosphäre*. Die spezielle Morphologie erlaubt die Existenz mehrerer, eng beieinanderliegender pflanzlicher Lebensräume, so z. B. von alpinen und baltischen Gewächsen in kühlen Dolinengründen. – Neben reichen prähistorischen Säugerresten (hpts. aus der Würmeiszeit) ist die hier außerordentlich mannigfaltige rezente Höhlenfauna von besonderem Interesse. – Die Höhlen lieferten auch eine große Zahl von Artefakten; so sind in Innerkrain u. a. vier paläolithische Stationen bekannt. Die heutigen Siedlungen richten sich nach dem Angebot von Wasser und Boden, sind also fast ausschließlich auf die Niederungen beschränkt. Die Poljendörfer sind der Überschwemmungen wegen erhöht und z. T. in langer Reihe angelegt (Planina mit 576 Einwohnern [1948] zieht sich

10 bis 30 Meter über dem Poljenboden über 2 Kilometer dem Hang entlang). – Die feuchten Gründe gestatten nur Anpflanzung von Kohl, Bohnen, Kartoffeln und wenig Weizen. Hafer, Roggen, Buchweizen, meist auch Weizen, müssen angekauft werden. Das große Angebot an Grünfutter (periodisch inundierte Poljenteile) ermöglicht dafür die Haltung von Großvieh, im Gegensatz zu den kahlen Dinariden (Schaf). – Von wirtschaftlicher Bedeutung sind die großen Holzvorkommen (systematische Nutzung nötig; Rodung schafft Steinwüsten), ferner als Wasserkräfte die starken Resurgenzen. – Einige Höhlen spielen im Fremdenverkehr eine Rolle (Postojnska Jama 1951 170000 Besucher). – Sehr interessant sind auch die Beziehungen der Karstlandschaft zu Volksglauben und Sagenwelt wie auch zur Etymologie der Ortsnamen.

3. Werner Kuhn (Bern). – *Das Worblental als Glaziallandschaft, bäuerlicher Siedlungsraum, Industriegebiet und Vorortzone.*

Das Worblental liegt in einer Ausdehnung von rund 70 km² am Rande des höheren Mittellandes, in jenem Teil, in welchem die schwach nach SE einfallenden, formgebenden Molasseschichten (zur Hauptsache miozäne Meeresmolasse des Burdigalien u. Helvétien) mit markanten Schichtköpfen nach NW ausstreichen und mit deutlichem, cuestaartigem Steilabfall gegen das tiefere bernische Mittelland abbrechen. Alle Geländeformen sind glazial gerundet wie jene des eng benachbarten Aaretals und stehen damit in starkem Gegensatz zur fluviatilen Formenwelt des Emmegebietes, was Messungen über Reliefenergie, Gehängeentwicklung und Flußdichte eindeutig bestätigen. Grundmoräne überkleistert mit Ausnahme der Steilhänge das ganze Gebiet, zahlreiche Moränenwälle lassen das Zurückweichen des würmeiszeitlichen Aaregletschers in sieben Rückzugsstadien verfolgen. Der fruchtbare Grundmoränenboden hat hier ein Hauptgebiet bernischer Kleegraswirtschaft entstehen lassen.

Der Worblenbach – der Aare tributär – ist von Natur aus ein bescheidenes Rinnsal, das aus der Gegend von Schloßwil über Worb durch den weiten, glazialen Taltrog fließt, um in unausgeglichenerem Gefälle bei Worblaufen die Aare zu erreichen. Er wird von einem ausgiebigen Grundwasserstrom begleitet. Der wesentliche Zufluß ist das durch künstliche Bachgabelung aus dem Enggisteinmoos hergeleitete Wasser des Biglenbaches, welcher an der Blasenfluh entspringt und seit einem Kaufvertrag aus der 1. Hälfte des 14. Jh. durch die damaligen Schloßherren von Worb zum größeren Teil über Enggistein–Worb ins Worblental fließt.

Die auf solche Weise durch Menschenhand gekräftigte Worblen hat seit dem frühen Mittelalter einer gewerblichen Entwicklung gerufen, die von der Mitte des letzten Jahrhunderts an, besonders aber in den letzten drei Jahrzehnten, mehr und mehr industriellen Charakter annahm und heute im Worblengebiet 34 Fabrikbetriebe feststellen läßt. Trotz des ungünstigen Verlaufs der Talachse und des Fehlens von Hauptbahnen ist das Worblental recht verkehrsoffen. Zusammen mit dem Angebot an

Wasserkraft und Grundwasser, aber auch an zuverlässigen und geschickten Arbeitskräften hat diese Verkehrsaufgeschlossenheit wohl die erstaunliche Standorttreue bedeutender Industrieunternehmen erwirkt.

Das Wachsen der Stadt Bern, welche ihren Stadtrand bereits bis an die Grenze der untersten Worblentalgemeinde vorgeschoben hat, bringt neue Probleme. Schon sind Gümligen und Worb von der einen Seite, Ittigen-Bolligen, Deißwil-Stettlen und Sinneringen-Boll durch das Worblental selbst zu Außenorten von Bern geworden, welche innerhalb der halbstündigen Isochrone dieser Stadt liegen, wogegen die innern Gemeindeteile von Bolligen und Muri-Gümligen (d. h. Worblaufen-Papiermühle, Ostermundigen und Muri) bereits zur Agglomeration Bern (mit rund 190 000 Einw.) gezählt werden müssen. Nicht nur sind infolge dieser Entwicklung frühere Hauptsiedlungen durch neuere Gemeindeteile weit überflügelt worden, wie die Kirchdörfer Bolligen und Vechigen; die enge Verflechtung von Stadt und Außengemeinden durch Markt- und Ausflugverkehr, weit intensiver aber durch den modernen Pendelverkehr bringt eine Menge schwer lösbarer Fragen steuerrechtlicher, schultechnischer und verkehrswirtschaftlicher Art, die weitblickender Regelung bedürfen und daher einer gründlichen regionalen Planung rufen.

So läßt sich zusammenfassend sagen, daß eine günstige Verkehrslage in gallorömischer Zeit das Worblental erschlossen hat, der Fleiß seiner Bauernbevölkerung alemannischer Herkunft es zur Entfaltung brachte, während die Nutzung seiner Wasserkraft das Tal weiterentwickelte; sein künftiges Geschick scheint durch die Nähe der Großstadt bestimmt.

4. W. Kündig-Steiner (Zürich). – *Die Stadtlandschaft von Dubrovnik (Ragusa).*

In seinem städtegenetischen Überblick belegte der Referent anhand von Lichtbildern die Lagebeziehungen der heute rund 15 000 Ew. zählenden Stadt D., die auf der Mittellinie zwischen Byzanz und Rom sitzt. D. war die Metropole eines freien Inselreiches (rund 800 km²) bis 1815, als es österreichisch wurde, um dann 1918 in Jugoslawien aufzugehen und gleichzeitig den neuen Namen Dubrovnik anzunehmen. – D. liegt am SE-Ende des dalmatinischen Inselschwarmes, wo die Küstenfahrt endgültig in die Fahrt über das offene Meer überleitet, zugleich an der Stelle, von wo man die kürzeste Verbindung mit dem Südrande des Pannonischen Beckens herstellen kann. – Als ums Jahr 600 slawische Stämme vom dinarischen Hinterland meerwärts vorstießen flüchteten die Kolonisten von Alt-Ragusa (heute Cavtat) auf die Halbinsel Labes (die den Südrand der Altstadt von D. bildet), die damals und bis ins 12. Jh. durch einen wenig tiefen Meeresarm vom Festland getrennt war. Gegenüber am Fuße des Berghanges (Brdo Srdj) siedelten sich Slawen an und nannten ihren Platz Dubrava (=Eichenwald). Aus dem griechisch-römischen und dem slawischen Doppelgebilde erwuchs eine sehr

seltene Symbiose: die Stadt Ragusa mit einer lebensfrohen, unternehmungsfreudigen Einwohnerschaft.

Im Laufe des Referates wurde auf die dreifache Verlegung der Hafenstelle hingewiesen (Kolorina/Luka im E-Gruž [Gravosa]/Rijeka [Ombla]). Je nach seiner Position im Gelände gestaltete sich das Stadtbild. Mit der Aufschüttung des seichten Meeresarmes wurde die Altstadt allmählich landfest; ihr Halbinselcharakter verschwand schon im 13. Jh. Um allen Angriffen – insbesondere von Venedig her – gewappnet zu sein, wurde die Stadt ringsum mit hohen Mauerwällen und Gräben bis auf Meeresniveau umgeben. Sie garantierten die Freiheit der Stadtrepublik auch zur Zeit der Türkeninvasionen. – Ragusa lag viele Jahrhunderte im Grenzbereich der römisch-katholischen und islamitischen Konfession. Hier befand sich ein kräftiger Außenposten von Rom (4 Klöster, zirka 20 Kirchen und Kapellen). In der Blütezeit des 15. Jh. entstanden die Prachtsbauten im ragusanischen Stil, der die Einflüsse von Byzanz und Venedig widerspiegelt. – Ein besonderes Moment ist das Erdbeben von 1667, dem nur die auf Felsen gebaute Stadt standhielt. Im Stadtplan änderte sich in der Folge äußerlich nur sehr wenig. Aber innerlich hatte sich seit der Entdeckung Amerikas eine Wandlung vollzogen: Der Schiffsverkehr wandte sich immer mehr von Ragusa ab, und die Ringmauern konservierten nun eine «absterbende» Küstenstadt, die vom Warenaustausch mit dem Hinterlande einst reich geworden war.

Eine neuzeitliche Entwicklungslinie kündete sich Ende des 19. Jh. an, als man die Kurlandschaft von Süddalmatien entdeckte. Diese wenig berührte Region mit rund 2600 Sonnenscheinstunden zog schon um 1900 immer mehr Touristen an. In der Zwischenkriegszeit mögen es jährlich mehrere Zehntausend, ausnahmsweise 80 bis 90 000 gewesen sein. Noch kurz vor dem Ersten Weltkrieg erhielt Süddalmatien via Sarajevo eine Schmalspurverbindung mit Mitteleuropa. Heute – 1952 – gibt es – im Sommer – täglich Flugverkehr mit Belgrad, Zagreb und Split, mehrfach wöchentlich mit Sarajevo. Die allgemeine bauliche Entwicklung der neuen Stadt geht dennoch in Richtung zum Schiffshafen Gruž, wo größere Bauflächen vorhanden sind, und viel weniger gegen den etwa 30 km entfernten Flugplatz, obgleich gerade dieser schmale Raum zwischen der Stadt und dem Konavletal zu den herrlichsten Kurlandschaften gehört, die in Europa existieren.

5. W. Staub (Bern). – *Afghanistans Völkerverteilung.*

Afghanistan (650 000 km²) ist das Land des Hindukusch. Das Gebirge verläuft von NE nach SW und trennt das oasenreiche Baktrien von Steppen und Wüsten im S. Nach einer Einsattelung, in welcher die Hauptstadt Kabul bei zirka 1800 m ü. M. liegt, erhebt sich das Gebirge nach SW im Hochland von Azara nochmals zu Höhen von 5100 m (Kuh-i-Baba) und löst sich dann fächerförmig in einzelne Gebirgskulissen auf. Vom Hochland von Azara fließen die Flüsse nach allen Richtungen ab: der Kabulfluß nach E, wo er in tiefer Schlucht dem

Indus zustrebt; der breite Kundus, ein Nebenfluß des Amu Darja gegen N, der ein Stück weit die Grenze gegen die USSR bildet; der Hilmend-Rud, der im S in der Wüste Seïstan im Hamun-Salzsee endet, und der Heri-Rud, der von E nach W an Herat vorbeifließt. Entlang diesen Flüssen geschah die Landnahme. Einer Seminararbeit von Herrn cand. rer. pol. Sobeir Said aus Kabul entnehmen wir, daß Afghanistan heute zirka 12 Mill. Einw. zählt, von denen 2 Mill. Nomaden sind. Nach Sprachgruppen geordnet ergibt sich folgende Verteilung: Von W her stammt die persische Einwanderung der Tadjiken. Von den 4 Mill. Einw. leben 2,6 Mill. in den beiden Provinzen Herat und Kabul. Einen indischen Dialekt sprechen nur 12 300 Einw., hievon 9287 in den östlichen Provinzen Kabul und Maschriki. Der N ist das Land der osbekisch (türkisch) Sprechenden, speziell in den Provinzen Masar-i-Scherif, Katghan und Badachschan. Afghanisch (Paschto) reden 5,6 Mill. Einw., hievon zirka 2 Mill. im E, in den Provinzen Maschriki und Junubi, und 1 Mill. in der Provinz Kandahar. Von den 12 Mill. Einw. sind 10,9 Mill. Sunniten, 1,0 Mill. Schiiten. Das ganze Land zählt 306 Gemeinwesen, hievon liegen 50 in der Provinz Kabul. Wald findet sich im NE. Die Hauptstadt Kabul (mit Industrie) zählt 206 000 Einw., Kandahar (Getreide- und Obstbau) 77 000, Herat 75 000, Masari-Scherif 41 960. Zirka 2 Mill. Einw. leben in Städten. Bahnen fehlen noch völlig.

6. Fritz Nussbaum (Zollikofen b. Bern) und Fritz Gygax (Bern). – *Morphologische und glazialgeologische Beobachtungen im Kantabrischen Gebirge (Nordspanien).*

Das Kantabrische Gebirge, das sich vom Puerto de Velate in westlicher Richtung auf eine Länge von 500 km bis zum Minho erstreckt, bildet gleichsam die Fortsetzung der Pyrenäen, mit denen es in seiner östlichen Hälfte nach dem geologischen Aufbau in Zusammenhang steht, während der westlich von der Einsattelung von Reinosa gelegene Teil des Gebirges vorwiegend aus stark gefalteten paläozoischen Formationen aufgebaut ist und nach Ed. Süeß dem sog. asturischen Wirbel angehört. Reste alter Rumpfflächen treten uns in Galizien und in den westlichen Gebirgsteilen entgegen; dagegen haben in den mittleren Gebirgsgruppen, wo wahrscheinlich postkarbonische Hebungen bedeutende Ausmaße erreicht hatten, jüngere Abtragungsvorgänge ausgeprägte Hochgebirgsformen geschaffen. Hebungen und Senkungen jüngeren Alters haben in der dem Gebirge auf der ganzen Länge vorgelagerten Küstenzone zu gehobenen Küstenterrassen und Rias geführt, die von Gomez de Llarena beschrieben worden sind.

Unter den verschiedenen Gruppen des Kantabrischen Gebirges treten die über 2600 m hohen Picos de Europa durch ihre kühn aufragenden Gipfel und tief eingeschnittenen Erosionstäler besonders hervor. Sie sind von Saint-Saud, H. Obermaier und F. Hernandez-Pacheco untersucht worden. Diesen Forschern verdanken wir u. a. die ersten Mitteilungen über Spuren der eiszeitlichen Vergletscherung dieser Gebirgsgruppe. So-

dann hat seither R. Stickel auch in andern Teilen des Gebirges eiszeitliche Ablagerungen festgestellt.

Um eine Übersicht über die Verbreitung diluvialer Bildungen im Kantabrischen Gebirge zu erhalten, haben F. Nußbaum und F. Gygax im Jahre 1949 insbesondere die westlich und östlich vom Puerto de Pajares gelegenen Gruppen bereist und hier die Spuren zahlreicher Kar- und kleiner Talgletscher nachweisen können, mit dem Ergebnis, daß deren Existenz durch eine relativ tiefe Lage der diluvialen Schneegrenze bedingt war. Dieselbe befand sich im Westen, in der Sa. de Caurel, in 1400 bis 1450 m Höhe und zeigte ein deutliches Ansteigen gegen Osten bis auf 1700 m, welche Höhenlage sich nach den von F. Hernandez-Pacheco durchgeführten Untersuchungen in der 2220 m hohen Cordillera Iberica ergibt, wo der Ebro seine Quelle hat.

Ein deutliches Ansteigen der diluvialen Schneegrenze in westöstlicher Richtung ist auch von H. Lautensach und von P. Vosseler in den südlich benachbarten Gebirgsgruppen der Sierra Segundera und des Teleno festgestellt worden. Ohne Zweifel ist diese Erscheinung auf die stärkeren Niederschläge in den der Westküste nahen Gebieten zurückzuführen, die bei einem kühleren Klima vorherrschend von feuchten Westwinden bestrichen wurden, deren Feuchtigkeit sich ost- und landeinwärts in entsprechender Weise, wie dies noch heute der Fall ist, verringert haben dürfte.

Es haben noch gesprochen: S. Bertschmann, Bern; F. Hofer, Bümpliz; W. Kuhn, Bern.

14. Sektion für Vererbungsforschung

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Vererbungsforschung

Sonntag, den 24. August 1952

Präsident: Prof. Dr. OTTO SCHLAGINHAUFEN (Zürich)

Die Sektion verzichtet auf eigene Vorträge, da die Hauptvorträge der S.N.G. genetische Probleme behandeln.

15. Sektion für Logik und Philosophie

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft zur Pflege der Logik und Philosophie der Wissenschaften

Samstag, den 23. August 1952

Präsident: Prof. B. ECKMANN (Zürich)
Sekretär: M. ALTWEGG (Zürich)

1. ERNST SPECKER (Zürich). – *Logik als Naturwissenschaft.* – Erscheint ausführlich in «Dialectica».

2. H. GUGGENHEIMER (Basel). – *Zur talmudischen Logik.* Ausführlich in «Methodos» 1951, S. 150–164 erschienen.

3. ALBERT CHALLAND (Berne). – *Attitude scientifique et vie publique.*

Si l'on a pu reprocher à bon droit à la cosmogonie de nos aïeux d'exagérer l'importance de l'homme dans la nature en faisant de lui le but de toutes choses et la cause finale de l'univers, la réaction contre cette vue erronée, depuis que l'essor des sciences naturelles a rétabli certaines proportions, est elle-même tout à fait excessive. On n'a plus voulu voir dans l'homme qu'un terme de la série animale, en méconnaissant le fait que ce qui l'individualise, ce qui le distingue des animaux, est beaucoup plus important que ce qui l'y rattache. L'animal est guidé par ses instincts. La marge de spontanéité que ceux-ci lui laissent pour donner à sa vie un contenu personnel est extrêmement étroite; elle est pratiquement nulle chez les espèces qu'on a le plus de tendance à nous donner en exemple, comme les fourmis ou les abeilles.

D'autres espèces ont plus de latitude à cet égard, mais c'est chez l'homme et, sous réserve d'hypothétiques découvertes futures sur d'autres planètes, voire aux confins de l'univers, c'est chez l'homme seul que le centre de l'activité se trouve transposé dans cette zone de spontanéité. L'homme obéit à des *idées*, c'est-à-dire à des représentations mentales artificielles, et non plus en première ligne à des instincts. Autrement dit, il ne conforme plus son contenu mental à un modèle qui lui soit proposé et imposé par sa nature héréditaire. Celle-ci l'abandonne aux destins qu'il se forge, et l'on connaît l'apologue, presque conforme aux faits, de ces chevaux qui, en pays neuf, savent aussitôt quelles

plantes sont vénéneuses, tandis que ceux qui les montent n'en font l'expérience qu'à leurs dépens. Même les instincts restés les plus forts, comme l'instinct sexuel, sont obligatoirement modifiés, perturbés, voire pervertis, par une prolifération imaginative énorme, sans laquelle leur fonctionnement est devenu inconcevable.

Un autre bon exemple est celui de la soif, qui est une tendance naturelle à absorber de l'eau, non de l'alcool éthylique. Et pourtant, voyez l'ivrognerie faire rage autour de vous!

C'est donc une situation mentale unique que celle de l'homme, et elle lui pose le problème de la *connaissance*. Il ne peut plus subsister dans le monde extérieur qu'en se renseignant sur celui-ci. Il s'y prendra pour cela de manière plus ou moins opportune, et la technique de l'acquisition de la connaissance devra progresser comme les autres techniques.

Or il se trouve que nous avons le bonheur – et j'emploie ce mot à bon escient – de vivre à une époque où, après cent millénaires d'errements, sinon toujours uniquement d'erreurs, la technique de l'acquisition des connaissances a été enfin, depuis trois ou quatre siècles, depuis Bacon, surtout depuis Descartes, prolongé plus tard par Claude Bernard, exactement précisée, dégagée de toute gangue. La méthode scientifique est née. Voyons un peu ce qu'elle est, ce qu'elle se propose.

Elle se propose l'acquisition d'idées conformes aux réalités du monde extérieur, y compris l'homme, qui en fait partie pour chacun de nous en tant qu'il est *l'autre*, en tant que facteur matériel, en tant que phénomène. C'est cette conformité de l'idée à l'objet qui constitue toute la science, laquelle est transformation de l'inconnu en connu à fin de maîtrise sur les choses. La science ne peut dès lors reposer que sur la notion de *contrôle*. Il n'y a de science que du *prouvable*, le principe de révisibilité demeurant seul réservé. Mais qui dit connaissance prouvée dit connaissance objective, indépendante de ma personne. Car par définition le monde extérieur, tel que le postule mon psychisme, m'est commun avec les autres hommes. Ce que Pierre a prouvé, Paul doit par conséquent pouvoir le prouver aussi. La connaissance objective est *communicable*. Les états d'âme purement individuels ne sont donc pas objet de connaissance. Cela ne veut pas dire qu'ils n'aient pas d'importance, mais cette importance n'est pas relative au monde extérieur. Il en résulte qu'il est interdit par l'honnêteté scientifique – notion qui n'est pas apportée du dehors, mais se déduit des conditions propres de la science – d'imposer aux autres hommes, par exemple, les conséquences d'une vision qu'on aurait eue sur le chemin de Damas. La véritable opposition entre la science et les attitudes religieuses traditionnelles pourrait bien se situer ailleurs que là où on la cherche généralement.

Le but de la science étant la *maîtrise*, intellectuelle d'abord, puis pratique, exercée sur les phénomènes grâce à une analyse correcte de leurs facteurs et du jeu des dits facteurs, elle a réussi à s'imposer malgré la résistance initiale des classes dirigeantes, dans tous les cas où elle a pu augmenter leur puissance en se vendant à elles. Et nous la voyons fabriquer aujourd'hui des bombes atomiques. Mais on conçoit immédia-

tement que tous les pouvoirs de ce monde qui ont intérêt à l'asservissement de l'homme, ou du moins à ce que les valeurs sociales, les rapports de soumission, les traditions profitables aux uns aux dépens des autres, soient revisés le moins possible, fassent tous leurs efforts pour soustraire à tout prix au moins un domaine, celui de la vie sociale des humains, à l'emprise de la science. Comme au temps de Galilée, on craint les ravages de la vérité. Comment, lorsqu'elle sera connue, exploiter encore l'incertitude d'un problème mathématiquement résolu ? Comment pêcher en eau trouble dans un vase clair ?

Il faut donc prévenir ce malheur, et pour ce but il y a divers moyens qui ont fait leurs preuves. L'un d'eux consiste à appeler science les bourdes que l'on veut sauver, comparables à la terre immobile des adversaires de Galilée, et à écarter ainsi la recherche sous le prétexte que le terrain est déjà occupé. C'est la fonction des sociologies dites scientifiques, mais qui, de Dupréel à Reiwald ou Toynbee, ne le sont en rien. La pseudo-science stalinienne rentre dans le même ordre de procédés.

Un autre truc éprouvé consiste à postuler que l'homme, et plus encore l'Etat, est transcendant à la science. Cette position, très goûtée en Angleterre, est celle de Bertrand Russell. C'est aussi celle qui a dicté, comme sujet des Rencontres internationales de Genève de cette année, le titre : L'homme devant la science, lequel *opposant* l'homme et la science, est bien le type même du faux problème.

Troisième tour de main, très en honneur en Suisse : discuter à perte de vue sur les méthodes des sciences particulières, afin de faire croire aux populations que l'attitude scientifique est une chose horriblement complexe, à laquelle l'homme moyen ne saurait se hausser pour sa défense, alors qu'elle a au contraire toute la simplicité de l'universel et toute l'universalité de l'humain.

Je postule donc, en opposition complète avec les opinions reçues, que la *pensée droite*, telle qu'elle a été mise au point par un Descartes, est accessible, aussi bien et mieux que les fariboles doctrinaires dont on lui bourre le crâne, à la majorité de la population scolaire, et peut et doit devenir par elle, dont l'enfance est prompte à passer, *le* facteur décisif de la vie publique.

Es hat noch gesprochen: Paul Bernays, Zürich.

16. Sektion für Pharmazie

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Pharmazie

Sonntag, den 24. August 1952

Präsident: Prof. P. CASPARIS (Bern)
Sekretär: PD Dr. E. STEINEGGER (Bern)

1. J. BÜCHI und J. AMMANN (Zürich). – *Synthese und pharmakologische Wirkung einiger 3,5-Dioxo-pyrazolidine.*

Die Entwicklung von Arzneimitteln aus der Reihe der Pyrazolone ist in den letzten Jahrzehnten zu einem gewissen Stillstand gekommen. Dagegen ist in neuester Zeit gefunden worden, daß ein Vertreter der 3,5-Dioxo-pyrazolidin-Klasse, das 1,2-Diphenyl-4-*n*-butyl-Derivat («Butazolidin»), ähnliche pharmakologische Eigenschaften besitzt wie das Pyramidon und zudem in der Lage ist, dessen geringe Wasserlöslichkeit zu verbessern («Irgapyrin Geigy»). Da nur für wenige Vertreter der 3,5-Dioxo-pyrazolidine die pharmakologischen Eigenschaften bekannt wurden, stellten wir zahlreiche Derivate dieser Körperklasse her. Es handelte sich dabei darum, weitere Zusammenhänge zwischen der chemischen Konstitution und der Wirkung kennen zu lernen. Die durch Kondensation von disubstituierten Malonestern mit Hydrazin oder Phenylhydrazin und durch nachfolgende N-Alkylierung gewonnenen Verbindungen zeigen bei relativ geringer Toxizität gute analgetische Wirkungen, dagegen sind praktisch keine sedativen und antipyretischen Eigenschaften vorhanden. Es konnte ferner festgestellt werden, daß die Substitution in 4-Stellung die Wirkung viel grundlegender beeinflußt als eine solche in 2-Stellung. Bei geeigneter Substitution in 4-Stellung verstärkt die 1-Phenyl-Gruppe die schon vorhandene analgetische Wirkung.

2. P. CASPARIS und M. JACOB (Bern). – *Zur Wertbestimmung der Anthraglykosiddrogen.*

Bei der Prüfung der Frage, ob eine chemische Wertbestimmungsmethode in die Pharmakopöe aufgenommen werden kann, gilt es zunächst abzuklären, ob die bei den kolorimetrischen Methoden der Literatur übliche Oxydation der Anthrone zu Anthrachinonen quantitativ verläuft. Nur wenn dies der Fall ist, darf man ein darauf aufgebautes kolorimetrisches Verfahren als geeignet betrachten.

Es wurden von drei Paaren von Modellsubstanzen die Extinktionskurven mit einem Beckman-Quarz-Spektrophotometer aufgenommen. Als erstere wurden gewählt: Chrysazin–Chrysazin-9-anthron, Rhein–Rhein-9-anthron und Emodin–Emodin-9-anthron. Am Chrysazinanthron prüfte man die geeignetste Oxydationsmethode. Als solche erwies sich am geeignetsten Schütteln mit Luft in *n*-NaOH und zweistündiges Stehenlassen. Alle drei Anthrone wurden in dieser Weise oxydiert, wieder isoliert und die Extinktionskurve des oxydierten Anthrons aufgenommen. Wenn bei der Oxydation ausschließlich das zugeordnete Anthrachinon entstanden ist, so muß sich die Kurve mit der des letzteren decken. Dies ist nur beim Rheinanthron der Fall. Beim oxydierten Chrysazinanthron liegen Maximum und Minimum im selben Wellenlängenbereich wie beim Anthrachinon, die Extinktion ist aber geringer. Es ist also wohl zur Hauptsache, jedoch nicht ausschließlich Chrysazin entstanden, was durch Aufarbeitung einer größeren Menge des Oxydationsproduktes bestätigt wurde. Man erhielt als Hauptprodukt einen kristallinen Körper, dessen Mischschmelzpunkt mit Chrysazin keine Depression zeigte. Die Kurve des Oxydationsproduktes des Emodinanthrons deckt sich in keiner Weise mit jener des Emodins, so daß also hier großenteils andere Oxydationsprodukte entstanden sein müssen.

Es muß nach den bisher erhaltenen Resultaten fraglich erscheinen, ob die kolorimetrische Wertbestimmung, wenigstens wenn gewisse Anthrone vorliegen, richtige Resultate liefert. (Vorläufige Mitteilung.)

3. H. Lehner (Bern). – *Qualitative und quantitative Erfassung von Verunreinigungen pharmazeutischer Rohstoffe mit Hilfe der Mikrodiffusionsmethode.*

Nachweis und quantitative Bestimmung von Verunreinigungen werden oft in einer konzentrierten wässerigen Lösung des zu untersuchenden Stoffes vorgenommen. Dieses Vorgehen liefert nicht immer einwandfreie Resultate, da die Reaktionen durch die große Konzentration der gelösten Stoffe gestört werden. Oft sind die Reaktionen überhaupt nicht ausführbar. Einer quantitativen Abtrennung steht meist der große Arbeitsaufwand entgegen, insbesondere bei Serienuntersuchungen. Die Mikrodiffusionsmethode nach Conway[1] erlaubt die quantitative Isolierung und nachfolgende Identifizierung und Bestimmung flüchtiger Stoffe ohne große Mühe.

Es ist möglich, auf einfache Weise Essigsäure und Ameisensäure in PAS-Salzen nachzuweisen und quantitativ zu bestimmen, indem diese Säuren durch Diffusion aus schwefelsaurer Lösung von der PAS abgetrennt werden.

Der Vorteil der Methode liegt im geringen Arbeitsaufwand, der einfachen, billigen Apparatur und der Möglichkeit, große Serien von Untersuchungen in kurzer Zeit auszuführen. Dabei erlaubt sie das Ar-

[1] E. J. Conway: Microdiffusion Analysis and Volumetric Error, 3. Aufl., 1950. Crosby Lockwood & Son Ltd., London.

beiten mit sehr geringen Substanzmengen. Die bisher nur bei biologischen Untersuchungen in größerem Maße verwendete Methode kann bei der Untersuchung pharmazeutischer Rohstoffe oder Präparate ein wertvolles Hilfsmittel sein.

4. F. Lüdy-Tenger (Burgdorf). – *Versuche zur mikrochemischen Identifizierung einiger Pyridinderivate.*

Ausgehend von der bekannten Mikroreaktion, welche Pyridin mit 10%-Jodsäurelösung gibt, stellten wir fest, daß auch unser Reagens «Bi I»[1] charakteristische, rote Nadeln und Prismen mit gerader Löschung entstehen läßt.

Schon 1949, an unserer Tagung in Lausanne, konnten wir Ihnen dann im Lichtbild eine Identitätsreaktion des Nikotylamides mit «Bi I» zeigen. Inzwischen fanden wir, daß unser Reagens an Präzision gewinnt, wenn der Salzsäurezusatz um die Hälfte vergrößert wird. Das neue Reagens nennen wir «Bi I 1,5»[2]. Dieses ist mühelos in jeder Apotheke herstellbar. Man kann damit rasch und eindeutig Nikotylamid, Nikotinsäure, Isonikotinsäure und deren Hydrazid (Rimifon «Roche») unterscheiden. Zur Reaktion genügen Spuren abgeschabter Tablettenmassen oder einige Kriställchen Reinchemikalien oder Mikrosublimate. Da letztere hauchdünn sind, dürfen nur Spuren Reagens verwendet werden. Man gibt mit Vorteil nur 1 Öse Reagens auf einen Deckglassplitter und bedeckt damit das Mikrosublimat. Zum Nachweis der Nikotinsäure im Coramin genügten uns 15 Tropfen des Präparates[3].

Schon die Mikrosublimate der erwähnten Körper haben charakteristische Formen und meßbare Winkel, worüber wir in anderem Zusammenhang berichten werden.

Mit «Bi I 1,5» entstehen aus

Nikotylamid (F=126°—128°)	Rotleuchtende Nadeln, schiefgeschnittene Prismen, langgestreckte Sechsecke mit den Winkeln 101, 132 und 127 Grad. *Alle löschen gerade.*
Nikotinsäure (F=228°—229°)	*Kurze*, scharfkantige rote Rhomben mit stumpfem Winkel von 129 Grad. *Schiefe Löschung* mit 33 Grad zur Längskante.
Isonikotinsäure (F=298°—300°)	*Längliche*, scharfkantige rote Rhomben mit stumpfem Winkel von 129 Grad. *Schiefe Löschung*, aber 36 Grad zur Längskante.
Isonikotinsäurehydrazid Rimifon«Roche»(F=166,5°—167°)	Rote, wetzsteinförmige, zu derben Agglomeraten auswachsende Kristalle.

[1] Lüdy-Tenger: Pharm. Acta Helvetiae *19*, 388 (1944).

[2] Lüdy-Tenger: Mikrochemie vereinigt mit Mikrochim. Acta, Bd XXXVIII, Heft 4, 1951, S. 460, Springer, Wien.

[3] Ibidem, S. 463.

Da die zuletzt erwähnte Reaktion wohl genügt, um eindeutig Isonikotinsäure von ihrem Hydrazid zu unterscheiden, daneben aber nicht sehr befriedigt, haben wir nach andern Identifizierungsmöglichkeiten des Rimifons gesucht. Man bedient sich mit Vorteil der bekannten Reaktion, welche ganz allgemein *Aldehyde* mit der endständigen NH_2-Gruppe der Hydrazide geben.

Als besonders geeignet erwiesen sich *Benzaldehyd* und *Vanillin*, die beide in jeder Apotheke zur Hand sind. Die Reaktionen treten rasch ein. Die entstehenden *Benzalisonikotinsäurehydrazid* und *3-Methoxy-4-oxybenzalisonikotinsäurehydrazid*, die beide (übrigens wie Isonikotinsäurehydrazid selber auch) längst bekannt sind und bereits 1912[1] in der Literatur erwähnt sind, lassen sich gut charakterisieren.

Die Aldehydreaktion wird ausgeführt:

Einige Kriställchen eines festen Aldehydes werden in wenigen Tropfen Äthanol gelöst, z. B. in einem Spezialitäten-Meßgläslein. Von flüssigen Aldehyden verwendet man ein ganz kleines Tröpfchen ohne Zusatz von Äthanol. Dann gibt man zirka 1 ccm wäßrige Rimifonlösung zu und schüttelt einige Zeit, läßt dann stehen. Das kristalline Reaktionsprodukt sammelt man auf einem Papierfilterchen oder auf einer 1-ccm-Glasfilternutsche «G 1». Man kristallisiert um durch Lösen der Kristalle in einer Spur Äthanol und Zugabe von Wasser.

Rimifon gibt mit

1. Benzaldehyd: Nadeln mit gerader Löschung. F=191°—191,5°.
2. Vanillin: Schiefgeschnittene Prismen mit gerader Löschung, F=222,5°—224°.

Wir haben eine ganze Reihe Aldehyde geprüft. Die Resultate werden wir gelegentlich zusammenfassend veröffentlichen. Auch *Ketone* (z. B. Azeton und Hypnon) haben wir mit Rimifon geprüft. Nach längerem Stehen entstehen mit Hypnon kristalline Ausscheidungen, während Azeton bisher nicht reagierte.

Von besonderem Interesse dürfte die *Umkehrung der Fragestellung* sein, d. h. das heute leicht zu beschaffende Isonikotinsäurehydrazid könnte zum Reagens werden, um eine ganze Reihe Aldehyde (und vielleicht auch Ketone) mikrochemisch zu identifizieren.

5. J. Büchi und A. Strebel (Zürich). – *Mikrosublimate einiger Lokalanästhetika und ihre Identifizierung.*

Die Vakuum-Mikrosublimation synthetischer Arzneimittel besitzt vor andern mikrochemischen Methoden den großen Vorteil, ein vorzügliches Isolierungs- und Reinigungsverfahren zu sein. Oft wird aber das Verhalten bei der Sublimation und vor allem das entstehende Kristallbild zur Identifizierung herangezogen. Die durchgeführten Unter-

[1] Meyer und Mally, Monatshefte für Chemie, Bd. XXXIII, S. 401 u. 402.

suchungen haben zum Zwecke, am Beispiel der Lokalanästhetika abzuklären, ob aus dem Kristallbild allein auf die Identität mit einem Stoff geschlossen werden darf. Der Umstand, daß verschiedene Lokalanästhetika sehr ähnliche Sublimate, daß ein Stoff Sublimate von verschiedenen Kristallformen bilden kann, oder in einem Sublimat eines einzigen Stoffes verschiedene Kristallformen (Polymorphie) auftreten können, spricht dafür, daß das Kristallbild allein eine Identifizierung nicht gestattet. Wie dies von *Eder*, *Haas* und *Kofler* schon an zahlreichen Arzneistoffen durchgeführt wurde, haben wir in der Gruppe der Lokalanästhetika die wichtigsten kristalloptischen Eigenschaften (Auslöschung, Schwingungsrichtungen, Achsigkeit, die Brechungsindizes usw.) bestimmt. Außerdem wurden weitere sichere Hinweise zur Identifizierung auf Grund mikrochemischer Reaktionen mit den Sublimaten gewonnen. Auch bei den dabei erhaltenen Kristallfällungen zeigte sich mit aller Deutlichkeit, daß ihre Form keine sichern Anhaltspunkte für die Identifizierung ergibt. Die besten Unterlagen ergeben die Mikroschmelzpunkte der Sublimate und Fällungen und die Mischschmelzpunkte mit den vermuteten Lokalanästhetika und ihren Derivaten.

6. H. Flück und A. Bettschart (Zürich). – *Verteilungschromatographische Trennung der wichtigsten Opiumalkaloide.*

Die Opiumalkaloide lassen sich verteilungschromatographisch mit den üblichen Lösungsmitteln der Papierchromatographie (Butanol, Butanol-Eisessig, Collidin) nicht befriedigend trennen. Aus diesem Grund und im Hinblick auf eine spätere Übertragung der papierchromatographischen Verhältnisse auf Säulenverhältnisse wurde die Abhängigkeit der R_f-Werte vom *p*H-Wert gepufferter Papiere im Gebiete der Salzbildung der Alkaloide (*p*H 4,1—8,7) studiert. Wenn *m*/2 Phosphatpufferlösungen zur Vorbehandlung des Papieres dienen und mit wassergesättigtem Äther chromatographiert wird, erhält man gute Chromatogramme. Die R_f-Werte sind, wie zu erwarten, Resultanten der Dissoziationskonstanten und der Verteilungskoeffizienten. Bei gleicher Dissoziationskonstante ist der Verteilungskoeffizient ausschlaggebend und umgekehrt. Für eine gute Auftrennung von Papaverin und Narkotin ist ein saurer *p*H-Wert notwendig (*p*H 4,1); die übrigen Alkaloide trennen sich in alkalischem Gebiet gut. Zum Nachweis dient eine verdünnte Jodjodkalilösung (10 ccm Solutio Jodi aquosa mitis Suppl. I auf 100 ccm Aqua dest.). Narzein wird blau, Morphin gelb und die übrigen Alkaloide braun, etwas unterschiedlich nuanciert. Ferner konnte eine empfindliche Fluoreszenzreaktion der Isochinolinderivate beobachtet werden. Narkotin und Narzein fluoreszieren nach Erhitzen der Papiere (105°) mit intensiv leuchtend blauer Farbe. Die Fluoreszenz von Narzein wird durch stärkeres Erhitzen (130°) intensiviert. Papaverin fluoresziert ohne Erhitzen, jedoch nur in saurem Gebiet mit intensiv apfelgrüner Farbe. Die Grenzreaktion liegt für Papaverin und Narkotin bei 0,5 γ.

7. K. MÜNZEL (Zürich). – *Die Herstellung des Sirupus Caricae compositus Ph. H. V mit Hilfe von Pektinenzymen.*

Die langsam verlaufende Filtration des Mazerates zu diesem als Laxativum gebrauchten Sirup ist auf das Vorhandensein von Pektin in den Feigen zurückzuführen. Durch Zusatz des Filtrationsenzyms Pectinex (Schweizer Ferment AG, Basel), das Pektin-Esterase und Pektin-Glykosidase enthält und das während der Mazeration zugegeben wird, wobei das *p*H der Mazerationsflüssigkeit mit Weinsäure auf 3,5–4 einzustellen ist, gelingt es, die Filtrationszeit des Mazerates wesentlich abzukürzen und die Filtrationsverluste klein zu halten. Diese Methode ist wirtschaftlicher als die von *K. Seiler* («Schweiz. Apoth. Ztg.» *74*, 404 [1936]) vorgeschlagene Koagulierung des Pektins mit Weingeist.

8. K. MÜNZEL und W. KÄGI (Zürich). – *Die Beurteilung von Gleitmitteln zur Tablettenherstellung.*

Für die Herstellung von Tabletten bestimmte Granulate wurden mit den bekanntesten und gebräuchlichsten Gleitmitteln (Talk, Mg- und Ca-Stearat, Stearinsäure, Paraffin, Carbowax 6000 und Mischungen davon) in steigenden Mengen bestreut oder übersprüht. Gleiche Volumina der so behandelten Granulate wurden während einer konstanten Zeit aus einem mit einer Auslaufklappe versehenen Trichter ausfließen gelassen. Aus der durchschnittlich ausgeflossenen Gewichtsmenge eines Granulates und aus der Streuung dieser Ausflußmengen konnte auf die Gleitfähigkeit und die Fließregelmäßigkeit der mit und ohne Gleitmittel versehenen Granulate geschlossen werden. Carbowax 6000 und Talk in Zusätzen von 3 bis 5% erwiesen sich in diesen Versuchen als die besten Gleitmittel, Stearinsäure und Paraffin hingegen als die schlechtesten, oder, besser gesagt, diese beiden Substanzen sind gar keine eigentlichen Gleitmittel, sondern haben die Aufgabe, das Kleben der Tabletten an den Metallstempeln der Tablettenmaschine zu verhindern; sie erhalten deshalb die Bezeichnung Gegenklebmittel.

Es haben noch gesprochen: Th. Bersin, St. Gallen; Th. Hörler, Bern; A. Kirschbaum, Genf; E. Kühni, Zürich; A. Lutz, Basel; H. Mühlemann, Bern; E. Steinegger, Bern; G. Weisflog, Bern.

Alphabetisches Namenregister der Autoren
Liste alphabétique des auteurs
Indice alfabetico degli autori

	Seite
Ackermann, Paul	119
Ambrosetti, Flavio	116
Ammann, J.	195
Amstutz, G. Christian	144
Baltzer, Fritz	11, 155
Barbieri, A. de	131
Barth, Tom. F. W.	51, 147
Baud, Charles-Albert	161, 167
Baumann, J.-A.	166
Baumgartner, E.	106
Baumgartner, W.	104
Beck, Paul	135, 136, 137
Bettschart, A.	199
Bider, Max	107
Biéler, P.-L.	130
Bläsi, E.	374
Bleuler, K.	106
Bleuler, M.	26
Blum, Gebhard	153, 381
Bonderer, Gerold	146
Bouet, Max	114
Bovey, René	156
Brönnimann, Paul	149
Brunner-Hagger, William	112
Büchi, J.	195, 198
Bueß, Heinrich	175
Bürki, H.	133
Buser, W.	105
Cadisch, J.	140
Casparis, P.	195
Challand, Albert	98, 192
Chardonnens, L.	359
Cherbuliez, E.	379
Cornelius-Furlani, Marta	138
Crooke, A. C.	169
Dietschy, Hans	162
Eckmann, Beno	102
Ellenberger, F.	140
Erhard, Hubert	173
Eugster, Jakob	124
Faes, H.	371
Fanconi, G.	168
Feitknecht, W.	105
Fischer, H.	173
Fleckenstein, J. O.	120
Florin, Reto	125
Flück, H.	199
Fueter, Eduard	174
Gensler, Gian A.	111
Gerber, Eduard	149
Grigelot, C. P.	106
Guggenheimer, H.	192
Günzler-Seiffert, Hans	140
Gygax, Fritz	189
Hadwiger, Hugo	101
Hanhart, E.	170
Hantke, René	149
Hintzsche, E.	178, 180
Huber, B.	133
Huber, O.	106
Huber, P.	106
Hunziker, Gustav	102
Hürzeler, Joh.	149
Huttenlocher, H.	148
Imobersteg, U.	105
Jacob, M.	195
Jayet, J.	140
Joller, Hansjürg	178
Joly, R.	106
Kägi, W.	200
Kaiser, Wilhelm	123

	Seite
Kern, Heinz	150
Koblet, R.	386
Kreis, Alfred	124
Kuhn, Emil	149
Kuhn, H.	133
Kuhn, Werner	186
Kündig-Steiner, W.	187
Lehmann, F. E.	158
Lehner, H.	196
Lichtenthaeler, Charles	172
Linder, Ch.	371
Lotmar, Ruth	160
Lüdy-Tenger, F.	197
Lugeon, Jean	116, 117, 118, 119
Mani, N.	177
Milt, Bernhard	179
Moos, A. von	143
Morgenthaler, H.	157
Morgenthaler, Otto	362
Morgenthaler, Pierre-W.	161
Mörikofer, W.	112
Müller, E.	156
Münzel, K.	200
von Muralt, Alexander	44
Nagel, E.	112
Nieuwenkamp, W.	145
Nowacki, W.	133
Nußbaum, Fritz	189
Nydegger, Paul	183
Oertli, Heinz	184
Ott, E.	133
Pauli, W.	76
Perabo, F.	170
Perrier, A.-L.	104
Peyer, Bernhard	149
Piccard, Sophie	100
Pietsch, E.	131
Prader, A.	170
Reichel, Manfred	149
Rham, Georges de	102
Rieker, Jean	118
Rosin, S.	79
Rothen, A.	131
Röthlisberger, H.	126
Roulet, Maurice-André	151
Rutsch, Rolf	138, 149
Rytz, Walter	152
Saxer, F.	141
Schaetti, N.	104
Schales, O.	131
Scherrer, P.	106
Schindewolf, O. H.	149
Schneider, Fritz	155
Schneider, Raymond	113
Schönenberger, Anton	153
Schopfer, W.-H.	60
Schwab, G. M.	131
Signer, R.	131
Specker, Ernst	192
Staub, W.	188
Strebel, A.	198
Süßtrunk, August	125
Tetrode, P.	128
Theiler, Karl	159
Töndury, Gian	165
Urfer, Charlotte	110
Verster, N. F.	106
Vischer, Wilhelm	152
Vögtli, K.	126
Vonwiller, Paul	156
Vuagnat, M.	147
Waerden, B. L. van	74
Waldmeier, M.	87
Walter, Emil	171
Weber, Leonhard	146
Weber, R.	158
Wieland, K.	131
Wizinger, R.	131
Wolff, Etienne	164
Zehnder, Alfons	152
Zingg, Theodor	119
Zinkernagel, Robert	156