**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:** 131 (1951)

**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:** 15.01.2026

**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 131. Jahresversammlung in Luzern
29. September bis 1. Oktober 1951

Von

HERMANN GAMMA (Luzern)

## Zur Uferflora der zentralschweizerischen Seen und zum Problem des Uferschutzes

Hochgeachtete Naturforscher!
Meine Damen und Herren!

Im Namen des Jahresvorstandes heiße ich Sie in der Stadt am Vierwaldstättersee recht herzlich willkommen. Trotzdem Luzern im Turnus der in Betracht fallenden Tagungsorte der S.N.G. seit etlichen Jahren fällig war, hätten wir gerne noch vier Jahre zugewartet. Denn 1955 begeht unsere Gesellschaft ihr Zentenarium, und solche Feiern eignen sich erfahrungsgemäß ganz besonders zur Einladung von lieben Freunden. Doch können Sie versichert sein, daß Ihre Anwesenheit uns heute nicht weniger lieb ist.

Zum sechsten Male beehren Sie uns mit Ihrem Besuche. Dreimal (1834, 1862, 1884) tagten Sie im letzten und heute nun das drittemal (1905, 1924) in diesem Jahrhundert in Luzern. Wenn ich die anwesenden Mitglieder und Gäste überblicke, stelle ich mit großer Freude fest, daß recht viele von Ihnen schon vor 27 Jahren an der denkwürdigen Oktobertagung von 1924 teilgenommen haben. Wie damals, so leben wir auch heute noch in einer ernsten Zeit großer weltpolitischer Gegensätze, die uns zur Selbstbesinnung mahnen.

Wir wollen daher nicht zusammenkommen, um ein Fest zu feiern, sondern um in gemeinsamer wissenschaftlicher Arbeit zu tagen und neue Anregungen für unsere Forschertätigkeit und Berufsarbeit zu holen. Ich darf aber auch bestimmt annehmen, daß die gegenwärtige Jahresversammlung neue freundschaftliche Beziehungen anbahne und die alten festige.

Alter Tradition gemäß kommt dem Jahrespräsidenten die ehrenvolle Aufgabe zu, beim Eröffnungsworte über ein naturgeschichtliches Thema seiner engern Heimat zu sprechen. Ich folge hier meinem hochverehrten Vorgänger, Prof. Dr. HANS BACHMANN, der 1924 über das Phytoplankton

der Schweizer Seen sprach, und führe Sie an die Gestade der zentralschweizerischen Seen, um hier auf die letzten Reste unberührter Natur, die makrophytische Uferflora und auf den immer dringender werdenden Ruf nach Schutz der Uferzone hinzuweisen. Sie werden es mir erlauben, den Vierwaldstättersee besonders zu berücksichtigen.

Die Ufer unserer Seen besitzen eine wohl charakterisierte Flora. Die Pflanzen leben hier in einem Medium, in welchem sich die physiologischen Prozesse zum Teil anders vollziehen als bei den Landpflanzen. Die Anforderungen an Bau, Blütengestaltung, Bestäubungsweise und Samenbildung gehen eigene Wege, besonders dann, wenn es sich um submerse Gewächse handelt.

Das Wasser ist im allgemeinen ein günstiges Medium für Hydrophyten. Daher treffen wir an den Ufern mit entsprechender Bodengestaltung eine lebhafte Vegetation, große submerse Wiesen, schwimmende Laubmassen und dichtes Röhricht. Die Mehrzahl unserer Wassergewächse zeigt eine sehr weite geographische Verbreitung, so daß wir in den zentralschweizerischen Seen immer wieder die gleichen Bestandestypen finden. Und doch stellt jeder See einen Organismus für sich dar, der nicht nur in der Zusammensetzung des Planktons eine Differenzierung aufweist, sondern auch in bezug auf die makrophytische Uferflora, die wir im folgenden miteinander betrachten wollen.

Die Ufervegetation verleiht dem See einen ausgeprägten Rahmen. Nichts ist reizvoller, als die Natur hier in ihrem eigenen Walten zu beobachten. Auf vielen Kahnfahrten und Uferwanderungen konnte ich das Werden und Vergehen, das Kämpfen, Siegen und Unterliegen der Hydrophyten verfolgen. Es würde zu weit führen, die gesamte Uferflora der Betrachtung zu unterstellen. Ich berücksichtige daher nur jene Gewächse, die wenigstens mit ihren Wurzeln dauernd vom Wasser überflutet sind. Diese ständig bespülten Pflanzen der Uferflora lassen sich zunächst in mehrere gut differenzierte Vegetationszonen einteilen, deren Vertreter wieder bestimmten Gesellschaften angehören, die in den zu besprechenden Seen in ähnlicher Reihenfolge und Artzusammensetzung wiederkehren. Unter einer *Vegetationszone* eines Sees verstehen wir (nach Baumann, 1911) denjenigen Pflanzengürtel, auf welchem die ihm eigentümlichen Pflanzengesellschaften vorzugsweise vorkommen und bis zu welchem sie noch vordringen können, ohne aber ausschließlich auf diese Zone beschränkt zu sein.

Wir beginnen landwärts mit der häufig und reichlich entwickelten *Schilf- und Binsenzone* oder dem *Röhricht*, das besonders den Mittellandseen ein charakteristisches Gepräge verleiht, wobei die Seebinse (Schoenoplectus lacustris[1]) im Vergleich zum Schilf (Phragmites communis) spärlicher vertreten ist und meistens nur seewärts angetroffen wird.

Die folgende Zone, die der *Seerosen* oder der *Schwimmblatt-Hydrophyten*, entwickelt sich am üppigsten zwischen 2 bis 4 m Tiefe. Ihre

[1] Nomenklatur nach A. Binz, Schul- und Exkursionsflora der Schweiz (6. Auflage, 1949).

Vertreter bevorzugen schilfumsäumte Buchten mit schlammigem Grund. Auch innerhalb dieser Zierde unserer Seen tritt recht häufig eine weitere Zonation auf, indem die weiße Seerose (Nymphaea alba) im Schutze der gelben Teichrose (Nuphar luteum) wächst.

Seewärts schließt sich der Gürtel jener Pflanzen an, die Stengel und Blätter dauernd unter Wasser halten, aber meist auftauchende Blüten besitzen. Es ist die *Potamogeton-* oder *Laichkrautzone*, die sich zwischen 2 und 6 m Tiefe ausbreitet.

In noch größeren Tiefen (im Vierwaldstättersee bis 20 m) treffen wir nur völlig submerse Formen, ausschließlich aus Kryptogamen bestehend. Nach der häufig teppichartig sich ausbreitenden Armleuchteralge wird sie die *Charazone* genannt.

Die *Assoziation* oder die Planzengesellschaft ist durch bestimmte floristische oder soziologische Merkmale gekennzeichnet, und das Vorhandensein von Charakterarten verrät eine gewisse Selbständigkeit. Sie durchbricht oft die entsprechende Zone, und wir können auch für die zentralschweizerischen Seen einheitliche Typen aufstellen.

Der Bestandestypus *Scirpeto-Phragmitetum* oder die *Röhrichtgesellschaft* bildet bei normalem Flachufer den Übergang zur eigentlichen Uferflora. Bei der meist starken Bestockung von Schilf und Binse treten nur wenige Begleitpflanzen in dieser Assoziation auf. Wo das Röhricht aber locker wächst, trifft man vermehrt Wasser- und Sumpfpflanzen an, die bei der Besprechung der einzelnen Seen Erwähnung finden. Die Begrenzung des Röhrichts ist verschieden gestaltet. Am flachen Strande bildet Schilf die Verbindung zur Sumpfvegetation. Beim Alluvionsufer können wir zwei Fälle unterscheiden: Entweder rückt Schilf geschlossen vom Lande her gegen den See vor und verliert sich allmählich, oder das Land ist schilffrei, und erst in einiger Entfernung bilden sich kompaktere Röhrichtbestände, die gegen die Tiefe plötzlich wie eine Wand abschließen. Am Erosionsufer nagen die Wellen vom Uferstreifen weg, so daß der See gewinnt; an Alluvionsufern dagegen dringt die Vegetation auf dem angeschwemmten Boden gegen den See vor, und der See verlandet. Die Seebinse zeigt ökologisch wie biologisch eine weitgehende Anpassung an das Wasserleben durch Ausbildung von grasartigen, submersen Blättern. Nicht selten beobachtet man auch inselartige Bestände, die als «Binsenböschen» bezeichnet werden.

Das Nupharetum oder die Seerosengesellschaft ist an den zentralschweizerischen Seen recht häufig vertreten und findet sich im Schutze der Binsen- und Schilfbestände in Tiefen von 1 bis 3 m. Als Nebentypen treten auf: das schwimmende Laichkraut (Potamogeton natans) und der ortswechselnde Knöterich (Polygonum amphibium).

Das *Potametum*, die *Laichkrautassoziation*, ist in einigen zentralschweizerischen Seen neben dem Phragmitetum die vorherrschende Pflanzengesellschaft der Uferflora und wird nach dem Häufigkeitsgrad durch folgende Arten charakterisiert: Potamogeton perfoliatus, lucens, pectinatus, crispus, mucronatus und pusillus. Gelegentlich treten hinzu:

Myriophyllum spicatum, besonders in stark eutrophierten Seen wie im Baldegger- und Zugersee. Das Potametum ist fast über das ganze Gebiet der litoralen Flora verbreitet, am häufigsten vom überschwemmten Hange von 1 m bis zur Halde in 6 m Tiefe. Überdies lassen sich in der Zentralschweiz auch zwei Subtypen unterscheiden, wie sie schon BAUMANN (1911) für den Untersee aufgestellt hat. Die obengenannten größeren Vertreter gehören zum *Magnopotametum* und die aus niedrigen Formen gebildete Pflanzengesellschaft zum *Parvopotametum*. Im Klein-Laichkrautrasen treffen wir: Potamogeton pusillus, P. pectinatus, P. perfoliatus f. densifolius und Zannichellia palustris var. tenuis. Die Kleinheit und Verborgenheit dieser Laichkrautgesellschaft bringt es mit sich, daß sie häufig übersehen wird.

Am weitesten seewärts dringt das *Characetum* vor, die Assoziation der Armleuchteralgen. Diese makrophytische Bodenalge findet sich in Tiefen bis über 10 m, wobei Chara ceratophylla als Kosmopolit zu bezeichnen ist, der in jeder Bodenart vom Ufer bis zur Tiefengrenze, im Schlamm-, Sand- und Kiesboden sich ansiedelt.

Von der kurzen Darstellung der Vegetationszonen und der Bestandestypen wenden wir uns der *Charakterisierung* der *einzelnen Seen der Zentralschweiz* zu. Die Individualität eines Gewässers läßt sich nach den Pflanzenbeständen nicht so treffend schildern, wie das für das Phytoplankton der Fall ist, das auf geringe chemische und physikalische Unterschiede reagiert. Die Standortsansprüche der makrophytischen Uferflora sind nur schwach fixiert, und die vegetative Vermehrung ermöglicht und begünstigt die Ansiedelung an den verschiedenartigsten Standorten. Gleichwohl möchte ich vorerst den vielarmigen Vierwaldstättersee und hernach die übrigen zentralschweizerischen Seen, wo die Standortsbedingungen in allen Übergängen und Modifikationen vorhanden sind, einer kurzen Charakterisierung unterziehen. Es kann sich in diesem gedrängten Rahmen nur darum handeln, die dominierenden Bestandteile der Pflanzengesellschaften zu erwähnen.

Der *Vierwaldstättersee* ist in bezug auf die höhere Wasservegetation ein Potamogetonsee mit mindestens 15 Arten dieser Gattung. Die Untersuchung der Makrophyten von BACHMANN, 1911 bis 1913, ROSHARDT und dem Sprechenden, 1932 bis 1934, sowie die Nachkontrolle 1951 erlauben interessante Einblicke in die Veränderung der Uferflora in einem Zeitraume von 40 Jahren. Die Sukzessionsentwicklung an der Verlandungszone unterliegt einer natürlichen und gesetzmäßigen Veränderung, die aber an den Ufern der zentralschweizerischen Seen für den Beobachter so langsam verläuft, daß innerhalb von einem halben Jahrhundert keine wesentlichen Unterschiede eintreten. Und doch sind einige Bestandestypen gerade im Vierwaldstättersee einem starken Wechsel unterworfen. In einem so belebten Gewässer, wie unser See eines ist, beobachtet man recht oft, wie große und kleine Bestände häufiger und auch seltener Arten auftreten und wieder verschwinden. Hierbei spielen die vegetative Vermehrung und die rasche Anpassung an die Stand-

ortsveränderungen eine bedeutende Rolle. Der Vergleich mit früheren Pflanzenbeständen weist zwar quantitativ keine wesentliche Zunahme in der gesamten Vegetationsmasse auf, wohl aber eine Verschiebung im Anteil an der Zonation.

Die reichlich vertretenen Arten zeigen seit 1911 in der Uferflora des Vierwaldstättersees folgende bemerkenswerte Veränderungen:

Potamogeton perfoliatus (das durchwachsene Laichkraut, im Volksmunde «Eglichrut» genannt) hat sich zum «Unkraut» vermehrt und muß vielenorts bei Bade- und Bootsanlagen als lästig «ausgekrautet» werden. Die auffallende Zunahme in den letzten Jahrzehnten hängt offenbar mit der vermehrten Verunreinigung des Wassers zusammen. Das beweisen deutlich die regelmäßig vorkommenden dichten Bestände vor den ausmündenden Kanalisationen. Potamogeton lucens (das leuchtende Laichkraut oder «Hechtechrut») tritt wie vor 40 Jahren in konstanten Beständen auf. Potamogeton pectinatus (das gekämmte Laichkraut) zeigt in der ersten Hälfte der Beobachtungszeit eine schwache Zunahme, in den letzten Jahrzehnten aber eine rapide Überwucherung selbst von Potamogeton perfoliatus-Beständen. Elodea canadensis (die Wasserpest) dürfte erst um die Jahrhundertwende im Vierwaldstättersee eingewandert sein. Sie zeigt recht interessante Schwankungen. Jahrelang kann sie direkt am Ufer, in dichten Böschen wachsend, beobachtet werden, verschwindet plötzlich an diesen Stellen und rückt in tiefere Zonen vor, wo sie mit Vorliebe von den Tauchenten und Bleßhühnern heraufgeholt wird. Elodea kann auch einige Jahre beinahe vollständig verschwinden und unvermutet wieder pestartig auftreten. Phragmites communis (Schilf) und Schoenoplectus lacustris (Seebinse) verschwinden überall dort, wo der Mensch eingreift. Aus ähnlichen Gründen sind die einst großen und zusammenhängenden üppigen Kolonien von Nuphar und Nymphaea (Seerosen) stark vermindert und in kleine Bestände aufgeteilt. Myriophyllum spicatum (das ährenblütige Tausendblatt) ist in allen Teilen des Vierwaldstättersees von den Laichkräutern zurückgedrängt.

Zu bemerkenswerten Arten, die nur in bestimmten Seeteilen vorkommen und zur Charakterisierung der einzelnen Seearme beitragen, gehören die Seerosen. Sie sind ausschließlich im äußeren See vertreten und gedeihen östlich der Linie Greppen-Stansstad nicht mehr. *Der Alpnachersee* ist gekennzeichnet durch das Auftreten von Potamogeton nodosus, P. decipiens[1] und P. coloratus. Der Küßnachtersee beherbergt Litorella uniflora und Ceratophyllum demersum und in diesem Jahre massenhaft Potamogeton mucronatus. Das Reußdelta und die angrenzenden Buchten von Flüelen und Seedorf beanspruchen für sich Potamogeton gramineus, P. nitens, blühende Elodea und die größte Charawiese des Vierwaldstättersees. Potamogeton helveticus dürfte im *Urner-*

[1] Die Bestimmung der kritischen Arten besorgte in verdankenswerter Weise Herr Prof. Dr. Walo Koch, Zürich.

*see* vertreten sein, da Spuren dieser nordischen Art 1913 von BACHMANN in Flüelen und 1933 vom Sprechenden bei Brunnen festgestellt wurden.

Bei der Uferflora der übrigen zentralschweizerischen Seen habe ich versucht, die Abundanz (Häufigkeitszahl) und die Dominanz (Deckungsgrad) gemeinsam zu schätzen und das Resultat nach folgender Skala hinter dem betreffenden Artnamen anzugeben (=«Menge» im weiteren Sinne).

(+) Individuenzahl gering und Deckungsgrad sehr schwach.
(1) An verschiedenen Stellen des Sees angetroffen, Deckungsgrad aber immer noch gering.
(2) Individuen zahlreich, bis ¼ der Fläche deckend.
(3) Individuen sehr zahlreich, die Fläche zur Hälfte deckend.
(4) Massenhaft vorkommend, die Fläche zu ¾ deckend.

*Der Rotsee* bei Luzern war in seiner Mikroflora und Mikrofauna bis 1911 in einem Zustande, in dem sich heute der Mauensee befindet. Seit 1911 weist er jedoch eine total andere Planktonzusammensetzung auf. Die Uferflora hingegen hat sich nicht so überraschend geändert und zeigt eine recht interessante Pflanzengesellschaft an den beiden Enden des Sees, das Phragmitetum mit Phragmites (4), Schoenoplectus (1), Cladium mariscus (+), Peucedanum palustre (1), Cicuta virosa (2), Acorus Calamus (1), Sagittaria sagittifolia (+), Epilobium hirsutum (1) und E. parviflorum (+). Das Nupharetum ist ebenfalls auf die beiden See-Enden beschränkt, und von dem Potametum sind nur wenige Arten zu finden: Potamogeton perfoliatus (1), P. lucens (+) und P. crispus (+). Vollständig submers lebt Najas marina (1), das Nixenkraut. In 2 m Tiefe ist der Boden in bezug auf die höheren Hydrophyten vollständig vegetationslos.

Der *Baldeggersee* zeigte schon vor 1880 eine starke Eutrophierung und das Auftreten der Burgunderblutalge (Oscillatoria rubescens). Der hierdurch schädigende Einfluß auf die Uferflora ist nicht ohne weiteres ersichtlich. Wer aber mit dem Boote in der Nähe des Ufers fährt, wird feststellen, daß die Zone des Potametums höchstens in 3 m Tiefe reicht. Darunter fehlen die zu erwartenden submersen Wiesen von Najas und Chara. Potamogeton perfoliatus (2), P. crispus (1), Myriophyllum spicatum (3), Ranunculus divaricatus (+) und Najas marina (1–2) sind die wenigen Vertreter der Potamogeton-Assoziation. Das Nupharetum hingegen gedeiht in allen Buchten reichlich mit Nymphaea alba (2) am West- und Nordufer und Nuphar luteum (3) auf der Ost- und Südseite. Seit zehn Jahren ist aber ein merklicher Rückgang dieser schönen Bestände zu konstatieren. In stark veralgten Buchten gelangen die Schwimmblätter und Blüten überhaupt nicht mehr zur Entwicklung. Die gelben Teichrosen vegetieren hier nur noch mit den salatähnlichen, submersen Blättern. Im Baldeggersee ist die Zone der Schwimmblattpflanzen noch bereichert durch Polygonum amphibium (1), Potamogeton natans (+), P. perfoliatus (1), Myriophyllum spicatum (1–2) und Najas marina (1).

Am besten ist das Phragmitetum und das Scirpetum ausgebildet mit Phragmites communis (4) und Schoenoplectus lacustris (1–2), beide meistens sehr dicht, so daß die Begleitpflanzen nur einen geringen Raum beanspruchen können. Wir finden hauptsächlich in diesem Bestandestypus Phalaris arundinacea (+), Sparganium erectum (1), Typha latifolia (1), T. angustifolia (+), Acorus Calamus (1–2), Ranunculus Lingua (1), Eleocharis acicularis (1), Equisetum palustre (1), Menyanthes trifoliata (+), Iris Pseudacorus (1), Polygonum amphibium (1), Senecio paludosus (1), Mentha aquatica (1) und Carex stricta (1).

Es ist zu bedauern, daß gerade im Baldeggersee, der dem Schweizerischen Bund für Naturschutz gehört, von der üppig zu erwartenden Uferflora das Potametum am Absterben ist und das Nupharetum merklich unter der Eutrophierung leidet. Der erste und dringende Schritt zur Sanierung sollte darin bestehen, daß Fabrikbetriebe und Mostereien von der Aufgabe um die Aufarbeitung ihrer Abwässer, die in den See oder seine Zuflüsse laufen, nicht enthoben werden.

*Der Sempachersee*, in ähnlicher geographischer und klimatischer Lage wie der Baldeggersee, zeigt eine wesentlich bessere Ufervegetation. Außer dem Scirpeto-Phragmitetum ist an einigen Stellen bei Mariazell ein ausgeprägtes Cariceto-Phragmitetum mit folgenden Bestandestypen vertreten: Phragmites (4), Schoenoplectus (1), Carices (2), Cladium Mariscus (1), Mentha aquatica (1), Lysimachia thyrsiflora! (1), Acorus Calamus (1) und Dryopteris Thelypteris (1). Die Schilfbestände sind am Sempachersee dichter und kräftiger als am Baldeggersee. Das Nupharetum besitzt neben Nuphar luteum (3) und Nymphaea alba (1–2) am Ostufer noch die bemerkenswerte Art Nuphar pumilum (+). Im Potametum trifft man vermehrt große unterseeische Wiesen von Najas marina (4). Prof. HEUSCHER berichtet, daß 1895 im Sempachersee noch keine Potamogetonarten festgestellt wurden. In den letzten 20 Jahren haben dieselben merklich zugenommen. Das Magnopotametum ist mit folgenden Arten besetzt: Potamogeton perfoliatus (2–3), P. crispus (1), P. lucens (1), P. pectinatus (1), P. pusillus (–1), Myriophyllum spicatum (2), M. verticillatum (+) und Najas marina (3). Das Parvopotametum, besonders am Nordende des Sees ausgebildet, besitzt feine Rasen von Zannichellia palustris var. tenuis (3), Potamogeton pectinatus (2), P. perfoliatus f. densifolius (2), Myriophyllum spicatum (1) und Eleocharis acicularis (1). Ceratophyllum demersum fand ich in den letzten 20 Jahren ausschließlich in einer Nordwestbucht vergesellschaftet mit Potamogeton perfoliatus und Myriophyllum spicatum. Das Characetum dringt bis in 10 m Tiefe vor.

Der Sempachersee ist in bezug auf die Uferflora in der besten Entwicklung. Er ist der See des Schilfes und der großen submersen Najaswiesen.

*Der Mauensee* ist geradezu ein Musterbeispiel der gut ausgebildeten Zonation. Auf den dichten Schilfgürtel (4) folgt die dunkelgrüne Seebinse (2), an vielen Stellen durch Cladium Mariscus (2) ersetzt. Lückenlos

schließen sich vorerst die weißen Seerosen und seewärts die gelben Teichrosen an. Im Phragmiteto-Caricetum sind erwähnenswerte Pflanzenarten: Acorus Calamus (1–2), Lysimachia thyrsiflora! (1), Menyanthes trifoliata (2) und Ranunculus Lingua (1). Das Nupharetum mit den Hauptvertretern Nymphaea (3) und Nuphar (4) besitzt als Begleitpflanzen Menyanthes trifoliata (1), Potamogeton natans (1) und Polygonum amphibium (+). Das Potametum hingegen ist sehr schwach ausgebildet mit Potamogeton perfoliatus (1–2), P. crispus (+), Myriophyllum verticillatum (+) und M. spicatum (1–2). Der See hat das Gepräge eines sauberen Gewässers. Die bräunliche Farbe ist mehr auf das massenhafte Auftreten von Diatomeen Asterionella, Synedra und Cyclotella) zurückzuführen (BACHMANN, 1924).

Im *Egolzwilersee* ist an Stelle des zu erwartenden Phragmitetums ein Cariceto-Scirpetum ausgebildet mit Schoenoplectus lacustris (2), Typha latifolia (1), T. angustifolia (2), Iris Pseudacorus (2), Cicuta virosa (1–2) und weiteren Vertretern wie am Rotsee. Nymphaea kommt auch außerhalb von Nuphar vor, weil offenbar hier der Wellenschlag bei einem so kleinen See keine Rolle spielt. Die Uferlänge beträgt nur 820 m. Anstelle eines Potametums hat sich ein ausgesprochenes Ceratophylletum mit Ceratophyllum demersum (4) ausgebildet, das oft die Seerosenbestände auf weite Strecken überflutet.

Der *Soppensee* zeigt eine große Ähnlichkeit in der Uferflora mit dem Mauensee. Das Phragmitetum ist aber wesentlich lockerer und ermöglicht eine artenreiche Assoziation mit Phragmites (4), Schoenoplectus (2), Typha latifolia (1), T. angustifolia (+), Carices (2), Equisetum palustre (1), Cladium Mariscus (2–3), Menyanthes trifoliata (2), Ranunculus Lingua (1–2), Mentha aquatica (1–2), Cicuta virosa (1), Dryopteris Thelypteris (1), Iris Pseudacorus (1), Sparganium erectum (1), Acorus Calamus (1), Lemna minor (+) und Chara spec. (1). Anstelle des Potametums besitzt der Soppensee ein Myriophylletum, vertreten durch Myriophyllum spicatum (3–4), M. verticillatum (+), Potamogeton perfoliatus (1) und P. lucens (1).

Der raschen Verlandung ausgesetzt ist der nur 780 m Umfang messende *Tutensee*. Seine Tiefe beträgt noch 5 m. Die Zuflüsse und die Verlandung durch die Uferflora schaffen hier sehr emsig am Verschwinden dieses Sees. Phragmites mit Phalaris und Schoenoplectus bilden das breite Röhricht, Nuphar und Polygonum amphibium die Zone der Schwimmblattpflanzen. Myriophyllum spicatum und Utricularia vertreten die Submersen.

Von Luzern wenden wir uns vorerst den Obwaldner Seen zu.

Die Ufer des *Sarnersees* besitzen ein dichtes Scirpeto-Phragmitetum mit Phragmites (4), Schoenoplectus lacustris (2) und Sch. Tabernaemontani (+). Die zahlreichen Deltas der Wildbäche, Boots- und Badeanlagen, Quaimauern und besonders der Damm für die Brünigbahn schlugen herbe Lücken in das einst wohl geschlossene Röhricht. Das Nupharetum ist daher ebenfalls in kleine Einzelbestände von Nuphar

(2–3) und Nymphaea (2) aufgeteilt. In der Laichkrautgesellschaft überwiegt Potamogeton perfoliatus (2–3) und ist begleitet von P. pectinatus (2–), P. crispus (1), P. pusillus (+), Elodea canadensis (1), Myriophyllum spicatum (1–2), M. verticillatum (+) und Najas marina (1). Das Potametum dringt bis in 6 m Tiefe vor, das Characetum dürfte im Sarnersee sogar 15 m Tiefe erreichen.

Der *Lungernsee* erscheint vom Juli bis September als natürlicher Bergsee, doch vermißt man hier die Uferflora. Obgleich dieser Stausee eine Spiegelschwankung von 30 m aufweist, ist durchaus möglich, an geeigneten Stellen eine Röhrichtzone zu schaffen. Die Bemühungen hiefür dürften schon aus ästhetischen Gründen nicht gescheut werden; erste Versuche sind befriedigend ausgefallen. Selbst die Ansiedelung eines Nupharetums und Potametums ist nicht ausgeschlossen, da während der Hauptvegetationszeit die in Betracht fallenden Uferstreifen besonders bei Lungern vom Wasser überflutet bleiben. So fand ich im August dieses Jahres beim Eibach in 4 m Tiefe völlig submers einen Bestand von Potamogeton nodosus und unweit davon eine an der Oberfläche reich blühende und fruchtende Kolonie von P. perfoliatus.

Im Kanton Uri besitzt nur der 1410 m hoch liegende *Golzernsee* im Maderanertal eine bemerkenswerte Ufervegetation. Anstelle des Phragmitetums ist ein ausgesprochenes Magnocaricetum mit Carex elata, C. gracilis, C. canescens und C. fusca ausgebildet (Carices 2–3). Vergesellschaftet sind diese Seggen mit Menyanthes trifoliata (2), Equisetum palustre et limosum (1), Eriophorum vaginatum (1) und Phragmites communis (1–2). Das anschließende Potametum wird durch große Bestände von Potamogeton alpinus gebildet (4).

Von den Schwyzer Seen berücksichtigte ich den Lauerzer- und den Sihlsee.

Der idyllische *Lauerzersee* besitzt bis an die felsigen Ufer im Süden ein zusammenhängendes Röhricht mit Phragmites (4), Schoenoplectus (2–3), letztere in dichten Beständen vor dem Schilfe oder als Binsenböschen und submerse Wiesen der f. graminifolius ausgebildet. Vergesellschaftet ist im Phragmitetum Phalaris arundinacea (1), Typha latifolia (1), T. angustifolia (1), Sparganium ramosum (1), Carex elata (1), Eleocharis acicularis (+), Equisetum palustre (1) und Menyanthes trifoliata (1). Das Nupharetum füllt regelmäßig die Buchten aus, wobei Nymphaea (2) vorzugsweise die schilfnahen Standorte beansprucht, während Nuphar luteum (3) sich gegen die Halde hinzieht. An zwei Stellen traf ich auch Nuphar pumilum (+) an. Das Potametum zieht sich meistens tief in die Seerosenzone hinein und besteht aus folgenden Bestandestypen: Potamogeton lucens (3–4), P. perfoliatus (2), P. natans (1), P. pectinatus (1–2), P. pusillus (1), Myriophyllum spicatum (1), Ranunculus circinatus (+). Beim Steiner-Aa-Delta ist überdies ein gut ausgebildetes Parvopotametum mit Zannichellia palustris (–2), Potamogeton pectinatus (2), P. perfoliatus f. densifolius (1–2), Najas marina (1–2), Schoenoplectus lacustris f. graminifolius (1) und Chara spec. (1).

Das Characetum mit diversen Armleuchteralgen (2–3) besitzt als häufiger Begleiter Najas marina (3–4) und Nitella syncarpa (1). Massenhaft wird das Nixenkraut, das von den Fischern «Dörnlichrut» genannt wird, an das Ufer geschwemmt. Der Lauerzersee ist der See des Schilfes, des glänzenden Laichenkrautes und des Nixenkrautes.

*Der Sihlsee* nimmt wie der Lungernsee eine Sonderstellung ein, weil die Uferbänke für die Hydrophyten nur 2–3 Monate überflutet bleiben. Aber diese Zeit genügt, um eine üppige Uferflora zu ermöglichen. Durch die Zersetzung der überschwemmten Landvegetation trat eine Eutrophierung ein, die in der Massenentwicklung eines Potametums ihren Ausdruck findet. Die Laichkrautarten sind vertreten durch Potamogeton lucens (4), P. gramineus (1–2), P. lucens × gramineus (3), P. pectinatus (3), P. pusillus (2) und P. natans (+). Das glänzende Laichkraut befindet sich bei Hochwasser in 5 bis 6 m Tiefe. Prof. Jaag und Coelestin Merkt fanden ein Exemplar von 9½ m Länge. An seichten Stellen zeigt Ranunculus trichophyllus (3–4) eine außerordentlich starke Entwicklung und dringt bis in 3 m Tiefe vor. Im Juli bilden diese Hahnenfußfelder mit dem schneeweißen Blütenmeer einen prächtigen Anblick. Selten tritt auch Ranunculus aquatilis (+) mit Schwimmblättern auf, ferner R. Flammula (1) als submerse Form und Alisma Plantago aquatica (1). Wo das Phragmitetum der Riedwiesen an den See grenzt, wie südlich des Großbachdeltas, dringt es gegen die Uferbank vor und steht heute schon in 2 m Tiefe. An einigen Stellen, besonders am Nordwestende des Sees, zeigt angepflanztes Schilf prächtige Ansätze zu einer Röhrichtgesellschaft, begleitet von Carices, Phalaris, Alisma, Utricularia, Myosotis- und Veronica-Arten.

So sehr der *Zugersee* in den letzten Jahren wegen der starken Verunreinigung in Diskussion stand, ist in seiner Uferflora seit den Aufnahmen von Brutschy (1912) bis heute keine bemerkenswerte Veränderung eingetreten. Der obere Teil (gegen Arth) kann als Scirpetum-, der untere als Phragmitetumsee bezeichnet werden. Das Nupharetum ist überall in die Buchten zurückgedrängt und leidet unter dem starken Bootsverkehr, die Bestände zwischen Cham und Zug auch unter der zunehmenden Veralgung (Oscillatoria). Als Schwimmblattpflanzen gesellen sich zu Nuphar (2–3) Numphaea (1–2), Potamogeton natans (+) und Polygonum amphibium (+). Potamogeton perfoliatus ist der Repräsentant des Potametums und wird wie ein Unkraut um den ganzen See angetroffen, besonders bei Boots- und Badeanlagen und bei Kanalisationen. Die dichten Wiesen des durchwachsenen Laichkrautes haben, wie die Bestandesaufnahmen von 1939 und 1951 zeigen, an Ausbreitung zugenommen, auf Kosten von Potamogeton lucens (1–2), P. crispus (1), P. pusillus (1), Ranunculus trichophyllus (1) und R. circinatus (+). Aber auch Potamogeton pectinatus und Myriophyllum ist heute häufiger vertreten. Das vielfach übersehene Parvopotametum, besonders in den seichten Buchten zwischen Cham und Zug, wird repräsentiert durch Zannichellia palustris var. tenuis (2), Potamogeton perfoliatus

f. densifolius (2) und P. pectinatus (1–2). Die ehemals großen, völlig submersen Wiesen von Najas und Chara sind infolge von Sauerstoff- und Lichtmangel auf die weniger tiefen Uferbänke angewiesen. Chara ceratophylla dürfte beispielsweise kaum tiefer als 10 m und das Nixenkraut höchstens in 5 m Tiefe vegetieren.

Obwohl der *Ägerisee* 728 m hoch liegt, hat er in bezug auf die Uferflora noch den Charakter eines Mittellandsees. Das Scirpeto-Phragmitetum mit Phragmites (4) und Schoenoplectus (2) besitzt eine reiche Begleitflora von Phalaris arundinacea, Acorus Calamus, Iris Pseudacorus, Sparganium eretum und Ranunculus Lingua. Das Nupharetum ist in einigen Buchten durch prächtige Bestände von Nymphaea (1–2), Nuphar luteum (2) und die seltene Art Nuphar pumilum (+) vertreten. Überdies trifft man in den Seerosenbeständen: Potamogeton natans (1), Polygonum amphibium (1) und Menyanthes trifoliata (+). In der Laichkrautgesellschaft, repräsentiert durch Potamogeton perfoliatus (2), P. lucens (1–2), P. pectinatus (1), P. pusillus (+) und P. alpinus (+), überwiegt Myriophyllum spicatum (3).

Zusammenfassend läßt sich für die zentralschweizerischen Seen in bezug auf die Uferflora folgendes Schema aufstellen:

1. Seetypus mit vollständiger Zonation: Röhricht-Schwimmblattpflanzen und Submerse, z. B. Vierwaldstättersee (äußerer Teil), Sempachersee, Mauensee, Soppensee, Egolzwilersee, Sarnersee, Lauerzersee, Zugersee und Ägerisee.
   *a)* Subtypus mit Schilf-Binsen, Seerosen, Laichkraut-Nixenkraut, Chara, z. B. Vierwaldstättersee, Sempachersee und Sarnersee.
   *b)* Subtypus mit Schilf-Binsen oder Sumpfriet (Cladium), Seerosen, Tausendblatt-Hornblatt, z. B. Mauensee, Soppensee, Egolzwilersee und Zugersee.
2. Seetypus ohne submerse Zone, z. B. Rotsee, Baldeggersee, Tutensee und Lungernsee.
3. Seetypus nur mit Submersen: Vierwaldstättersee (innerer Teil exklusive die Delta) und Sihlsee.

Überblicken wir die Uferflora der zentralschweizerischen Seen, so dürfen wir uns freuen, daß noch an vielen Stellen die unberührte Natur waltet. Wer aber über eine Periode von Jahrzehnten Vergleiche zieht, muß feststellen, daß ebenfalls zahlreiche schönster Uferstellen durch gewaltsame Veränderungen und Einbußen verloren gingen. Daher ist es angezeigt, daß wir uns noch dem Problem des Uferschutzes zuwenden.

Eine unberührte Uferflora ist nicht nur die Forderung des Natur- und Heimatschutzes, sondern im vermehrten Maße auch der Biologie. Sie ist die Voraussetzung für ein sauberes, in vielseitiger Beziehung nutzbares Gewässer. Aber auch an den zentralschweizerischen Seen zeigen sich tiefgreifende Veränderungen in der von der Kultur berührten Uferflora. Das Röhricht und die Seerosenbestände werden bedroht von den Maßnahmen der Menschen. Die Submersen unterliegen den chemischen Veränderungen des Wassers. Die Pflanzenwelt an der Übergangs-

zone vom Land zum Wasser hat es schwer genug, gegen die wechselnden Bedingungen zu kämpfen; gestalten wir ihr Dasein nicht schwieriger, sondern unterstützen wir sie in ihren Ansprüchen!

Die Schläfli-Stiftung der S.N.G. war vor fünf Jahren bei der Aufstellung einer Preisfrage «Die Schilfbestände der Schweizer Seen» gut beraten, ist doch der Rückgang des Röhrichts eine allgemeine Erscheinung, obwohl Schilf eine sehr vitale Art darstellt. Wo die Standortsverhältnisse es gestatten und der Mensch sie nicht gewaltsam zurückdrängt und ausrottet, dringen Schilf und Binse auch heute noch aktiv vor. Die kräftigen, dichten Bestände wirken als Schlammfänger und Bodenbefestiger; sie können den Schutz einer Mauer ersetzen und die durch Unterspülung zerstörende Wirkung der Wellen aufhalten. Das rasche Wachstum resorbiert die reichlichen Nährstoffe der oft stark gedüngten Uferwiesen, die sonst in das offene Wasser gelangen würden. Das Röhricht ist geradezu ein Filter und hilft mit zu einer mechanischen und biologischen Reinigung. Daher sollten detritusreiche, schilflose Uferstellen neu mit Röhricht besetzt werden. Derartige Versuche am Vierwaldstättersee haben gezeigt, daß die Anpflanzung auf kiesigem Grunde besser gelingt als im schlammigen Boden. Über den Rückgang des Schilfes geben genaue Messungen im Küßnachtersee Aufschluß. Bei einer Uferlinie von 16 km wies er 1931 eine Schilfzone von 7 km auf. Heute sind es aber nur noch 5,45 km. Dieser Verlust von 1½ km innerhalb von 20 Jahren mahnt zur Vorsicht. Wenn die Abnahme derart weitergeht, sind in 50 Jahren am einst schilfreichsten Arm des Vierwaldstättersees die Röhrichtbestände am Aussterben.

Noch stärkere Einbuße erleidet das Nupharetum, die Zierde unserer Seen. Die zerstörende Wirkung der hineinfahrenden Boote und der vernichtende Einfluß der zunehmenden Veralgung sind offensichtlich. Hier sind es faulende Oscillatorienrasen (Rotsee, Baldeggersee, Zugersee), welche die Seerosenblätter zum Absterben bringen, dort überwuchern Cladophora glommerata und Spirogyren (Küßnachtersee) und hindern die Rhizome an der Entwicklung. In derartig verunreinigten Buchten vermag zwar Nuphar eine Zeitlang, ohne Schwimmblätter und Blüten zu bilden, nur mit salatähnlichen, weichen Wasserblättern zu vegetieren. Wo aber dieser Zustand jahrelang anhält, wie z. B. im Baldegger-, Rot- und Zugersee, verschwinden auch die submersen Seerosenwiesen. An solchen Stellen gedeihen überhaupt keine Makrophyten mehr.

Auch das Potametum wird vom schädigenden Einfluß des Gewässers nicht geschont. Licht- und Sauerstoffmangel zwingen die höheren Wasserpflanzen, sich von der Halde, wo sie sonst vorzugsweise gedeihen (3 bis 5 m Tiefe), auf die weniger tiefen Uferbänke zurückzuziehen.

Selbst das über 10 m tief reichende Characetum ist nicht vor der Vernichtung geschützt. Viele Hundert Tonnen Kehricht und Bauschutt werden jedes Jahr von den Ufergemeinden in den See geworfen, als wäre die Wasserfläche der größte Feind des Menschen. Der See hat nicht mehr die Kraft, sich selbst zu reinigen. Die kranke Region steigt vom

Grunde immer weiter hinauf und erfaßt auch das Characetum und Potametum. So sind die häufigen Veränderungen der Pflanzenbestände an den zentralschweizerischen Seen meistens nicht eine natürliche Sukzession, sondern eine Krankheitserscheinung. Hierzu rechne ich das massenhafte Auftreten von Potamogeton perfoliatus, P. pectinatus und Myriophyllum spicatum, die bei einmündenden Kanalisationen und außerhalb von Deponien oft dichte Bestände bilden.

Es ist zweifellos eine große und schwierige Aufgabe, die schädlichen Einwirkungen zu regulieren oder gar zu beseitigen. Lebensnotwendige Eingriffe in der Uferzone wie Baggerungen zur Kiesgewinnung, Errichtung von Boots-, Badeanlagen und Uferstraßen sind heute an Seen, die nicht dem Naturschutze unterstellt sind, kaum zu vermeiden. Wo eine Röhrichtzone das natürliche Übergangsglied von den Ufermatten zum See bildet, wirken künstliche Auffüllungen und Uferbauten stets nachteilig auf die Biologie des Gewässers.

So wurden in der Zentralschweiz seit Jahrzehnten immer wieder Stimmen laut, die nach dem Schutz der letzten Reste unberührter Natur an unseren Ufern riefen. Schon vor 30 Jahren kämpften der Obmann des innerschweizerischen Heimatschutzes, Wilhelm Amrein, und Professor Bachmann mit Erfolg gegen die Verwendung des Sempachersees als Staubecken. Durch die Verordnung des Regierungsrates des Kantons Luzern vom 18. Dezember 1944 ist das Ufer dieses einst so gefährdeten Sees durch folgende Bestimmungen der willkürlichen Beanspruchung entzogen: «Der Sempachersee und seine Ufer werden zur Erhaltung der landschaftlichen Schönheit als geschütztes Gebiet erklärt. Alle Bauten und Anlagen am Ufergelände in einer Entfernung von weniger als 100 m vom Seeufer bedürfen vor Erteilung der ordentlichen Baubewilligung durch den Gemeinderat einer Bewilligung des kantonalen Baudepartementes. Der gleichen Bewilligung bedarf das Beseitigen von Bäumen und Gebüschgruppen und dergleichen unmittelbar am See. Die Ablagerung von Schutt, Kehrichtabfällen usw. auf Seegebiet und die Einleitung ungenügend gereinigter Abwässer in den See oder in seine Zuflüsse sind verboten. Für Bauten und Ablagen, welche Seegebiet in Anspruch nehmen oder die von der Seegrenze den gesetzlichen Grenzabstand nicht einhalten, für die Inanspruchnahme des Schilfgürtels für die Ausfahrt aus einem Bootshaus, für die Einleitung von Seewasser in einen Bootshafen sowie für das Aushauen von Schilflücken bedarf es einer Konzession und für das Abschneiden von Schilf und Binsen einer Bewilligung des Regierungsrates. Die zuständige kantonale Behörde fällt ihren Entscheid in der Regel nach Anhörung von Vertretern des Heimat- und Naturschutzes.»

Auch der Kanton Zug hat am 23. Februar 1946 ähnliche Bestimmungen getroffen: «Der Zuger- und der Ägerisee und deren Ufer werden als geschützte Gebiete erklärt. Der Pflanzengürtel steht unter dem Schutze des Kantons. Die Forstdirektion kann das Abschneiden von Schilf unter schützenden Bedingungen bewilligen. In den Schutzzonen

dürfen keine neuen Bauten errichtet, bestehende nur mit Bewilligung des Regierungsrates verändert werden.»

Möchten derartige gesetzliche Bestimmungen, welche die Reinhaltung der Gewässer und den Schutz der Uferflora garantieren, auch allen andern Seen der Zentralschweiz zugute kommen.

Gemeindebehörden und kantonale Regierungen erhielten in den letzten Jahren wiederholt in Belangen des Uferschutzes bei der höchsten Gerichtsbarkeit, dem Bundesgericht, Unterstützung. Diesbezügliche Entscheide bewiesen, daß das Recht der Allgemeinheit an der ungeschmälerten Erhaltung unserer Seeufer stärker ist als die zufälligen Wünsche der Grundeigentümer, die oft wenig zum Schutze der Uferflora beitragen.

Leider sind Uferschutzvereinigungen, die sonst am besten Gelegenheit hätten, die kantonalen Bestimmungen tatkräftig zu unterstützen, nicht immer stark genug und erliegen den Sonderinteressen einiger Uferbewohner. Die Aufgabe einer Uferschutzvereinigung würde darin bestehen, die Uferflora und die Reinhaltung des Gewässers zu überwachen und so die biologische (tierische und pflanzliche) Eigenart zu erhalten und im natürlichen Zustande zu fördern. Diese Ziele werden nicht nur durch Gesetzesbestimmungen erreicht, sondern auch durch Aufklärung und Werbearbeit, die am wirkungsvollsten von lokalen Naturschutzvereinigungen ausgehen müßten.

Die Naturschutzbewegung wünscht daher mit Recht, daß nicht mehr als dringend notwendig von der natürlichen Uferzone vermauert werde und daß man der stark reduzierten Seeflora, besonders dem Röhricht und den Seerosen, wo es sich zwanglos gestalten läßt, Gelegenheit zur Ansiedlung und Ausbreitung gibt. Damit wäre auch in weitgehendem Maße der Seefauna gedient. Je weiter die technischen Errungenschaften die Welt durchdringen, desto mehr müssen wir erkennen, daß wir uns nirgends gegen die Natur stellen dürfen, hingegen größte Erfolge erzielen, wenn wir mit ihr gehen.

Schutz der Uferflora ist zwar nur ein Teil des großen Programmes: Schutz der Gewässer. Aber er ist wesentlich und dürfte noch mehr berücksichtigt werden. Die gesunden Gewässer, bedingt durch eine natürliche Uferflora, sind im Haushalte der Natur eine Lebensnotwendigkeit wie die Wälder der Hänge und die Kornfelder der Talflächen.

Es gilt daher, den Kampf um die Erhaltung der Uferflora mit aller Energie weiterzuführen. Wir müssen den Sinn für das Naturwalten, die Ehrfurcht vor unberührter Ursprünglichkeit und Schönheit lebendig erhalten, um die letzten Reste natürlicher Entwicklung zu retten.

Nur durch verständnisvolle Zusammenarbeit von Technik und Limnologie ist es möglich, daß die Makrophyten eines Sees, die doch der Landschaft zur Zierde und dem Menschen zum Nutzen gereichen, auch weiterhin ihre Aufgabe erfüllen können.

Möge diese Jahresversammlung mit den wissenschaftlichen Darbietungen und Diskussionen wie ein nährender Strom allen 16 hier ver-

tretenen naturwissenschaftlichen Gesellschaften zugute kommen. Das reiche Programm der Tagung mit den Hauptvorträgen, den Parallelveranstaltungen, den 200 Kurzberichten, den Besichtigungen und Exkursionen ist geeignet, die verschiedensten Forschungsgebiete zu fördern. Auch der wissenschaftlichen Zusammenarbeit mit dem Auslande ist Rechnung getragen, indem mehrere Hauptvorträge und über ein Dutzend Sektionsreferate prominenter ausländischer Gäste diesem geistigen Austausch dienen. Dies scheint mir für die Entwicklung der eigenen Forschung von lebenswichtiger Bedeutung.

So mögen Sie, meine sehr verehrten Damen und Herren, den kommenden Stunden und Tagen entgegengehen mit dem Willen, die Früchte ihrer wissenschaftlichen Arbeit vor uns auszubreiten. Wir alle aber wollen das Dargebotene zur Bereicherung unserer Kenntnisse dankbar entgegennehmen. Mit diesem Wunsche eröffne ich die 131. Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft.

# Les grandes gerbes atmosphériques des rayons cosmiques

Par

PIERRE AUGER (Paris)

Le titre par lequel cette conférence est annoncée peut paraître bien spécialisé puisqu'il ne mentionne qu'un seul des aspects de cette nouvelle branche de la physique corpusculaire qui porte le nom prestigieux et romantique de rayons cosmiques. Je m'en voudrais pourtant de ne vous entretenir que d'un sujet aussi étroit, quelle que soit son importance, et je me permettrai de développer à ce propos des considérations plus générales, sur les rayons cosmiques eux-mêmes, et sur divers aspects de méthodologie scientifique dont leur histoire fournit des exemples particulièrement frappants.

Ainsi dans l'origine même de ces études on peut déjà trouver un enseignement. On peut en placer le début en 1900 lorsque ELSTER et GEITEL ainsi que CTR. WILSON montrèrent l'existence d'une conductibilité électrique incoercible dans les gaz de leurs électromètres. On savait déjà à cette époque, qui paraît bien reculée aux physiciens nucléaires d'aujourd'hui, que les ions étaient les responsables nécessaires de toute conduction électrique dans les gaz. Il fallait donc trouver une cause continuelle de production d'ions, et le premier mouvement tendait à attribuer au gaz lui-même cette production qui devenait ainsi «spontanée». Mais la spontanéité n'a pas de chance dans le domaine scientifique, qu'il s'agisse de génération ou d'ionisation. Bientôt il fut démontré que la cause était extérieure, et qu'il fallait en chercher l'origine première au-delà de l'atmosphère.

Cette cause extérieure, une fois reconnue son existence à la suite des travaux de GOCKEL, de HESS, de KOLHÖRSTER, fut étudiée par des chercheurs de plus en plus nombreux, répartis dans le monde entier. Ils utilisèrent successivement, et aussi simultanément, les diverses techniques de la physique corpusculaire, les chambres d'ionisation, les compteurs de GEIGER-MULLER, les chambres à détente avec ou sans champs magnétiques, les plaques photographiques. Il est intéressant de remarquer que toutes ces techniques existaient à la fin de la première guerre mondiale, et qu'il ne restait qu'à les améliorer et les utiliser dans les conditions optima. Mais aussi à chaque nouveau perfectionnement, à chaque nouveau groupement ou changement de condition d'utilisation

a correspondu une découverte amenant un progrès souvent décisif. Peut-être y a-t-il là aussi un enseignement important à tirer des faits historiques. Bien se servir des outils que nous possédons déjà est quelquefois plus essentiel que de tenter désespérément d'en inventer de tout nouveaux. Nous aurons l'occasion de le démontrer à plusieurs reprises.

Parcourons rapidement les étapes de l'avancement de nos connaissances dans ce domaine. On peut distinguer une première période s'étendant jusqu'en 1930, au cours de laquelle les instruments utilisés étaient les chambres d'ionisation et les compteurs. Ces techniques permirent de découvrir d'abord l'effet d'altitude et l'effet barométrique, qui sont les conséquences de l'absorption par l'atmosphère du rayonnement étudié. Puis la nature corpusculaire d'une partie importante de ce rayonnement, par la méthode des coïncidences, enfin la nature chargée de ces corpuscules, grâce à la variation de leur nombre avec la latitude.

Mais il manquait encore un grand nombre de données. Ni l'énergie ni la nature des corpuscules n'était connue. La disposition géométrique des trajectoires non plus, malgré que leur direction générale ait été reconnue en gros comme verticale. Ce sont des arrangements techniques nouveaux qui devraient apporter ces renseignements.

D'abord le groupement des appareils. Tous ceux qui ont touché de près ou de loin le champ d'études cosmiques connaissent ces figures schématiques qui couvrent les pages des articles ou de traités. Un rond de petites dimensions, souvent centré d'un point, figure un compteur. Un rectangle figure un écran, de plomb en général. Un grand rond, c'est une chambre de Wilson, quelquefois c'est d'ailleurs un grand rectangle. Et ces éléments sont arrangés de mille façons différentes suivant les auteurs et suivant ce qu'ils cherchent. Quelques-uns de ces arrangements sont devenus classiques: citons le télescope, consistant en deux, trois (ou plus) compteurs de Geiger-Muller situés dans un même plan, séparés par des écrans, souvent orientables par rapport à la verticale. Le berceau, composé de trois compteurs ou plus, parallèles mais non dans le même plan, et auxquels se superposent généralement des écrans de plomb. La chambre commandée de Blackett et Occhialini, dans laquelle le fonctionnement de la détente est déclenchée par le passage des rayons cosmiques dans un groupement de compteurs. Nous en verrons bien d'autres, mais voyons tout de suite ce que ces premiers arrangements peuvent nous fournir comme renseignements.

Le télescope définit une direction lorsque tous ses éléments sont traversés simultanément par une particule, d'où son nom. La décroissance du nombre de traversées quand les écrans augmentent d'épaisseur mesure l'absorption des particules. Le changement de ce nombre avec l'orientation du plan indique la distribution dans l'espace de leurs directions d'origine. Il a été ainsi prouvé que certains corpuscules cosmiques pouvaient pénétrer un mètre de plomb, ce qui conduisait à leur attribuer une énergie extraordinairement élevée. Il a été aussi démontré qu'ils provenaient surtout de la verticale, avec une distribution en cloche autour de cette direction, enfin qu'ils venaient en plus grand

nombre de l'ouest que de l'est, ce qui conduit à leur attribuer une charge positive. Je n'insiste pas sur les variations autour du thème du télescope, par exemple en déplaçant un des compteurs hors du plan principal, en plaçant les écrans dans la partie supérieure ou inférieure, en les prenant larges ou étroits. Tous ces arrangements sont capables d'apporter des renseignements utiles. Ils peuvent aussi faire perdre un temps infini aux chercheurs sans grande utilité et cela a été certes un des défauts principaux de ces recherches.

Le télescope peut être associé à une chambre de WILSON, ou chambre à détentes, et alors la trajectoire de la particule elle-même qui donne lieu à la coïncidence peut-être observée sous forme d'une trace de brouillard. C'est une des grandes satisfactions du physicien, après avoir déduit de quelques chocs électriques qu'il devait y avoir des particules suivant tel trajet, de les apercevoir ensuite exactement là où elles doivent se trouver, exactes au rendez-vous. L'emploi de deux chambres simultanément déclenchées, permet enfin d'apercevoir la trace des particules avant et après la traversée d'un écran épais, et d'obtenir ainsi la conviction que c'est bien une seule et même particule qui déclanche le télescope et qui traverse donc, sans être même déviée de façon observable, plusieurs décimètres de plomb.

Le berceau, contrairement au télescope, ne peut pas être déclenché par une seule particule. Il définit essentiellement un groupe. C'est grâce à cet arrangement que les «gerbes» ont été observées par ROSSI: ce sont ces groupements de particules produites secondairement dans des écrans de plomb par les corpuscules qui traversent l'atmosphère. Le nombre de coïncidences s'accroît considérablement quand l'écran est placé, et elles ne peuvent être dues qu'à des faisceaux divergents, prenant naissance dans l'écran. L'adjonction d'une chambre de WILSON, ici aussi, permet d'observer visuellement les traces, et de se convaincre de l'existence réelle de ces «gerbes» ou même de ces «averses» de particules.

La chambre de WILSON peut enfin être placée dans un champ magnétique. L'avantage de cette méthode est considérable puisqu'elle permet d'obtenir une évaluation de l'énergie par la mesure de la courbure de la trajectoire. Egalement précieux est l'aspect même de cette trace, précisé par le comptage du nombre de gouttelettes qui la composent: de ce comptage peut se déduire l'intensité de l'ionisation déterminée par la particule, ce qui renseigne efficacement sur sa nature, sa charge et sa masse. Appliquée aux gerbes, cette méthode y a démontré la présence d'un nombre égal de particules positives et négatives et établi sur des bases indiscutables la théorie de la création par paires des électrons. Appliquée aux télescopes elle a permis la mesure précise des énergies des particules et de leurs pertes au passage des écrans.

La deuxième période peut ainsi être limitée aux années de 1930 à 1937, pendant lesquelles s'est précisée cette image corpusculaire du rayonnement. C'est pendant cette période que les chercheurs ont exploré toute la surface du globe, les hauteurs de l'atmosphère, les profondeurs de la mer et de la terre, à la recherche de renseignements nouveaux sur

leurs chers rayons. C'est ce que l'on peut appeler la période héroïque. Elle a ses morts, dans les crevasses des glaciers, dans les accidents de ballons. Elle a donné l'occasion à de nombreux physiciens de montrer qu'ils étaient animés des mêmes qualités que les explorateurs de tous les temps, et d'écrire quelques chapitres admirables de l'histoire de la volonté de l'homme de pénétrer les secrets de la nature. Je ne veux citer qu'un exemple, celui des premières ascensions stratosphériques de PICCARD et COSYNS, dont le retentissement a été mondial.

On peut fixer la troisième période, qui s'étend jusqu'à aujourd'hui, à la découverte du méson. Cette introduction d'une particule absolument nouvelle est venue éclairer soudainement une foule de problèmes restés sans solution depuis de nombreuses années. Elle n'a pas limité son retentissement au domaine des seuls rayons cosmiques, mais a aussitôt joué un rôle prédominant dans toute la physique atomique et nucléaire. Elle a aussi été la première de toute une famille de particules nouvelles, dont l'apparition a élevé à 21 le nombre des particules dites élémentaires ou fondamentales, et dont est constitué notre univers.

Il faut rendre cette justice aux théoriciens que c'est l'un d'entre eux qui a le premier proposé l'existence de telles particules intermédiaires entre l'électron et le proton. L'histoire de la physique est pleine de ces alternances de domination entre la théorie et l'expérience, l'une dépassant l'autre puis se laissant dépasser à son tour. C'est l'expérience qui a forcé la théorie à renoncer à l'indivisibilité de l'atome, en découvrant la radioactivité. C'est elle qui a obligé les théoriciens de l'électricité à décomposer leur fluide en électrons, qui les a conduits dans les voies de la relativité. C'est la théorie qui a prévu la première l'électron positif et le méson, prévisions suivies immédiatement de leur vérification expérimentale. Cette émulation féconde entre la théorie et l'expérience forme la mécanique même de l'avancement de notre science.

L'apparition du méson n'était pas réellement imprévue. Les expériences d'absorption avaient démontré à satiété que les corpuscules cosmiques ne pouvaient pas être seulement de nature électronique, et que beaucoup d'entre eux avaient une masse supérieure. Mais une des caractéristiques les plus remarquables du méson n'avait pas été prévue, je veux dire sa radioactivité. Cette propriété de la particule nouvelle de se décomposer spontanément en donnant naissance à un électron et sans doute à une de ces particules fantômatiques, inventées pour les besoins de la cause, que l'on a appelées neutrinos, a permis l'interprétation de toute une série d'anomalies et de bizarreries dans les mesures d'intensité du rayonnement cosmique, en altitude, en profondeur et en direction. On comprend tout de suite comment les effets de cette décomposition diffèrent d'une absorption ordinaire si on considère qu'il s'agit là d'une véritable absorption par le temps, ou plutôt par l'espace puisque ceux-ci sont reliés par la vitesse de la particule en mouvement. Des écrans denses, comme le plomb, absorbent par leur masse. Des écrans légers comme l'atmosphère, absorbent par leur masse et aussi par leur étendue qui donne l'occasion à la particule de disparaître spontanément.

Une autre conséquence du caractère éphémère des mésons est leur nature nécessairement secondaire. Ils ne peuvent pas provenir de grandes distances, car quelques dizaines de kilomètres de parcours les tuent. La nature des corpuscules primaires, de ceux qui atteignent les premiers notre atmosphère venant des confins du cosmos, voilà ce qui devenait alors le problème principal, non encore résolu à l'heure actuelle je dois le dire, quoique l'hypothèse des protons primaires soit encore la plus solide.

A partir de l'établissement de la réalité des mésons prévus par YUKAWA, le développement de la science des rayons cosmiques devient de plus en plus touffu et il n'est plus possible d'en donner un compte rendu un tant soit peu complet au cours d'une conférence comme celle-ci. Il faut se limiter à une branche de cette science nouvelle, et je choisirai celle indiquée dans le titre, les gerbes, et spécialement les grandes gerbes de l'atmosphère.

Reprenant l'image générale que possédait la physique des rayons cosmiques en 1936, nous remarquerons qu'elle permettait de diviser le domaine entier de ces rayons en deux portions nettement distinctes, celui de la composante molle et celui de la composante dure. Vous voudrez bien excuser ces expressions figurées qui sont traditionnelles, et qui signifient simplement que la première composante est facilement absorbée et ne traverse pas plus de quelques centimètres de plomb, alors que la seconde n'est pas complètement arrêtée par un mètre de cette matière. Nous manquons de mots, au cours du développement de la science, et cette difficulté peut être résolue de deux manières différentes: inventer de nouveaux mots, généralement à l'aide d'une accumulation de racines grecques, et c'est ce que font les sciences les plus éloignées dans la classification d'AUGUSTE COMTE, chimie, biologie, sociologie; ou bien conférer à des mots anciens des sens nouveaux très particuliers, et c'est ce que font les sciences mathématiques et physiques. Aucune des solutions n'est parfaite, car si les textes mentionnant la karyokinèse, la polyploïdie ou les corps hétérocycliques paraissent impénétrables à beaucoup de personnes, ceux qui traitent du poids d'une expression mathématique ou de la dureté d'une particule, moins rebutants d'abord, sont en réalité tout aussi hermétiques pour le profane.

Nous savons maintenant que la composante dure est formée de mésons isolés, créés dans l'atmosphère à des altitudes de l'ordre de 20 à 30 km. La composante molle constituée d'électrons et de photons, est formée localement puisque son pouvoir de pénétration est faible. Les relations réciproques de ces composantes ont posé un problème majeur, non encore résolu entièrement. L'énergie représentée par ces composantes n'est pas directement reliée à leur «dureté» c'est-à-dire leur pouvoir de pénétration. Des mésons de faible énergie, quelques millions de volts, traversent plus de plomb que des électrons portant des milliards de volts. On ne peut donc pas affirmer à priori que l'une descende de l'autre, et elles sont sans doute toutes deux secondaires d'une autre espèce de corpuscules primaires, probablement des particules plus lourdes. Les protons sont

les plus en faveur, les neutrons étant éliminés à cause de leur radioactivité qui ne leur permet de subsister que quelques minutes.

Cette question de l'énergie présente d'ailleurs une importance particulière lorsque l'on aborde le problème de l'origine possible de ce rayonnement primaire, ce problème devenant de plus en plus ardu au fur et à mesure de l'accroissement de l'énergie maximum observée. En effet, si nous examinons quelques unes des théories proposées pour expliquer la formation des rayons cosmiques, nous voyons qu'elles peuvent se classer en deux catégories. Celles dans lesquelles l'énergie est fournie aux corpuscules au cours d'un seul acte et celles où cette énergie leur est communiquée progressivement. Dans la première hypothèse, il faut qu'un atome tout entier disparaisse, se transformant en énergie cinétique, et celle-ci se portant sur une seule particule élémentaire. Un calcul simple montre que l'atome le plus lourd connu, celui de l'uranium, fournirait à un électron une énergie de quelque deux cents milliards de volts s'il se détruisait en entier. Mais c'est là le maximum admissible puisque la destruction d'un corps plus complexe, moléculaire par exemple, ne pourrait concentrer son énergie sur une particule unique, du moins dans l'état actuel de la théorie.

Les théories d'accélération continue n'ont pas ce caractère de prévoir un maximum, et ce sera sans doute une manière de les distinguer. Les mesures ou évaluations de l'énergie des particules cosmiques ont été basées sur des procédés de plus en plus indirects au fur et à mesure de l'accroissement de celle-ci. S'il suffit, lorsque l'énergie d'une particule ne dépasse pas quelques centaines de millions de volts, de soumettre la chambre de Wilson qu'elle traverse à un champ magnétique puissant pour obtenir, grâce à la mesure de la courbure de sa trajectoire une mesure de cette énergie, la méthode ne donne plus de résultat valable lorsque la courbure devient trop faible pour être mesurée.

D'autres méthodes que celle de la courbure peuvent heureusement être employées. D'abord celle de l'absorption. On peut évaluer la perte d'énergie que subit une particule telle qu'un méson lorsqu'elle traverse des écrans de plomb ou de sol. Comme cette perte est à peu près proportionnelle à la masse traversée, au moins dans un intervalle d'énergie assez grand, on peut conclure de l'observation de tels mésons au-dessous d'écrans très considérables, à une valeur minimum de l'énergie que possédaient ces particules à l'entrée dans cet écran. Des mésons ont été observés jusqu'à des profondeurs de plusieurs centaines de mètres de sol, correspondant à des dizaines de mètres de plomb. L'énergie initiale devait dans ce cas dépasser la dizaine de milliards de volts qui constitue la limite supérieure de la méthode de courbure magnétique. Les plus grandes profondeurs où l'observation a encore pu être faite, de l'ordre de mille mètres de sol correspondent à plus de $10^{11}$ électrons volts, donc atteignent l'énergie maximum que la désintégration d'un atome d'uranium peut communiquer à un électron, sans toutefois la dépasser. On voit l'intérêt qu'il y a à trouver des méthodes qui puissent aller plus loin.

Nous tournant maintenant vers la composante molle, photo-électronique dans son ensemble, nous voyons que les mesures indiquent en général des énergies relativement faibles, de l'ordre des dizaines de millions de volts lorsqu'il s'agit des branches des gerbes, c'est-à-dire de la majorité des particules présentes dans les appareils. Mais ici ce qui nous intéresse n'est pas tant la valeur de l'énergie d'une des particules composant la gerbe, mais celle de la gerbe tout entière puisqu'il s'agit là d'une manifestation multiple mais dont la source est unique. Pour effectuer une telle évaluation, il nous faut entrer un peu plus en détail dans le mécanisme de la constitution de ces gerbes.

Le phénomène principal est celui de la création des électrons par paires, positif et négatif, création qui a lieu lorsqu'un photon d'énergie supérieure à un million de volts électrons passe au voisinage d'un noyau atomique. Il est d'autant plus probable que la charge du noyau est grande, cette charge agissant par le carré de sa valeur. Elle donne naissance à des électrons dont l'énergie cinétique est équivalente à l'énergie du photon, déduction faite de l'énergie nécessaire à la création des masses des deux électrons, soit ½ million de volts électrons pour chaque. On sait que DIRAC a donné de ce phénomène un modèle qui peut se décrire en termes très simples en imaginant la présence constante d'une infinité d'électrons dans des niveaux d'énergie négatifs. La marche des événements peut alors se dérouler de la façon suivante. Un noyau de charge $Ze$ est approché par un photon d'énergie $E=h\nu$ et nous indiquons la présence d'un électron dans un des niveaux négatifs d'énergie $-U$ par exemple. Dans l'état final l'électron a été sorti de son niveau négatif et porté à un niveau positif correspondant, c'est-à-dire projeté avec une vitesse telle que son énergie cinétique plus son énergie de masse au repos égalent $U$. En même temps un «trou» apparaît dans les niveaux négatifs, c'est le positron qui est projeté avec une énergie totale de $E-U$. Il est clair dans cette image que si le «trou» rencontre dans ses déplacements un «électron» ordinaire, le second tombe dans le premier et disparaît ainsi en tant que matière, l'énergie disponible étant restituée à l'espace sous la forme de photons (deux en l'espèce, car il faut conserver l'impulsion et il n'y a pas de noyau lourd pour absorber le surplus de celle-ci).

Les photons donnent naissance à des électrons, mais ceux-ci peuvent à leur tour redonner des photons par le phénomène du freinage. Ici encore la présence d'un noyau lourd est essentielle: c'est en passant dans son champ électrique que l'électron perd soudain une partie de son énergie cinétique sous la forme d'un photon dit «de freinage». Ces deux effets de freinage et de création de paires se succèdent à un rythme rapide lorsqu'un flot d'électrons et de photons traverse la matière, et surtout de la matière dense. Ils donnent lieu à une multiplication en nombre en même temps qu'à une dégradation en énergie, et déterminent l'apparition d'une «gerbe».

Il faut ajouter deux effets secondaires mais dont l'importance s'accroît au fur et à mesure de la dégradation de l'énergie moyenne des

branches de la gerbe, ce sont l'effet COMPTON par lequel un photon entrant en quelque sorte en collision avec un électron lui communique une partie de son énergie, et la diffusion élastique par laquelle un électron est dévié dans sa direction par son passage auprès d'un noyau atomique. Il n'y a pas de formation de photons, ou plutôt un photon virtuel est produit puis réabsorbé, de sorte que l'énergie de l'électron reste la même si sa direction est changée. Ce dernier phénomène est le principal responsable de la dispersion en direction des branches de la gerbe.

Les calculs détaillés du développement des gerbes ont pu être faits par divers auteurs, et ils conduisent à une description assez simple à condition d'utiliser des étalons de grandeur spéciaux, dits «unités de rayonnement». Ainsi les épaisseurs d'écrans doivent être évalués avec ces étalons et alors deux écrans de même épaisseur en unités de rayonnement sont équivalents dans leur action sur les gerbes qui les traversent. L'énergie des branches de ces gerbes est également exprimée simplement en multiples d'une énergie dite énergie critique. Indiquons comme exemple les longueurs équivalentes de ½ cm de plomb, ½ m d'eau, 300 m d'air atmosphérique normal. Les énergies critiques pour les mêmes matières sont 10 millions, 150 millions et 120 millions de volts électrons.

Une gerbe jeune contient plus d'électrons que de photons, et beaucoup d'électrons d'énergie supérieure à l'énergie critique. Quand elle a traversé de nombreuses unités de radiation, elle passe par son maximum puis vieillit. Les photons dépassant les électrons en nombre, ces derniers tombent au-dessous de l'énergie critique, et alors, en quelques unités de radiation, c'est la fin.

On peut dire qu'une gerbe qui débute avec des électrons possédant cent fois l'énergie critique meurt en dix unités de radiation. S'ils possédaient 10 000 fois cette énergie, il faudrait trente unités pour la tuer. Prenons un exemple qui nous servira tout à l'heure: l'atmosphère représente près de trente unités de radiation puisque la pression atmosphérique est celle de 8 km d'air normal. Un électron de 10 000 fois 100 millions de volts c'est-à-dire $10^{12}$ volts, ou mille milliards, en entrant dans cette atmosphère donnerait une gerbe qui viendrait mourir exactement au niveau de la mer. Seuls des électrons beaucoup plus énergiques donneraient un effet notable à ce niveau, ainsi avec $10^{14}$ à l'entrée, il y aurait encore dans la gerbe 10 000 particules d'énergie supérieure à l'énergie critique lorsque le niveau de la mer serait atteint.

La théorie des gerbes a donné lieu à des nombreuses vérifications expérimentales, dont nous n'examinerons ici que les plus importantes. ROSSI lui-même, dans ses premières expériences, avait étudié l'évolution moyenne des gerbes dans un écran de plomb en superposant à trois compteurs en berceau des plaques de plus en plus épaisses de ce métal. Il avait obtenu une courbe présentant une partie croissante, correspondant au développement de la gerbe jeune, un maximum et une décroissance correspondant à la décadence de la gerbe vieillie. La position de ce maximum est, en gros, d'accord avec les calculs. On a pu montrer également que des écrans de différentes substances, dont l'épaisseur

était équivalente en unités de radiation, avaient des effets semblables. Les mesures statistiques du spectre d'énergie des électrons des gerbes ont donné des répartitions qui correspondent bien aux calculs. Enfin des observations directes à la chambre de Wilson ont permis de suivre, dans leur passage à travers une série de plaques de plomb, le développement complet d'une gerbe née d'un électron initial unique. On voit un faisceau étroit sortir de la première, devenir plus fourni après la seconde, atteindre une importance maximum après la troisième pour se dissiper complètement à la cinquième.

Il arrive que dans des photographies de détentes le nombre de branches de gerbes soit tel que l'atmosphère de l'appareil en soit complètement rendue laiteuse. Nous avons ainsi obtenu dès 1945 une photographie contenant plus de 300 trajectoires. D'autres auteurs en ont montré de plus riches encore. Il s'agit là évidemment d'une gerbe spécialement dense, dont l'ionisation est telle qu'elle peut correspondre à des millions d'ions dans un litre de gaz. De telles apparitions soudaines de très nombreuses charges dans les chambres d'ionisation ont été observées pour la première fois par HOFFMANN, et portent le nom de chocs d'HOFFMANN (ou de «bursts» en anglais, HOFFMANNstöße en allemand). Leur étude, en particulier celle de la variation de leur nombre avec l'épaisseur des écrans superposés à l'appareil de mesure, donne des résultats tout à fait analogues à ceux obtenus pour les gerbes. Elle conduit à penser que ce sont des gerbes denses, déterminées localement par des électrons de grande énergie: la difficulté est de comprendre comment de tels électrons sont arrivés, ou nés ainsi dans les appareils, sans toujours être accompagnés par un grand nombre de leurs collègues, si j'ose dire. L'interprétation des chocs isolés exige en réalité d'admettre que le responsable initial est une particule «dure», c'est-à-dire un méson isolé, lequel donne naissance à un électron de grande énergie par choc direct (knock on électron) ou à un photon de très courte longueur d'onde par freinage soudain dans le champ d'un noyau. C'est cet électron ou ce photon qui sont alors à l'origine de l'intense nuage électronique. Je n'insiste pas ici sur d'autres espèces de chocs d'ionisation, dus à des particules lourdes et non à des électrons, et que l'on identifie avec les groupes de trajectoires observés dans les plaques photographiques, connues sous le nom d'étoiles. L'origine de ces étoiles se trouve dans un choc nucléaire d'un corpuscule cosmique de très grande énergie avec le noyau d'un atome de la matière qu'il traverse. Ce noyau est en quelque sorte «explosé» et ce sont ses fragments, protons et mésons, dont la trace s'imprime dans les émulsions. On peut ici aussi évaluer l'énergie totale dépensée dans un de ces chocs d'ionisation, en se basant sur le nombre d'ions ou plutôt de paires d'ions produits. On trouve que le nombre des chocs diminue quand leur énergie totale augmente, mais que des chocs de plus de cent milliards d'électrons volts sont encore observables. Nous rejoignons ainsi les énergies des particules isolées, et pouvons attribuer les chocs sous écrans épais à une action de celles-ci. Les chocs obtenus à l'air libre, ou sous écran mince, sont attribuables simple-

ment à des gerbes ou des portions de gerbes qui font partie de la composante molle.

Il est naturel, étant donné le tableau que nous venons de présenter, de tenter d'étendre les investigations du côté des énergies plus élevées, ne serait-ce que pour s'assurer de l'existence de phénomènes simultanés, dus par conséquent à une particule unique dans leur origine première, et dont l'énergie totale dépasse celle qui résulterait d'une destruction atomique. Ensuite, pour l'établissement de la connaissance de toute théorie de l'origine des rayons cosmiques, la connaissance de l'extension du spectre d'énergie est essentielle. C'est dans cet esprit que la recherche de gerbes de plus en plus grandes, de plus en plus riches en particules et donc en énergie, a été faite dans plusieurs laboratoires, et en particulier dans le mien. Vous me permettrez d'insister un peu sur cet aspect spécial de la science des rayons cosmiques car il s'est développé considérablement depuis dix ans.

Le problème de la recherche de gerbes étendues est essentiellement celui de tout phénomène rare. Si l'observation est faite par compteurs en coïncidence, la difficulté sera d'éliminer les effets fortuits, lorsque leur nombre menace d'égaler celui des effets à mesurer. Si elle se fait avec la chambre à détentes, il ne faut pas prendre une proportion trop élevée de clichés inutiles, ce qui rendrait le travail impossible. La solution de ces difficultés se trouve, comme c'est souvent le cas, dans une amélioration technique, ici, l'augmentation du pouvoir de résolution des apapreils à coïncidence, ou, en d'autres termes, la réduction de la durée pendant laquelle doivent se produire les chocs dans les différents compteurs pour être comptés comme simultanés. En réduisant ce temps du dix millième de seconde au millionième de seconde, nous avons pu faire tomber à zéro, pratiquement, les coïncidences dues au hasard, et ne conserver ainsi que celles dues aux phénomènes réels recherchés.

L'expérience consiste alors tout simplement à mettre deux ou trois compteurs en coïncidence, et à écarter l'un d'entre eux, horizontalement, à des distances croissantes. Partant du «berceau» utilisé pour l'observation des petites gerbes ordinaires, on en augmente la largeur, et passe à des systèmes dits «à grande envergure»: 1 m, 10 m, 100 m et plus. Bien entendu ces systèmes sont alors disposés à l'air libre et c'est dans l'atmosphère qui les surmonte que doivent prendre naissance les effets multiples donnant lieu à une décharge simultanée des appareils. L'expérience montre, au niveau de la mer, que les gerbes très nombreuses du berceau (mettons cent par heure par exemple) se raréfient rapidement lorsque l'envergure dépasse 30 cm, et tombent à quelques unes par heure. C'est alors que l'élimination des effets fortuits devient nécessaire: si elle est faite, l'envergure peut être portée à plusieurs mètres, et les chocs étant significatifs on est certain de procéder à l'observation de gerbes nées dans l'atmosphère et dont les branches s'écartent les unes des autres de plusieurs mètres. Ce qui est remarquable surtout c'est que la décroissance, rapide de 30 cm à 2 m, devient de plus en plus lente, et que le changement entre 10 m et 20 m n'est que d'un facteur 2. Il est

difficile de dépasser cette envergure au niveau de la mer, le comptage n'étant pas assez élevé et c'est pourquoi les mesures ont été poursuivies en altitude. Tous les effets des rayons cosmiques augmentent rapidement avec l'altitude, mais les grandes gerbes ont dépassé tous nos espoirs, puisqu'en passant de Paris au Pic-du-Midi (altitude 3000 m) le nombre des gerbes devenait dix fois plus grand. Le nombre étant encore supérieur au Laboratoire des hautes altitudes du Jungfraujoch, nous avons songé à étendre les mesures à plusieurs centaines de mètres, nous verrons tout à l'heure la raison de cette tentative. Pour cela un problème nouveau se posait, résultant de la vitesse finie de transmission des signaux électriques le long des fils de connection des compteurs. Pour une distance de 300 m, la durée d'un tel trajet est de l'ordre de la microseconde, c'est-à-dire qu'elle rentre dans le temps de résolution des appareils à coïncidences. Deux signaux simultanés, provenant l'un d'un compteur proche de l'appareil à coïncidences, l'autre d'un compteur éloigné de 300 m, arrivent séparés par un intervalle de temps tel qu'ils ne sont plus comptés comme coïncidences. Nous avons alors installé sur la ligne courte un «retardeur» de chocs permettant de compenser cette différence, et de rétablir les coïncidences. Un autre avantage de ce dispositif est de permettre des contrôles très aisés, puisqu'il suffit d'introduire un retard arbitraire supérieur à une microseconde pour ne compter plus que les effets fortuits: on obtient alors par différence la valeur de l'effet réel.

Plaçant nos appareils dans le laboratoire, et un groupe de compteurs sur le glacier à 300 m de distance avec une ligne volante pour les relier, nous pûmes obtenir des chocs de coïncidences au rythme de 1,5 à 2 par heure, dus avec certitude à des gerbes couvrant 100 000 m² de leurs particules. Depuis ces mesures, des observateurs russes ont annoncé avoir atteint des envergures de 600 m à une altitude comparable.

Ainsi, à des intervalles moyens de l'ordre de quelques minutes en basse altitude, l'atmosphère est le siège du passage de très grandes gerbes photo-électroniques dont l'origine est certainement située dans l'air à très haute altitude. Les travaux qui ont suivi cette observation ont permis de préciser divers caractères intéressants de ces gerbes, en particulier ceux qui peuvent donner des indications sur leur énergie totale.

Tout d'abord la densité des trajectoires par mètre carré de surface horizontale. Elle peut être évaluée par l'étude de la variation du nombre de gerbes observées en fonction de la surface des compteurs, et aussi du nombre de compteurs mis en coïncidences. Les valeurs trouvées changent avec l'envergure des gerbes, avec l'altitude du lieu d'observation, avec la disposition géométrique des compteurs qui favorise tantôt les gerbes les plus denses tantôt les moins denses. Elles vont de dix à mille particules par mètre carré. Des études plus détaillées effectuées par de nombreux auteurs ont permis d'attribuer aux grandes gerbes une distribution en densité de forme exponentielle. On peut dire que le nombre de gerbes de densité supérieure à une valeur déterminée varie comme la puissance —2,4 de cette densité. Ce type de distribution rappelle exactement celui des chocs d'HOFFMANN, dont le nombre dé-

passant une énergie donnée varie comme une puissance tout à fait voisine de l'énergie. C'est encore une raison de rapprocher ces deux phénomènes.

Ensuite la question se pose de la structure des gerbes, c'est-à-dire de la distribution des trajectoires en densité horizontale pour chacune des gerbes observées. Le problème est important parce que si l'on veut déduire l'énergie totale de la gerbe de ces mesures de densité, il faut que celle-ci soit assez homogène sur toute la surface couverte. La théorie indique que des particules d'énergie élevée doivent s'entourer d'un faisceau de secondaires, de sorte que l'on peut s'attendre à trouver des foyers de concentration en densité, dans le cas où de telles particules de grande énergie se rencontreraient isolément. Mais d'autre part le calcul des fluctuations de densité ainsi réalisées ne fait pas prévoir qu'elles jouent un rôle considérable.

Une étude expérimentale de la distribution en densité a été faite par les méthodes de compteurs et aussi avec la chambre de WILSON. Une telle chambre, déclenchée par des compteurs placés à quelque distance donne des clichés très caractéristiques. Si les compteurs sont sur la chambre, on a des particules isolées. Si les compteurs sont loin de la chambre au-dessus l'un de l'autre, les clichés sont vides. S'ils sont loin l'un de l'autre, il y a une densité de trajectoires parallèles de l'ordre de cent par mètre carré. Avec les compteurs seuls on obtient des résultats analogues: deux compteurs éloignés progressivement l'un de l'autre donnent une courbe de coïncidences d'abord fort décroissante (petites gerbes locales) puis se stabilisent après 30 cm environ pour ne plus baisser que lentement ensuite. Si on associe à ces compteurs un troisième placé à un mètre le maximum initial pour les petites distances disparaît, et la courbe est entièrement plate, ou plutôt à faible pente. Tout ceci indique clairement l'absence dans les grandes gerbes de nombreux foyers de concentration. Il ne doit donc y en avoir qu'un, le centre de la gerbe, ou au moins un très petit nombre constituant en réalité des gerbes séparées. Dans ce ou ces centres serait alors rassemblée la plus grande partie de l'énergie, et seraient présentes les particules du plus grand pouvoir pénétrant.

Si nous nous en tenons pour l'instant à cette image, et que nous considérons les grandes gerbes comme des cascades, quelle est l'énergie totale qu'elles peuvent renfermer et qu'il faut attribuer à l'agent initial, unique, de leur formation? Une méthode simple d'évaluation consiste à estimer le nombre de particules électroniques par le produit de la densité par la surface couverte, et de le multiplier par leur énergie moyenne. Les difficultés, ou plutôt les aléas d'une telle évaluation proviennent d'une part de l'incertitude au sujet de l'uniformité de la densité sur toute la surface, et d'autre part sur la valeur de l'énergie moyenne. Il faudrait aussi ajouter un terme pour la partie photonique, mais cela ne ferait que doubler au plus l'évaluation basée sur les électrons. Si l'on adopte le chiffre de cent par mètre carré, avec une surface couverte de 100 000 m carrés, on trouve $10^7$ et l'énergie critique dans l'air étant de

$10^8$ électrons volts, le résultat atteindrait $10^{15}$. On ne peut considérer cela comme la valeur moyenne, mais comme une valeur de l'énergie certainement présente dans les plus grandes des gerbes observées. Nous trouvons ainsi pour la première fois une énergie plus de mille fois supérieure à celle résultant de la destruction de l'atome d'uranium. Toute explication faisant intervenir un acte unique pour la création de l'agent initial paraît définitivement condamnée, sauf peut-être en utilisant une très audacieuse hypothèse que nous indiquerons tout à l'heure.

Une autre méthode d'évaluation consiste à admettre que les gerbes sont produites dans la partie supérieure de l'atmosphère et qu'elles traversent par conséquent une vingtaine d'unités de radiation. Dans ce cas, une gerbe contenant après cette traversée encore plus de 100 000 électrons, doit avoir été déclenchée par une particule initiale ayant plus d'un million de fois l'énergie critique. Pour l'air, cela donne $10^{13}$. Pour une gerbe de plus d'un million d'électrons, ce qui paraît être fréquent, il faudrait au moins un facteur 10 de plus et nous nous trouvons avoisiner l'évaluation de tout à l'heure. On peut donc considérer comme assurée l'existence d'un agent porteur d'énergies de l'ordre de $10^{14}$ à $10^{15}$ électrons volts dans les parties supérieures de l'atmosphère, – soit cent mille milliards à un million de milliards.

Cette conclusion atteinte, il faudrait encore, pour bien comprendre le phénomène des grandes gerbes, s'assurer que leur structure correspond bien à celle de cascades, et sinon, étudier les causes de cette différence. Il faudrait ensuite examiner la nature de l'agent producteur et la région de l'atmosphère où cette production a lieu.

Le premier point a donné lieu à de nombreuses recherches, effectuées par des groupes italiens, américains et français. En résumé, il s'est montré que les grandes gerbes avaient la structure de cascades et suivaient des lois de distribution correspondant aux calculs théoriques de Molière. Mais la présence d'un pourcentage bien défini, environ 2 % de particules pénétrantes (mésons isolés), n'est pas explicable dans cette hypothèse de la cascade pure.

Le second point est moins satisfaisant encore puisque la présence d'électrons est à peu près exclue parmi les corpuscules du rayonnement primaire à son entrée dans l'atmosphère. Comment ces électrons de très haute énergie peuvent-ils prendre naissance à partir des protons primaires ou des mésons auxquels ceux-ci donnent naissance par choc nucléaire ? C'est en somme toute la question de la composante molle, dont les grandes gerbes représentent une portion peut-être fort importante.

Nous avons vu que des mésons de grande énergie pouvaient donner par choc des électrons également très énergiques. Ils peuvent aussi se décomposer par radioactivité en donnant de tels électrons. Mais la probabilité de décomposition en vol pour des mésons très énergiques est très faible. Les chances de produire des chocs assez directs sont faibles également, et c'est pourquoi depuis quelques années le rôle d'un méson à vie courte ou à grande interaction électronique a été invoqué. Le

méson pourrait être créé lors des chocs nucléaires et se décomposer ou donner une forte proportion de chocs électroniques. Il semble bien que les mésons $\pi$, au moins les $\pi$ neutres, doivent avoir une vie très courte, de l'ordre de $10^{-14}$ secondes.

Les observations dans les plaques photographiques montrent parfois, associés dans les étoiles de grande énergie avec les trajectoires des protons, des faisceaux étroits de particules de très grande vitesse, dites relativistes, contenant essentiellement des mésons. Ce sont eux qui par leur décomposition et leurs chocs viendront ensuite constituer la composante électronique qui est absente du phénomène nucléaire direct. Mais l'observation la plus probante peut-être a été faite tout récemment par MARSCHACK et son école, à l'aide d'un bloc de vingt plaques photographiques à émulsion épaisse (100 $\mu$), séparés par des plaques de cuivre de 3 mm. Dans la septième plaque à partir du haut a eu lieu un choc nucléaire d'une extrême violence, provoqué par un élément corpusculaire dirigé à 60° de la verticale. Il donne lieu à un faisceau initial de quinze particules serrées, et 21 de diffusion vingt fois plus forte. Puis plus loin, vers la douzième plaque on voit quinze faisceaux électroniques dont l'examen conduit à évaluer l'énergie à $2{,}10^{11}$ électrons volts chacun, soit $3{,}10^{12}$ au total. Un méson neutre doit s'être décomposé après 2,5 cm de parcours, donnant deux faisceaux de deux dix millièmes de radian d'écartement, d'énergie évaluée à $10^{12}$ chacun, ce qui, tenu compte de la relativité, donnerait une durée de vie de $10^{-14}$ au méson. Un autre méson neutre donne des résultats voisins. Au total, l'évaluation de l'énergie conduit à près de $10^{14}$ électrons volts.

Il semble bien qu'il y ait là une confirmation éclatante de la valeur extrêmement élevée de l'énergie des grandes gerbes, car ce phénomène nucléaire est forcément l'origine d'une gerbe cascade de $10^{14}$ ev. qui se développe dans sa descente à travers l'atmosphère. Il est clair aussi qu'un certain nombre de mésons $\mu$ vont se trouver mêlés aux électrons, comme l'expérience l'exige d'ailleurs. Etant donné le très faible écart angulaire des faisceaux initiaux, la gerbe va se constituer comme une distribution régulière autour d'une direction centrale, le centre de la gerbe ne dépassant pas quelques mètres de diamètre.

Je m'en voudrais d'insister plus longtemps sur les détails de ce phénomène des grandes gerbes qui n'est, je le répète, qu'un des rameaux de la branche scientifique nouvelle des rayons cosmiques. Il présente le caractère très moderne de battre un record, un record mondial, et de devoir le tenir sans doute pour longtemps: celui de l'énergie. Il impose ainsi à toute théorie de l'origine des rayons cosmiques une sérieuse épreuve. Les théories de désintégration d'atomes lourds ne tiennent pas. Certains auteurs avaient été jusqu'à proposer l'existence d'une antimatière, composée de protons négatifs et d'électrons positifs: des granules macroscopiques de cette matière, comme les parcelles de fer ou de pierre qui constituent les étoiles filantes, arrivant dans l'atmosphère subiraient soudain l'annihilation de tous leurs atomes simultanément. Mais cette théorie elle-même ne tient pas devant la preuve fournie par MARSCHACK,

que la grande gerbe prend naissance dans un choc nucléaire isolé. Il ne reste guère que les théories de l'accélération des particules dans des champs magnétiques variables comme ceux des taches solaires.

Mais il est probable que nous n'attendrons plus longtemps la solution de ce problème particulier et que nous nous tournerons aussitôt vers d'autres qui surgiront en foule puisqu'il est reconnu que l'avancement des sciences accélère régulièrement son mouvement depuis deux siècles. Il y a une vertu dans cette accélération, celle de pallier à l'ennui de vieillir, puisque chaque année apporte une plus riche moisson de nouveautés, mais cela a aussi quelque chose de vertigineux. Si l'on contemple le chemin parcouru depuis cinquante ans, on constate qu'il est au moins équivalent à celui parcouru pendant le siècle précédent. Doublant encore, les 25 années qui viennent doivent donner autant, ainsi que les douze années suivantes, et ainsi de suite. L'an 2000 ne serait alors atteint qu'asymptotiquement, et dans une fièvre toujours montante. Mais on peut espérer que les hommes auront assez d'esprit pour éviter cette catastrophe et sauront se tourner à temps vers d'autres problèmes, non aussi scientifiques, mais qui attendent toujours leur solution: la stabilité économique, la paix. C'est le souhait que je forme pour la nouvelle génération, celle qui verra se lever l'aube du XXI$^{e}$ siècle.

# Zum Problem der menschlichen Stammesgeschichte

Von

J. Kälin (Freiburg)

Der Aufstieg der Naturwissenschaften seit Beginn des vorigen Jahrhunderts ist in hohem Maße mitbedingt durch den Entwicklungsgedanken. Seine Überzeugungskraft liegt in der Fülle und Vielschichtigkeit der Sachverhalte, welche durch das Evolutionsprinzip einer einheitlichen Deutung erschlossen werden, und sein heuristischer Wert wird immer wieder durch neue Dokumente der Paläontologie bestätigt. Das gilt auch für die Stammesgeschichte des Menschen.

Seit dem Erscheinen der «Evidence as to Man's Place in Nature» von Thomas Henry Huxley im Jahre 1863 herrscht in der Evolutionsforschung die fast einhellige Meinung, daß die prähominide Evolutionslinie eine Formstufe *im allgemeinen Rahmen primitiver Catarrhinen*, d.h. niederer Altweltaffen, durchlaufen habe. Aber die konkreten Vorstellungen über weitere Etappen der vormenschlich- und innermenschlich-evolutiven Prozesse haben sich gewandelt. Ursache dieser veränderten Situation sind nicht nur neue paläontologische Funde. Diese Dokumente, aber auch die fortschreitende Abklärung methodologischer Prinzipien, die allgemeinen Ergebnisse der stammesgeschichtlichen Forschung und «last but not least» die großen Fortschritte der Genetik haben das Problem der Menschwerdung in neue Perspektiven gerückt. Durch die Fülle der Tatsachen, welche sich in der Zoologie der evolutiven Deutung darboten, wurden lange Zeit Verallgemeinerungen und Formulierungen von sogenannten «Entwicklungsgesetzen» begünstigt, welche heute zu einem großen Teil überwunden sind. Für ein generalisiertes Bild der Evolution ist heute der Ausdruck «Stammbaum» in der Zoologie nicht mehr zutreffend: es handelt sich vielmehr um ein System phyletischer Beziehungen in Form zusammenhängender und gestaffelter Strauchwerke verschiedener Größenordnung.

Eine erste Forderung in der Rekonstruktion stammesgeschichtlicher Zusammenhänge ist es, mit Hilfe der Korrelationsregel im Rahmen des Möglichen das Ganze der betreffenden Lebensformen zu berücksichtigen, und zwar in der Gesamtheit ontogenetischer Stadien (zu denen als letztes die Adultform gehört). Denn ein konkretes Abstammungsverhältnis betrifft ja stets den totalen Umfang der Individualgeschichte. Aber phyletische Verwandtschaft kann auch nicht nach summenhaften Ähnlich-

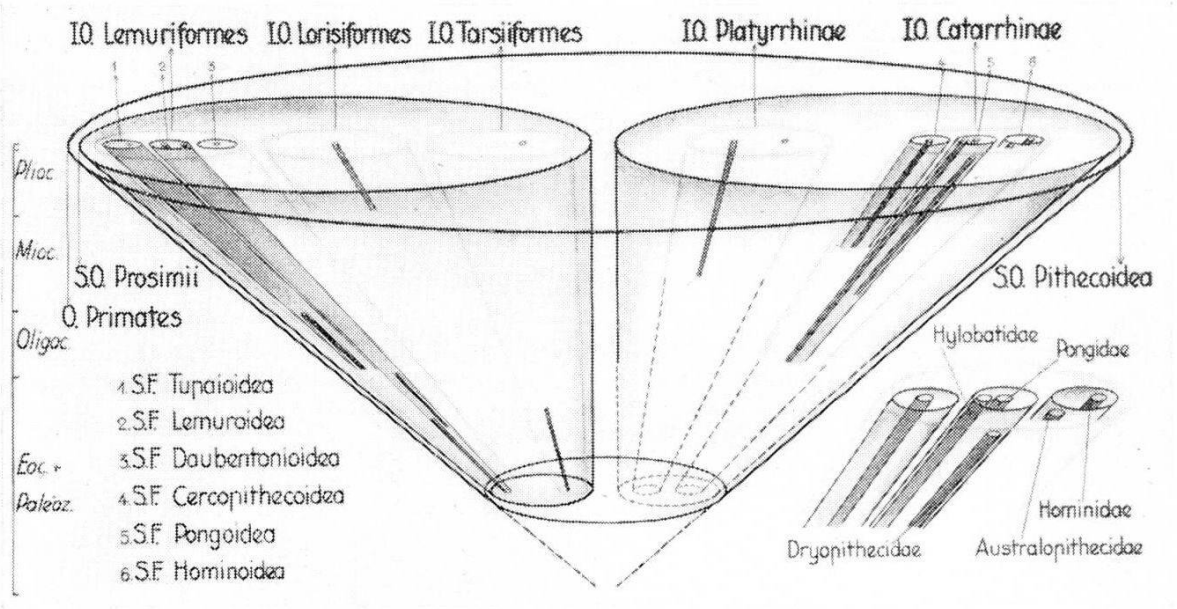
keitsgraden abgezählt werden. Vielmehr verlangt jede Eigenschaft im Gefüge des Ganzen eine differenzierte evolutive Bewertung. Die Wertigkeit der Merkmale bezieht sich dabei stets auf den Typus einer systematischen Kategorie, der die Bedeutung einer Stammgruppe zukommt. Im Hinblick auf eine bestimmte Stammgruppe können wir *typophäne*, d.h. in ihrem morphologischen Typus verankerte, und *atypophäne*, also abgeleitete Eigenschaften, feststellen. Die atypophänen Eigenschaften gliedern sich wieder in Merkmale der Einpassung in einen bestimmten Lebensraum: die *Spezialisationen* sensu stricto sowie in Zeichen einer Steigerung der allgemeinen Organisationshöhe im Sinne der *Elevation* von FRANZ[1]. Sehr augenfällig sind z. B. bei primären Landwirbeltieren die verschiedenen Spezialisationen der Extremitäten im Übergang zum Wasserleben (Plesiosaurier, Ichthyosaurier, Cetaceen, Pinnipedier usw.). Die Elevation kann auch als «Allgemeinanpassung» bezeichnet werden. Sie äußert sich in einer raumzeitlichen Erweiterung der ökologischen Entfaltungskraft. (Ein evidentes Beispiel der Elevation ist die Erwerbung der Homoiothermie mit der geographischen Ausbreitung durch die so gewonnene Unabhängigkeit von der Außentemperatur.) Die Elevation ist in verschiedenen Ordnungen der Säugetiere durch die Cerebralisation besonders auffällig geworden. Diese äußert sich in erster Linie als eine relative Zunahme des Gehirnes, insbesondere des Großhirn-Mantels. Wie PORTMANN (1948) und WIRZ (1950) gezeigt haben, wird sie am besten erfaßt durch das Massenverhältnis des als Neopallium bezeichneten Teils vom Großhirnmantel im Vergleich zu jener fiktiven Größe des sog. Stammrestes, welche dieser bei primitiven Säugern, etwa den Insectivoren, bei gleicher Körpergröße haben würde. So gelangt man nach WIRZ zu einem «Neopalliumindex» von 49 für die Pongiden (*Ponginae* SIMPSONS) gegenüber 170 für den *rezenten* Menschen. (Beim «Totalhirnindex» betragen die entsprechenden Werte 66 bzw. 214.)

Alles phyletische Werden beruht auf Änderungen der Ontogenese einer Stammform. Die Ontogenese schafft, sich wiederholend und ändernd, die Phylogenese. Daher können die verschiedensten Stadien der Individualgeschichte betroffen werden. In diesem Zusammenhang unterscheiden wir verschiedene Modi der Evolution: Prolongation (Anfügen von Endstadien), Deviation (Änderung von Durchgangsstadien), Acceleration (Beschleunigung), Retardation (Verlangsamung) und Abbreviation (Verlust von Stadien) der Ontogenese. Soweit die Evolution sich in der Adultform auswirkt, handelt es sich um Eigenschaften, die im Vergleich zu einer Stammform überhaupt neu sind oder in ihr auf juvenilem oder fetalem Stadium verwirklicht waren. Im ersten Fall sprechen wir von Gerontomorphose, während im zweiten Fall in Anlehnung an DE BEER, aber in etwas erweitertem Sinne von einer Pädomorphose die Rede ist. Ein und derselbe Formteil kann gleichzeitig Gegenstand verschiedener evolutiver Modi sein. So ist die pädomorphotische Gestalt

[1] Systematik und Phylogenie der Tiere in: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, 1931 (Urban und Schwarzenberg).

des menschlichen Schädels als kombinative Wirkung von Prolongation, Abbreviation, Acceleration und Retardation deutbar.

Stammesgeschichte beruht wesentlich auf der Deutung morphologischer Beziehungen. Diese betreffen letztlich immer den abgestuften Vergleich von Typen, d. h. von Grundformen bestimmter systematischer Kategorien. (Über die Methodik des morphologischen Vergleichs, in dessen Zentrum der Begriff der *typusbezogenen* Homologie steht, siehe KÄLIN[1] [1948]). Es handelt sich hier zunächst um die als Subordination und Koordination sich auswirkenden typologischen Beziehungen, welche z. B. im Rahmen der Primaten in Berücksichtigung des Zeitfaktors zweckmäßig durch Trichterflächen dargestellt werden (Fig. 1). Die Erweiterung der Trichter in Annäherung an die Gegenwart gibt




Figur 1
Schema der typologischen Beziehungen der Primaten im raum-zeitlichen Zusammenhang

in sehr schematischer Weise an, wie innerhalb des betreffenden Typus die Formenmannigfaltigkeit zunimmt. Die evolutiven Beziehungen, welche aus einem solchen typologischen Schema unmittelbar ablesbar sind, betreffen nur die zeitliche Folge, in welcher diese oder jene Kategorie schrittweise aus ihr selbst übergeordneten Kategorien hervorgegangen ist. Über die phyletischen Beziehungen irgendeiner Kategorie zu koordinierten Gruppen oder subordinierten Kategorien der letzteren sagt die evolutive Deutung des Schema an sich nichts aus. Das dem Schema zugrunde liegende System unterscheidet sich von demjenigen, welches SIMPSON (1945) publiziert hat, hinsichtlich der Catarrhinen vor allem durch die Rangerhöhung der SIMPSONschen Familie der *Pongidae*

[1] Die Homologie als Ausdruck ganzheitlicher Baupläne von Typen. Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles, Fribourg 1945.

und ihrer Unterfamilien, sowie deren Ausgliederung aus der Superfamilie der *Hominoidea* mit Ausnahme der *Australopithecus*-Gruppe, die also hier wie dort als Familie *Australopithecidae* bzw. Subfamilie *Australopithecinae* innerhalb der Superfamilie *Hominoidea* belassen wird.

Nach der seit langem vorherrschenden Meinung würde die vormenschliche Evolutionslinie nach Überwindung des Stadium der Protocatarrhinen über eine Formstufe führen, die einem mehr oder weniger generalisierten Bild unserer *Pongiden* (Gorilla, Schimpanse, Orang) und der *Hylobatiden* (Gibbon, Siamang) entsprach. Diese «*Anthropoidentheorie*» der Menschwerdung erscheint wieder in verschiedenen Varianten, je nachdem eine frühere oder spätere Abgliederung vom Stock der «Anthropoiden» oder – systematisch korrekter – der *Pongoidea* angenommen wird. Nach GREGORY (1927) wäre die prähominide Evolutionslinie aus der schon im Miozän in starker Formenradiation auftretenden Gruppe der *Dryopitheciden* ausgegliedert worden, während WEINERT besonders enge Beziehungen zur Schimpanse-Gorilla-Gruppe annimmt. WEIDENREICH (1943) gelangt zum Schluß, daß die Vorstufen der Hominiden schon *vor* der Differenzierung der *Dryopithecus*-Formen aus den Pongoidea abgezweigt seien. Indessen ist bereits 1921 der französische Paläontologe MARCELIN BOULE zur Anschauung gelangt, daß der Eigenweg der Menschwerdung bis zum Wurzelstock der Protocatarrhinen zurückgreife, und der vor kurzem verstorbene Paläontologe BROOM ist im Zusammenhang mit der Bearbeitung der *Australopitheciden* zu wesentlich übereinstimmenden Anschauungen gelangt. Der ehemals führende amerikanische Paläontologe OSBORN hat seit 1927 in einer Reihe von Publikationen mit allerdings zum Teil überspitzten Worten die Formulierungen der «Ape-Human-Theorie» abgelehnt, und in neuerer Zeit mehren sich die Bedenken gegen die «klassischen» Varianten der Anthropoidentheorie. Sie betreffen Sachverhalte an rezentem wie an paläontologischem Material, auf welche in den letzten Jahren z. T. auch STRAUS (1949), BROOM (1950), LE GROS CLARK (1950) und HEBERER (1951) verwiesen haben.

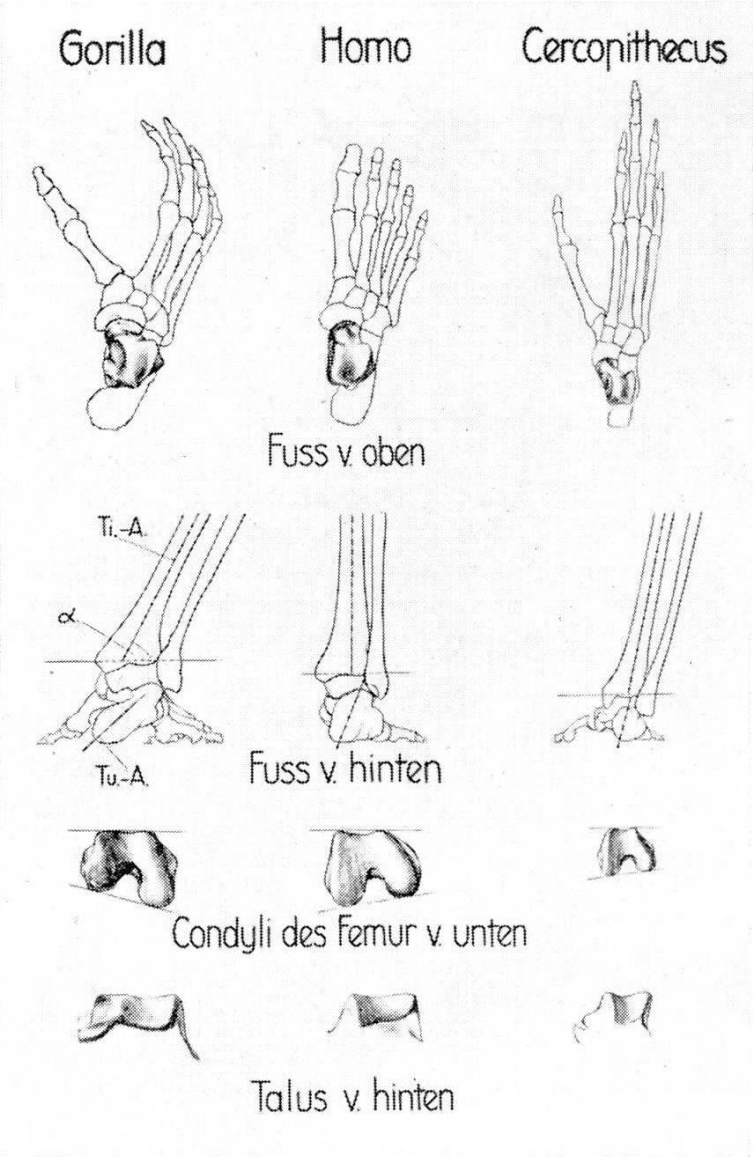
Besonderes Interesse beanspruchen in diesem Zusammenhang die Extremitäten. Wenn die Anthropoidentheorie zu Recht besteht, müssen die menschlichen Extremitäten aus anatomischen Verhältnissen ableitbar sein, welche als Spezialisation für das Stemmgreifklettern und das Schwingklettern, den «brachiating type» der Lokomotion unserer Großaffen, ihre volle Ausprägung erfahren haben. GREGORY (1927), KEITH (1923), MORTON (1926) u. a. erblicken in der Form des sog. Greiffußes der Anthropoiden die Vorstufe des Menschenfußes. Nach GREGORY ist «the human foot essentially an anthropoid foot with its great toe brought parallel with the others».

Für eine korrekte evolutive Bewertung des Fußes müssen wir im Prinzip alle anatomischen Verhältnisse, welche mit dem Fuß in engerer funktioneller Beziehung stehen, also die ganze Extremität, berücksichtigen. Diese wird aber durch den Begriff des Greiffußes nur in sehr unvollkommener Weise charakterisiert. Vielmehr sind hier konstruktive

Züge für die Greiffunktion kombiniert mit Sonderheiten, durch welche beim Klettern der Rumpf aufwärts gestemmt wird: Es ist eine Stemmgreifextremität. Demgegenüber entspricht die hintere Extremität des Menschen der Konstruktion eines orthograden Stand- und Schreitbeines für Bipedie mit Genu-valgum-Stellung. Zu den wesentlichen Konstruktionszügen der Stemmgreifextremität gehört die Genu-varum-Stellung mit Abduktion und Flexion sowie Außenkreiselung im Hüftgelenk und permanenter Flexion im Knie. Es ist quasi eine «Hockstellung», die bei der terrestrischen Lokomotion wie beim Stehen (und zwar in beiden Fällen, in quadrupeder und in bipeder Haltung) beibehalten wird. Dabei wirkt im Fuß eine horizontale Druckkomponente nach innen, d. h. mediad; sie muß zu einem beträchtlichen Teil von der abduzierten Großzehe aufgefangen werden. Diese Notwendigkeit der Abduktion der Großzehe ergibt sich besonders deutlich aus Zeitlupenfilmen und Fußabdrücken, welche durch Gehversuche auf mit Florpapier belegter Lehmunterlage gewonnen werden (KÄLIN, 1948). Gegenüber den menschlichen Verhältnissen ist die Divergenz der evolutiven Differenzierung bei den Anthropoiden außerdem in folgenden Punkten besonders wichtig: Fehlen eines sog. Längsgewölbes mit der dabei kennzeichnenden proximalen Überlagerung der äußeren Reihe von Fußwurzelknochen über die innere Reihe, mediodistad orientierte Diarthrose des LEBOUCQschen Gelenkes für die Großzehe an Stelle der menschlichen Amphiarthrose, flachere Stellung der Facies malleolaris tibialis am Talus, geringere Neigung des Hauptdurchmessers an der Gelenkfläche vom Kopf des Talus (facies articularis navicularis), starke Neigung der Tuber-Achse am Calcaneus, condylusartige Bildung im Bereich der Facies articularis talaris proximalis am Calcaneus, distaler Diaphysenwinkel der Tibia viel kleiner als 90°, stärkere Ausbildung des medialen Condylus am Femur im Vergleich zum lateralen Condylus, partielle Homologie und Tendenz zur Rudimentierung des Musculus quadratus plantae, Verhinderung der Extension in Hüft- und Kniegelenk durch passive Insuffizienz der Flexoren. Sehr groß ist die Divergenz der Beckenkonstruktion. Bei den Anthropoiden wird das Becken in der Aufrichtung des Körpers als Ganzes um den Oberschenkelkopf gedreht. Dagegen zeigt der ventrale Beckenteil des Menschen auch in orthograder Körperhaltung die Orientierung quadrupeder Säugetiere, während der dorsale Teil vergleichsweise nach hinten umgebogen und cranio-caudal komprimiert erscheint.

Ein besonderes Interesse beansprucht in diesem Zusammenhang der Fuß des Berggorilla, *Gorilla beringei* MATSCHIE. Nach GREGORY (1927) würde der Berggorilla die Evolution des Menschenfußes aus dem Fuß der Anthropoiden besonders deutlich machen. GREGORY stützt sich in diesem Zusammenhang vor allem auf einen Gipsabguß, der von AKELEY stammt und bei welchem die Großzehe in völlig adduziertem Zustand wiedergegeben ist. Ich habe am *Musée du Congo Belge* an einem umfangreichen Material des Berggorillas aus der *Forêt de Sibatwa* (westlich vom Tanganjika-See) feststellen können, daß auch hier alle konstruktiven Züge der Stemmgreifextremität vorliegen. Daneben gibt es allerdings

gewisse Angleichungen an hominide Zustände, auf welche namentlich SCHULTZ (1926; 1930) aufmerksam gemacht hat. Sie betreffen aber nicht den Übergang zur Bipedie, sondern hängen mit der Anpassung an die quadruped-terrestrische Lokomotion zusammen. Es handelt sich um die besondere Kürze der Arme, den Stellungswinkel des LEBOUCQ-schen Gelenkes, die Entfernung der Distalpunkte der Cuneiformia I und II



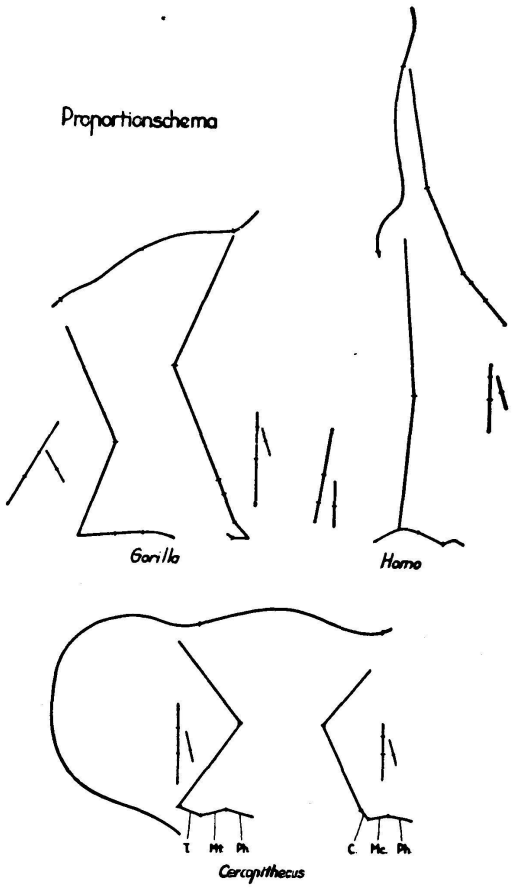

Figur 2

Fuß, Condylen des Femur und Talus von *Gorilla*, *Homo* und *Cercopithecus*. Bezeichnungen: Ti-A = Tibia-Achse, Tu-A = Tuber-Achse, $\alpha$ = distaler Diaphysenwinkel der Tibia

und die etwas größere Länge und Stärke des ersten Strahles am Fuß sowie gewisse Eigentümlichkeiten der Weichteile.

Der Versuch einer evolutiven Bewertung der verglichenen Extremitäten zeigt eine eigentümliche Situation. Bei jenen Eigenschaften, wel-

che nicht deutlich die progressive Evolution zur Bipedie veranschaulichen, stehen nämlich beim Menschen Merkmale im Vordergrund, welche im Hinblick auf den *Catarrhinen-Typus* als typophän oder doch typusnäher zu bewerten sind und in weitem Umfang an die Verhältnisse niederer Altweltaffen erinnern. Dahin gehören: die Größe des distalen Diaphysenwinkels, die Steilstellung der Facies malleolaris tibialis, die geringere Außenrollung im Hüftgelenk, die stär-




Figur 3

Proportionsschema von *Gorilla*, *Homo* und *Cercopithecus*. Bezeichnungen bei *Cercopithecus:* C = Carpus, Mc = Metacarpus, Ph = Phalangen, T = Tarsus, Mt = Metatarsus

kere Ausbildung des Condylus medialis am Femur im Vergleich zum lateralen Condylus mit der Divergenz der Condylen-Tangenten in mediader Richtung, die geringere Neigung der Tuber-Achse am Fersenbein, die Proportionen der Cuneiformia I–III sowie des Naviculare tarsi (Fig. 2). Bezeichnenderweise übertrifft beim Menschen wie bei den primitiven Catarrhinen die Länge der hinteren Extremitäten jene der vorderen während bei den *Pongoidea* die Proportionen umgekehrt sind. Und es hängt nicht nur mit der Gewohnheitsbildung des Tieres zusammen, sondern ist in anatomischen Sachverhalten begründet, wenn bei den Pongiden die Dorsalseiten der (meist basalen) Phalangen der Hand in der quadrupeden Stellung aufgestützt werden, während beim mensch-

lichen Kleinkind in der entsprechenden Haltung wie bei den *Cercopithecoidea* die Volarfläche der Hand auf der Unterlage ruht (Fig. 3). Dasselbe gilt für die Hylobatiden, welche trotz ihrer zum Teil extremen Spezialisation gewisse primitive Züge der Catarrhinen bewahrt haben, welche bei den Pongiden verschwunden sind. Diese Verhältnisse scheinen anzudeuten, daß die eigentliche Vorstufe der menschlichen Extremitäten nicht dem Typus stemmgreifkletternder «Anthropoiden» entsprach, sondern einer urtypischen Form des kletternden Primatenfußes näher stand.

Die Konstruktion der menschlichen Stand- und Schreitextremität gehört zu den unentbehrlichen Voraussetzungen unserer aufrechten Körperhaltung. Ohne den Erwerb dieser Haltung im Stehen wie im Gehen, mit den vom Tragen der Körperlast befreiten Armen und Händen, wäre aber die dem Menschen eigene Lebensform nicht denkbar. Auch der Bau von Fuß und Bein gehört also zu jenen biologischen Sonderheiten, welche wie die Gesetzlichkeiten unseres Körperwachstums, der Schädelbau, die Gehirnentwicklung usw. ein einheitliches Korrelat bilden zur Eigenart menschlicher Umweltbezogenheit.

Biologisch ist diese Umweltbezogenheit vor allem gekennzeichnet durch die Auflockerung des Gefüges zwischen dem Organismus und seiner Umwelt. Diese Auflockerung der Umweltbezüge beruht auf einer Verhaltensweise, deren Sinn weit außerhalb der Ebene des nur Biologisch-Zweckmäßigen liegt; sie sprengt den Rahmen von Normen, die allein aus der Sphäre des Triebhaft-Instinktmäßigen bestimmt würden. Hieraus ergibt sich jene Umweltoffenheit des Menschen, die ihm erlaubt, in stetem Gegendruck zum Druck der Gefühlssphäre nach Maßgabe von Werturteilen die Faktoren seiner Umwelt zu wählen, auszuschalten oder umzugestalten. So baut sich der Mensch aus den Faktoren seines Lebensraumes die Wertfülle seiner Kulturwelten. Diese Umweltoffenheit und Freiheit des Verhaltens verschafft dem Menschen eine beispiellose Überlegenheit in der Überwindung ökologischer Schranken und in der Sicherungsmöglichkeit seiner biologischen Existenz. Diese Situation erlaubt uns, alle sonderheitlichen morphologischen Korrelate der menschlichen Umweltbezogenheit unter den Begriff der Elevation zu stellen.

In der folgenden Tabelle werden die wichtigsten Unterschiede des Pongiden-Typus und des Homo-sapiens-Typus nach verschiedenen Merkmalskategorien einander gegenübergestellt. In der Kolonne der Bewertung bedeutet «e» Elevation, das Zeichen «o» den typophänen oder typusnäheren Zustand in Bezug auf den Typus der Catarrhinen; «s» gibt die auffallenden Spezialisationen der Pongiden an.

Immer wieder hat man versucht, die menschliche Elevation im einzelnen oder im ganzen durch die sekundäre Aufrichtung in der Stammesgeschichte kausal zu erklären. Das ist z. B. für den Schädel durch Weidenreich geschehen. Aber alle Versuche, aus dem wirklichen oder vermeintlichen Nacheinander evolutiver Prozesse den für die Menschwerdung *entscheidenden* Kausalnexus zu konstruieren, können der Tiefe des Problemes nicht gerecht werden. Zwar darf erwartet werden,

| Pongiden-Typus | Bewertung | Homo-sapiens-Typus | Bewertung |
|---|---|---|---|
| *I. Cerebralisation* | | *I. Cerebralisation* | |
| Totalhirn-Index: mittelwertig: 66,1 (Cerc. 52,3) | o | Totalhirn-Index: extrem hoch: 214 | e |
| Neopallium-Index: relativ hoch: 49 (Cerc. 38,3) | o | Neopallium-Index: extrem hoch: 170 | e |
| Rhinencephalon-Index: sehr niedrig: 0,037 (Cerc. 0,229) | s | Rhinencephalon-Index: 0,229 | o |
| Stammhirn-Index: relativ sehr niedrig: 4,47 (Cerc. 5,12) | | Stammhirn-Index: relativ niedrig: 10 | |
| *II. Wachstumsgesetzlichkeiten* | | *II. Wachstumsgesetzlichkeiten* | |
| keine auffallende Verlangsamung des Wachstums | o | starke Verlangsamung des Wachstums nach 1. postfet. Jahr | e |
| Wachstumsrate relativ hoch: Geburtsgewicht 1,2–2 kg | o | Wachstumsrate bis 1 Jahr nach Geburt extrem intens.: Geburtsgewicht 3,2 kg | e |
| kein besond. Pub.-Wachstum | o | gesteigertes Pub.-Wachstum | e |
| Abschluß des Wachstums: 9.–11. Jahr (Cerc. 7. Jahr) | o | Abschluß des Wachstums: 20. Jahr | e |
| Geschlechtsreife: 5.–10. Jahr (Mak. 4.–5. Jahr) | o | Geschlechtsreife: 13.–15. Jahr | e |
| ohne sonderheitl. Wachstum der unteren Extremitäten | o | Längenwachstum der unteren Extremitäten postfetal stark intensiviert | e |
| definitive Größenordnung des Gehirns ab 3. Jahr (Mak. 2. Jahr) | o | definitive Größenordnung des Gehirns ab 6. Jahr | e |
| Zahnwechsel zwischen Etappen der Z'vermehrg. eingesch. | o | Gesamter Zahnwechsel zw. Durchbruch v. 1. u. 2. Mol. | e |
| Durchbruch der 2. Dentition 3.–11. Jahr (Mak. 2.–7. Jahr) | o | Durchbruch der 2. Dentition 7.–20. Jahr | e |
| Durchbruch der 1. Dentition 3.–13. Monat (Mak. 1.–6. Monat) | o | Durchbruch der 1. Dentition 8.–28. Monat | e |
| Längenwachst. d. alveol. Kiefer-Reg. m. Z'w. intensiviert | s | Längenwachst. d. alveol. Kiefer-Reg. m. Z'w. abgeschl. | o |
| *III. Gebiß* | | *III. Gebiß* | |
| Caninusgruppe heteromorph unterer Pm 1 stark an C angeglichen; Innenhöcker fehlend oder rudimentär | s | Caninusgruppe homomorph unterer Pm 1 nicht an C angeglichen; mit starkem Innenhöcker | |
| Incisiven klinostatisch mit Diastema | | Incisiven orthostatisch ohne Diastema | |
| unt. dPm 1 1 Haupthöcker (+ rudim. Nebenhöcker) | s | unt. dPm 1 4–5 Höcker | o |
| Zahnbogen U-förmig, lang | s | Zahnbogenschenkel im Unterkiefer stark diverg., kurz | o |

| Pongiden-Typus | Bewertung | Homo-sapiens-Typus | Bewertung |
|---|---|---|---|
| *IV. Konstruktion der Extrem.* | | *IV. Konstruktion des Extrem.* | |
| Normalstellung genu-varum mit Flexion im Knie | s | Normalstellung genu-valgum mit Extension im Knie | e |
| Großzehe in Normalstellung stark abduziert | o | Großzehe in Normalstellung adduziert | e |
| Leboucqsches Gelenk mediodistade Diarthrose | o | Leboucqsches Gelenk distade Amphiarthrose | e |
| Facies malleolaris tibialis flacher | s | Facies malleoli tibialis steiler | o |
| Tuber-Achse stark geneigt | s | Tuber-Achse wenig geneigt | o |
| Condylen-Tangenten am Femur mediad divergierend | s | Condylen-Tangenten am Femur laterad divergierend | |
| distaler Diaphysenw. $< 90^o$ | s | distaler Diaphysenw. ca. $90^o$ | o |
| Musculus quadratus plantae ohne Caput mediale; rudimentär | s | Musculus quadratus plantae mit Caput mediale | o |
| Cuneiformia und Naviculare relativ kürzer | s | Cuneiformia und Naviculare relativ länger | o |
| Hand in quadrup. Stellung dorsal auf Phalangen gest. | s | Hand in quadrup. Stellg. auf Volarfläche gest. (Kleinkind) | o |
| *V. Schädelform* | | *V. Schädelform* | |
| Hirnsch. < Gesichtsschädel | o | Hirnsch. > Gesichtsschädel | e |
| Supraorbitalhöhen-Index: niedrig | o | Supraorbitalhöhen-Index: hoch | e |
| starke Totalprognathie | o | schwache Totalprognathie | e |
| größte Br. in Geg. d. Jochbog. | o | größte Br. oberh. d. Jochbog. | e |
| geringe Basiskyphose | o | starke Basiskyphose | e |
| Orbita kaum v. Gehirn bedeckt | o | Orbita vom Gehirn bedeckt | e |
| Ala parva wenig abgesetzt | o | Ala parva stark abgesetzt | e |
| früher Nahtverschluß | s | später Nahtverschluß | o |
| Jochbog. relativ z. Orbita tief | o | Jochbog. relativ z. Orbita hoch | e |
| Inion hochliegend | o | Inion tiefliegend | e |
| For. magnum «hinterständig» | o | For. magnum «unterständig» | e |
| Nuchalplatte relativ steil gestellt | o | Nuchalplatte relativ flach gestellt | e |
| Winkel zwischen Clivusachse und Gaumenachse groß | o | Winkel zwischen Clivusachse und Gaumenachse kleiner | e |
| mit Proc. postglenoidalis | | ohne Proc. postglenoidalis | |
| Fossa mandibularis ohne Pars tympanica | o | Fossa mandibularis mit Pars tympanica | e |

| Pongiden-Typus | Bewertung | Homo-sapiens-Typus | Bewertung |
|---|---|---|---|
| *VI. Extremitäten-Indices* | | *VI. Extremitäten-Indices* | |
| Intermembral-Index M > 130 (136,5–170 S) (Cerc. 110 S +) | s | Intermembral-Index M < 90 (88 S) | o |
| Intermembral-Index Skelett M > 110 (112–144 S) (Cerc. 89 S +) | s | Intermembral-Index Skelett M < 80 (71 S) * | o |
| Totallängen-Index Extremitäten M > 100 (105,5 bis 122 KMo) (Cerc. 78 Mo +) | s | Totallängen-Index Extremitäten M < 80 (72,5 Mo) * | o |
| r. Beinlänge < 180 (154–173 KS) | o | r. Beinlänge > 200 (207 S) | e |
| r. Oberarmlänge M 65–78 (KMoS) (Cerc. 42 MoS +) | s | r. Oberarmlänge M 64 (S) | o |
| r. Unterarmlänge M 57–76 (KMoS) (Cerc. 42 MoS +) | s | r. Unterarmlänge M 53 (S) | o |
| r. Handlänge M 40–59 (KMoS) (Cerc. 28 MoS +) | s | r. Handlänge M 37 (S) | o |
| r. Oberschenkellänge M 59–68 (KMoS) (Cerc. 49 Mo) | o | r. Oberschenkellänge M 86 (S) | e |
| r. Unterschenkellänge M 46–54 (KMoS) (Cerc. 47 Mo) | o | r. Unterschenkellänge M 73 (S) | e |
| r. Fußlänge M 45–68 (KMoS) (Cerc. 44 MoS +) | | r. Fußlänge M 49 (S) | |

Bei den Extremitäten-Indices bedeutet M = Mittelwerte; die Autoren, aus deren Angaben die Ziffern übernommen oder errechnet wurden, sind hinter den letzteren in folgender Weise angegeben: Mo = Mollison, S = Schultz, K = Kälin. In der Kolonne der Pongiden sind auch Werte für Cercopitheciden angegeben (Cerc.). Das Zeichen + betrifft Mittelwerte, deren jeder aus verschiedenen Arten zusammen gewonnen wurde. Die Angaben für die Hominiden beziehen sich, mit Ausnahme der mit * versehenen Ziffern (ausschließlich Europide), auf verschiedene Rassengruppen.

daß hier durch die Genetik ein etwas tieferes Eindringen in das «Wie» des stammesgeschichtlichen Werdens möglich sei. Aber wir dürfen nicht vergessen, daß die chromosomale Erbgarnitur des Genomes nur ein Teil jenes raumzeitlichen Systems von Faktoren ist, mittels welcher der harmonische Gesamtablauf der Ontogenese gesteuert wird.

Die Punkte, in denen der Mensch sich im Rahmen der Catarrhinen typophän oder typusnäher verhält im Verein mit der Divergenz zwischen den Spezialisationen der Anthropoiden und den Merkmalen der menschlichen Elevation, deuten an, daß die gemeinsame Wurzelgruppe der *Hominoidea* und der *Pongoidea* viele Züge entbehrte, welche für die letzteren kennzeichnend sind. Eine solche Wurzelgruppe dennoch unter den Begriff der «Anthropoiden» zu stellen, ist kaum gerechtfertigt.

Die Auffassung, daß die Entstehung wesentlicher Merkmalskombinationen der menschlichen Gestalt zeitlich viel weiter in prähominide Zustände zurückgreift, als man früher glaubte, wird auch durch die paläontologischen Dokumente bestätigt.

Werfen wir zunächst einen Blick auf die fossilen Hominiden! Sie erlauben uns, trotz vermittelnder Stellung mancher Funde drei Haupttypen zu unterscheiden, denen die meisten Dokumente gruppenmäßig eindeutig zugeordnet sind. Angeordnet im Sinne abnehmender Ähnlichkeit mit den Pongiden, handelt es sich um 1. die *Archaeanthropi*, 2. die *Palaeanthropi*, 3. die *Neanthropi* (Pithecanthropus-Gruppe, Neandertaler-Gruppe und «Sapiens»-Gruppe), aber die Meinung, daß es sich in dieser Reihe um den Ausdruck einer geradlinigen Evolution handle, ist längst erschüttert.

Am meisten von modernen Menschenrassen abweichend sind die *Pithecanthropus*-Formen aus der *Trinil-* und *Djetis*-Stufe vom mittleren und unteren Pleistozän auf Java. Zur Hauptsache handelt es sich um *Pithecanthropus erectus*. Seine mittlere Kapazität des Gehirnes beträgt zirka 880 ccm. Im Vergleich zum «*Sapiens*»-Typus fällt bei den *Pithecanthropus*-Formen vor allem auf: die Flachheit der Stirn, die gewaltigen Tori supraorbitales (Oberaugenbrauenwülste), die geringe Kapazität (Volumen der Schädelhöhle), die relative Größe des Gesichtsteils, die Massigkeit der Kiefer, die sog. «Zeltform» des Schädels mit der größten Breite in der Gegend der Jochbogen, die hohe Lage des hinteren Schädelpols, die Konfiguration der Felsenbeinpyramide usw. (Charakteristisch ist ferner die große Dicke der Schädelknochen, der flache Verlauf der Sutura squamosa, der eigentümliche Knochenwulst im Bereich der Pfeilnaht wie jener in der Hinterhauptsgegend, das Fehlen der als Fossa canina bezeichneten Einsenkung des Gesichts unter den Augenhöhlen, das Fehlen des Kinnes usw.) Die Angleichung an Zustände der Pongiden beruht vor allem auf Merkmalen, die entwicklungsmechanisch durch das Verhältnis der Wachstumsintensitäten von Gehirn- und Gesichtsteil bedingt werden. Das früher als «Schädel Nr. 4» bezeichnete Dokument zeichnet sich aus durch den gestreckten Verlauf der Zahnbogenschenkel, die außerordentliche Massigkeit und die Lücke vor dem oberen Eckzahn. Diese Umstände berechtigen uns, hier mit Weidenreich eine Sonderform der Gruppe anzunehmen, *Pithecanthropus robustus*.

Viel umfangreicher sind die Dokumente, welche die zweite Hauptform der gleichen Gruppe betreffen, *Pithecanthropus pekinensis* aus der Gegend von Chou-Kou-Tien, 40 km SW von Peking. Es handelt sich hauptsächlich um Schädelreste von mehr als 40 Individuen. Die mittlere Kapazität beträgt zirka 1075 ccm (Weidenreich, 1943). Die Stirn ist etwas steiler als bei *Pithecanthropus erectus* und dadurch mehr gegen den Torus supraorbitalis abgesetzt. Die Begleitfauna ordnet sich zwischen das Obere Pliozän und die Leitformen des Löß ein. Zur Hauptsache dürfte *Pithecanthropus pekinensis* ins Mittelpleistozän fallen. Wenn einzelne Autoren gelegentlich noch ein frühpleistozänes Alter annehmen, handelt es

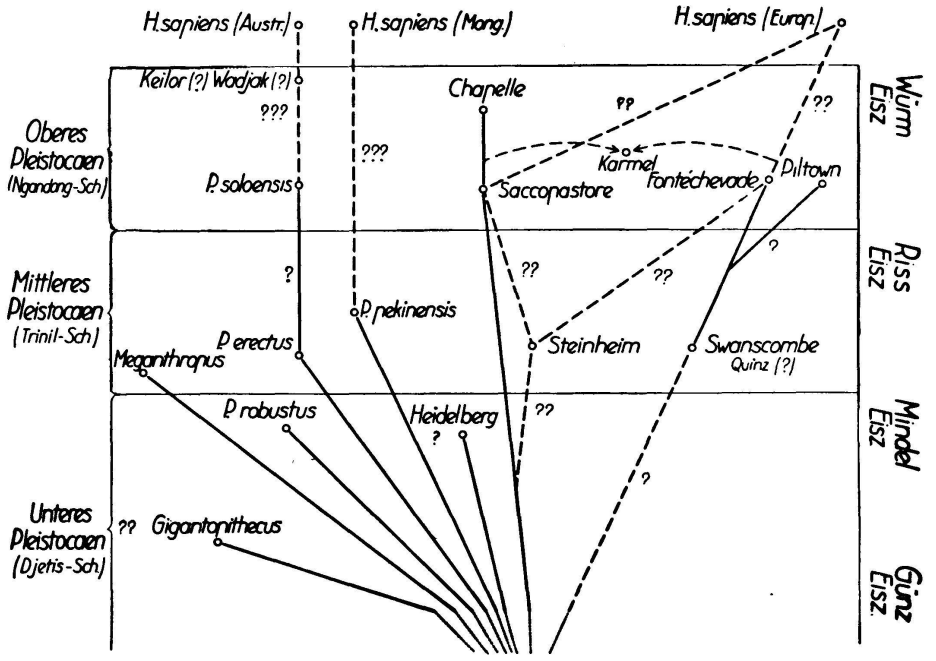
sich weniger um Meinungsverschiedenheiten über das wirkliche Alter als vielmehr um eine unterschiedliche Beurteilung der Frage, wo nach praktischen Gesichtspunkten die Grenze zwischen Pliozän und Pleistozän angesetzt werden soll. Trotz den Differenzen gegenüber der Schädelform des modernen Menschheitstypus sind wegen der Begleitindustrie aus Knochen und Stein Zweifel an der menschlichen Natur von *Pithecanthropus pekinensis* kaum gerechtfertigt.

Die Schädelreihe von Ngandong auf Java gehört nicht, wie man früher glaubte, zur Neandertaler-Gruppe. WEIDENREICH (1943) hat gezeigt, daß die ganze Merkmalskombination den Ngandong-Menschen eindeutig in die *Pithecanthropus*-Gruppe verweist *(Pithecanthropus soloensis)*. Dem entspricht auch der niedrige Mittelwert der Kapazität von nur zirka 1100 ccm (WEIDENREICH, 1943). Dagegen erscheint die Knickung der Schädelbasis ungewöhnlich schwach. Die Ansicht WEIDENREICHS, daß die heutigen Australiden aus *Pithecanthropus erectus* über *Pithecanthropus soloensis* und die vielleicht späteiszeitliche Stufe der Schädel von Wadjak und Keilor evoluiert seien, ist im Hinblick auf die eigenartige Gestaltung der Schädelbasis mit der Kürze des Clivus relativ zur Totallänge unhaltbar geworden.

Das Unterkieferfragment mit den so bedeutungsvollen unteren Prämolaren und der Symphysengegend, welches 1941 im unteren Pleistozän von Sangiran gehoben wurde, zwingt uns im Hinblick auf seine unzweifelhaft menschlichen Formqualitäten und die Dimensionen, hier eine wahre Riesenform der Menschheit anzunehmen: *Meganthropus palaeojavanicus*. Dagegen ist durch die neue Untersuchung von REMANE die hominide Natur der riesenhaften Backenzähne von *Gigantopithecus blacki* aus den Yellow Deposits der Gegend von Hongkong (Frühpleistozän) sehr zweifelhaft geworden. Aber schon die Differenzierung der *Pithecanthropus*-Gruppe läßt uns die frühzeitige genetische Radiation innerhalb der Hominiden feststellen (Fig. 4).

Wenden wir uns nunmehr zur Neandertaler-Gruppe! Sie hat in der aus Westeuropa bekannten klassischen Gestalt des «Hochneandertalers» vom Typus der Rasse von La Chapelle-aux-Saints ihre volle Ausprägung gefunden. Im Gegensatz zur relativen Kleinwüchsigkeit umfaßt der große Schädel des «Hochneandertalers» ein Gehirn, dessen Volumen im Mittel über dem mittleren Volumen moderner Menschenrassen lag, und beim prächtigen alten Mann von La Chapelle ca. 1600 ccm betrug. Die Flachheit der Stirn wird durch das auffallende, chignonartige Vorspringen des Hinterhauptes weitgehend kompensiert. Aber der Glaube an eine orthogenetische Evolution der *Neanthropi* (des «Sapiens»-Typus) aus dem «Hochneandertaler» ist heute durch verschiedene Umstände schwer erschüttert. An dieser Sachlage verantwortlich ist z. T. die verdichtete Erkenntnis, daß die Frühformen jener Dokumente, die wir zur Neandertaler-Gruppe zusammenfassen können, im Gegensatz zu den späteren Ausprägungen in verschiedener Hinsicht auffallend an Züge des «Sapiens»-Typus anklingen und gleichzeitig weniger als der «Hochneandertaler» vom Chapelle-Typus spezialisiert

sind. Dahin gehört in erster Linie das wahrscheinlich noch in die Riß-Eiszeit fallende wertvolle Dokument des Schädels von Steinheim an der Murr. Seine Kapazität beträgt nur 1100 ccm. Modern ist dagegen die Abrundung des Hinterhauptes und die geringe Abflachung in der Ansicht von hinten (der querelliptische Umriß des Hinterhauptes beim «Hochneandertaler» fehlt); die Schläfennaht ist stark gewölbt und das Gesicht durch die Einsenkung unter der Augenhöhle in hohem Maße profiliert. Es fehlt also das Spitzgesicht der differenzierten Neandertaler. Neandertalid ist dagegen die Flachheit der Stirn, der mächtige Oberaugenbrauenwulst und die Schwäche des Zitzenfortsatzes.




Figur 4
Schema der zeitlichen Einstufung fossiler Hominiden

Von höchstem Interesse für die Systematik der Hominiden sind die ins Levalloiso-Moustérien der letzten Interglacialzeit fallenden Funde vom Berge Karmel. Sie lassen eine enorme Variationsbreite erkennen, welche zur Unterscheidung von zwei Typen führte, von denen der Tabun-Typus dem Neandertaler auffallend nahe steht, während der Skhul-Typus mehr an den «Sapiens»-Typus anklingt. Wie DOBZHANSKY (1944) gezeigt hat, lassen die Ergebnisse der Genetik hier kaum eine andere Deutung zu, als daß es sich in der Population vom Berge Karmel um das Resultat einer Bastardierung zwischen Rassen der *Neanthropi* und der *Palaeanthropi* handelt. Hieraus folgt, daß diese Formgruppen ein und derselben polytypischen Species im Sinne des sog. genetischen Artbegriffes angehören. WEIDENREICH (1943) hat die Meinung vertreten, daß auch die *Pithecanthropus*-Gruppe in den Rahmen dieser Species falle. Gattungsnamen und Artnamen innerhalb der Hominiden wären dann bloß noch Symbole für Rassen und Rassengruppen.

Im Hinblick auf den Steinheimer Schädel und die kleinhirnigen Frühformen der Neandertaler aus der letzten Interglazialzeit (Saccopastore, Ehringsdorf, Gibraltar, ist die Möglichkeit nicht auszuschließen, daß aus diesem Typus nach der einen Richtung der westeuropäische Hochneandertaler, nach einer anderen Richtung aber *gewisse Formen* der «Sapiens»-Gruppe evoluiert haben.

Hier sind auch die Altformen der «Sapiens»-Gruppe wichtig geworden. Das gilt vor allem für den so lange umstrittenen *Homo dawsoni* aus Piltdown in Sussex. Durch die Methode des Fluor-Testes konnten OAKLEY und HOSKINS (1950) zeigen, daß der Fund mit größter Wahrscheinlichkeit in die letzte Interglazialzeit fällt. Ungefähr gleich alt sind die Dokumente des ältesten sicher datierten Menschenfundes auf französischem Boden, welche 1947 Frl. G. HENRI-MARTIN bei Fontéchevade gehoben hat. Gewisse Sonderheiten der Funde von Piltown und Fontéchevade lassen sich kaum im Sinne einer Vorstufe zu den modernen «*Sapiens*»-Formen deuten. Noch älter dürfte nach den Ergebnissen des Fluor-Testes der Schädel von Swanscombe an der Themse sein. Es ergibt sich also, daß wesentliche Züge der «*Sapiens*»-Gruppe älter sind, als man früher annahm. Diese Sachlage veranlaßte einzelne Forscher, die als Ethnologen am Problem der Menschwerdung interessiert sind, den «*Sapiens*»-Typus zumindest als den wahrscheinlichen Urtypus der Menschheit hinzustellen. Aber eine solche Meinung ist nicht weniger willkürlich als die Hypothese von WEIDENREICH, welcher spätere Menschheitsformen von Riesengestalten wie *Meganthropus* ableitet. (Jene Meinung wäre nur dann berechtigt, wenn die paläontologischen Dokumente dafür sprächen, daß der «*Sapiens*»-Typus innerhalb der bekannten Formgruppen der Menschheit als ältester zu gelten hätte. In diesem Zusammenhange darf nicht vergessen werden, daß eine Übereinstimmung der chronologischen Reihe, welche durch das Alter der Funde bestimmt wird, mit den Evolutionsstufen innerhalb der Menschheitsgeschichte im voraus nicht erwartet werden kann. Es läßt sich nämlich zeigen, daß die Wahrscheinlichkeit der fossilen Erhaltung von sehr verschiedenen, wechselvollen Faktoren abhängig ist, wobei die Intensität der Fortpflanzung eine große Rolle spielt. Schon dadurch können Inversionen in der Fundreihe gegenüber dem stammesgeschichtlichen Zusammenhang der betreffenden Formen auftreten. Die Häufigkeit solcher Inversionen wird aber in hohem Maße gesteigert durch divergente und parallele Evolutionslinien mit verschiedenem Tempo der Umbildung.)

WEIDENREICH hat auf gewisse morphologische Sonderheiten von *Pithecanthropus pekinensis* und ihre Übereinstimmung mit Eigenschaften der modernen Mongoliden hingewiesen. Er glaubt deshalb auch an einen «geradlinigen» genetischen Zusammenhang. Bestimmte Ähnlichkeiten der ausgefallenen Neandertaler-Form von Broken Hill (Afrika) mit Negriden sollen nach WEIDENREICH ebenfalls stammesgeschichtliche Beziehungen andeuten. Im Hinblick auf die Möglichkeit paralleler Genmutationen bleiben derartige Interpretationen sehr fraglich. (Der Fund von Broken Hill ist auf alle Fälle, wie neuestens wieder LE GROS CLARK

[1950] hervorhebt, als Zeuge einer eigenen Rassendifferenzierung aufzufassen, aus welcher ein Übergang zu irgendeiner modernen Menschenform nicht in Betracht fallen dürfte).

Zweifellos lassen sich aber innerhalb der Hominiden in verschiedenen Evolutionslinien vorherrschende Tendenzen erkennen. Sie betreffen vor allem den Fortschritt der Cerebralisation sowie die zunehmende Angleichung des Schädels an die Kugelform mit der relativen Rückbildung des Gesichtsteiles und der Verstärkung der Basiskyphose. Es besteht eine allgemeine Tendenz zur Brachycephalisation, d. h. der Schädel wurde im ganzen gesehen relativ breiter und kürzer, aber gleichzeitig höher. Dazu gehört auch das Emporrücken der größten Schädelbreite, die Aufrichtung der Stirn und die Umwandlung der Calottengestalt. In der Aufsicht wurde dieser relativ kürzer, in der Ansicht von der Seite und von hinten erweiterte sich die dorsale Partie. Das schließt die Möglichkeit keineswegs aus, daß namentlich im Hinblick auf die *Pithecanthropus*-Formen in bestimmten divergenten Evolutionslinien eine sekundäre verstärkte Angleichung an gewisse bei den pongiden Affen vorkommende Merkmale eintrat.

Hüten wir uns aber, aus der Feststellung allgemeiner Evolutionstendenzen übereilte Schlüsse zu ziehen. Wie schon die große individuelle Variabilität der Hirngewichte und Hirnvolumina bei normaler Intelligenz für moderne Menschen zeigt, kann der bloß quantitative Vergleich der komplizierten Natur dieses Organes nicht gerecht werden. Die Masse allein ist hier in weitem Umfang ebensowenig wie das Oberflächenrelief ein eindeutiger Ausdruck der funktionellen Wertigkeit. Mit vollem Recht hat WEIDENREICH noch 1948 darauf aufmerksam gemacht, daß wir keine Beweise besitzen, die zur Annahme einer generellen Intelligenzsteigerung innerhalb der Hominiden berechtigen würden. «We do not know of any fact which proves, that the mere increase of the size of the brain is tantamount to an advance in mental ability. Is modern man really more intelligent than Peking man or Java man or any great ape only because his brain is larger?» (Nichts rechtfertigt also die Meinung von BOULE und anderen, daß wegen des relativ geringen Gehirnvolumens des *Pithecanthropus pekinensis* die Kulturdokumente des Chou-Kou-Tienien einer anderen, höheren Menschenform zuzuschreiben seien.)

Durch die fossilen Dokumente seiner Stammesgeschichte ist die Lücke zwischen dem Menschen und den Pongiden nicht geschlossen worden. Dagegen haben wir seit 1946[1]) genauere Kenntnis von jenen Funden aus Südafrika, welche für die stammesgeschichtliche Forschung über den Menschen eine neue Etappe eröffnet haben. Es handelt sich um die *Australopithecus*-Gruppe, von welcher die wichtigsten Dokumente seit 1938 gefunden wurden. Wir verdanken sie vor allem der unermüdlichen Forschertätigkeit von R. BROOM. Er und seine Mitar-

[1] *Broom R.* and *Schepers G. W. H.:* The South African Fossil Ape-Men. Transvaal Museum Memoir No. 2, 1946, Pretoria.

beiter, vor allem ROBINSON, überraschen seit Kriegsende die Fachwelt Jahr für Jahr mit hochinteressanten neuen Funden.

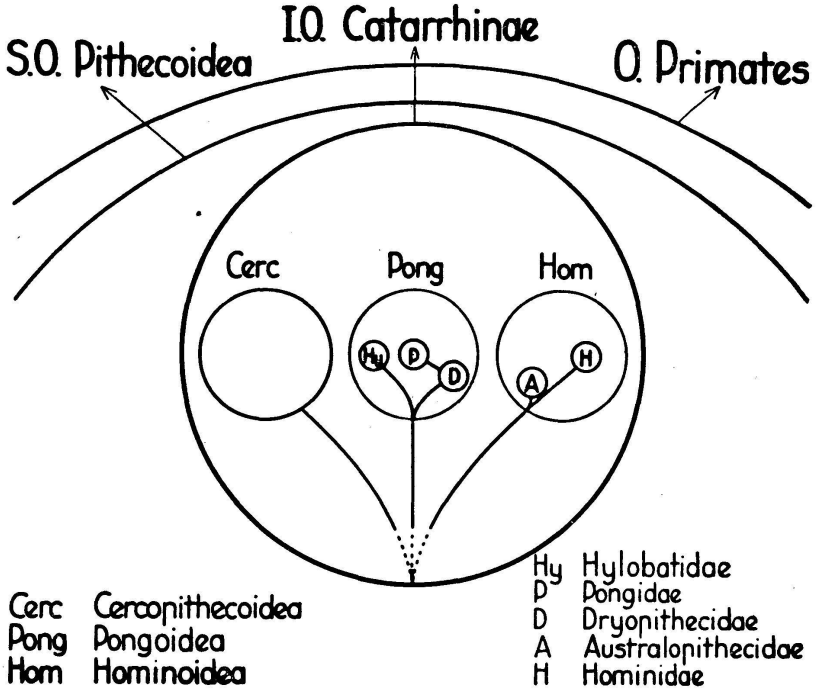
Das Material stammt aus Knochenbreccien von Transvaal und Betschuana-Land. Eine genaue Datierung ist noch nicht mit Sicherheit durchzuführen; doch scheint es sich wenigstens teilweise um Frühpleistozän zu handeln, wahrscheinlich liegt pro parte Ober-Pliozän vor. Bis heute werden fünf Formen unterschieden. Schon 1924 hatte DART bei Taungs (ca. 130 km NW Kimberley) einen Kinderschädel von *Australopithecus africanus* gefunden. Drei Formen stammen aus Zentraltransvaal. Ein umfangreiches Material von *Plesianthropus transvaalensis* ist in der Gegend von Sterkfontein (NW von Johannesburg, ca. 15 km N von Krugersdorp) gehoben worden; von Kromdraai (ca. 3 km östl. von Sterkfontein) kennen wir *Paranthropus robustus*, und eine Riesenform, *Paranthropus crassidens*, stammt von der Lokalität Swartkrans bei Sterkfontein. Nicht weniger bedeutsam sind die seit 1947 in der Gegend von Makapansgat (ca. 16 km NW von Potgietersrust) gefundenen Reste von *Australopithecus prometheus*. Die Begleitfauna dieser Form enthält lange Röhrenknochen von Huftieren, welche wegen der eigentümlichen Abschläge an den Gelenkenden den Eindruck erwecken, daß sie als Schlagwaffe benützt wurden, und auffallenderweise zeigen die zahlreichen Schädel von Pavianen in der Begleitfauna der Australopitheciden Eindrücke und Öffnungen, deren Größe und Form durchaus dem entsprechen, was bei dem erwähnten Gebrauch der Huftierknochen zu erwarten wäre. DART (1949) hat in einer Untersuchung, bei welcher ihm die wertvolle Hilfe von MACKINTOSH, dem Leiter der Abteilung für forensische Medizin an der University of the Witwatersrand, zur Verfügung stand, nachweisen können, daß ca. 80 % der Pavianschädel Spuren von Gewaltanwendung zeigen, die vorläufig nur auf zielstrebig ausgeführte individuelle Schläge zurückführbar sind. Eine chemische Analyse des Breccienmaterials brachte den Nachweis von kohleähnlichen Partikeln, die wahrscheinlich auf Feuerwirkung beruhen. Daß Australopithecus den *Gebrauch* des Feuers kannte, ist aber noch nicht bewiesen. Und ob dieser Australopithecide wirklich ein Mensch, d. h. also ein Wesen war, dessen Lebensführung durch ein zu sich selbst Stellung nehmendes geistiges Prinzip bestimmt wurde, erscheint höchst fraglich. Das gilt selbst dann, wenn er, wie es der Fall zu sein scheint, Knochen von Beutetieren und vielleicht auch Steine als Schlagwaffe benützt hat. Denn die instrumentale Benützung von Dingen in Anstrebung eines situationsgebundenen Zieles geht nicht über das hinaus, was das Seelenleben der Tiere sogar bei Wirbellosen zu leisten vermag.

Die Australopitheciden zeigen eine eigentümliche Kombination von menschlichen Gestalteigenschaften mit typenhaften Zügen höherer Primaten der alten Welt, von denen ja die Pongiden nur einen spezialisierten Zweig darstellen. Gewisse Annäherungen an Formverhältnisse des Pongidentypus betreffen vor allem jene Punkte, welche entwicklungsmechanisch mit dem Größenverhältnis von Gehirn- und Gesichts-

teil zusammenhängen. Im übrigen liegen bei den Australopitheciden in hohem Maße Verhältnisse vor, welche bisher für die Hominiden allein kennzeichnend galten: die Konfiguration der Gelenkgegend für den Unterkiefer (mit Beteiligung der Pars tympanica an der Gelenkpfanne), die tiefe Lage der äußeren Gehöröffnung zum Jochbogen, die hohe Lage des letzteren zur Orbita, die Überlagerung der Orbita durch das Gehirn, die Lagebeziehung von Nasion und Stirnhöhle zum vorderen Gehirnpol, die starke Gliederung der Schädelhöhle mit der Absetzung der Hinterränder an den kleinen Flügeln des Keilbeines, das Fehlen des Processus postglenoidalis, die ganze Gestaltung der Hinterhauptsgegend mit der tiefen Lage von Inion und Opisthocranion, der große Supraorbitalhöhen-Index, die Struktur des Gebisses, der verzögerte Nahtverschluß von innen nach außen, die Retardation des Zahnwechsels bei *Australopithecus prometheus* usw. Das Gebiß der Australopitheciden zeigt den menschlichen Typus vor allem in der homomorphen Caninus-Gruppe, im Fehlen der Zahnlücken, in der Molarenähnlichkeit des ersten unteren Prämolaren in Milch- und Dauergebiß und weitgehend auch in der Form der Zahnbogen. Auch das Relief der Backenzähne steht den Hominiden näher als den Pongiden. Bei *Paranthropus robustus* ist die Angleichung des wichtigen ersten unteren Prämolaren an die Molaren geradezu «ultrahominid». Das gilt teilweise auch für die Profilierung des Jochbogens. Die begründeten Schätzungen des mittleren Gehirnvolumens für *Paranthropus robustus* und *Plesianthropus transvaalensis* zusammen belaufen sich für den Adultzustand auf zirka 500 bis 650 ccm. Besonders menschenhaft erscheint das 1949 gefundene Hinterhauptsbein von *Australopithecus prometheus*. Durchaus mit dem rezenten Typus der «Neanthropi» übereinstimmend ist hier die tiefe Lage des Opisthocranion (hinterer Schädelpol), die noch tiefere Lage des Inion (welches ungefähr die obere Grenze der Nackenmuskulatur andeutet), die enorme Größe des Schuppenteils und die flache Stellung der Nackenplatte. Besonders wichtig ist ferner die Konfiguration des Beckengürtels. Ein 1947 gefundenes Hüftbein von *Plesianthropus* zeigt trotz gewissen Abweichungen ganz vorherrschend hominide Züge. Vor allem gilt das aber für ein entsprechendes Dokument von *Australopithecus prometheus* aus dem Jahre 1948. Diese Belege zusammen mit der Lage der Hinterhauptscondylen bei *Plesianthropus* und *Paranthropus* berechtigen uns zur Annahme, daß die Australopitheciden wenigstens zum Teil zu einer bipeden Körperhaltung im Gehen und Stehen befähigt waren, die im wesentlichen menschlichen Verhältnissen entsprach. Wie auch Broom (1950), Le Gros Clark (1950) und Heberer (1951) betonen, wird es aber immer deutlicher, daß wir es in den Australopitheciden mit einer Formgruppe zu tun haben, in welcher die Grenzen zwischen menschlicher und vormenschlicher Gestalt im ganzen weitgehend verwischt sind.

Die Tatsache, daß typenhafte Züge der Hominiden, welche man früher auf diese beschränkt glaubte, in so hohem Umfange in prähominiden Vorstufen vorgebildet sind, ist ein weiterer Hinweis auf die frühzeitige Ausgliederung des prähominiden Gestalttypus aus dem Stock der

Catarrhinen. Diese Schlußfolgerung wird unterstrichen durch die von Le Gros Clark vor kurzem beschriebenen Dokumente hauptsächlich der *British-Kenya-Miocene-Expedition* aus dem unteren Miozän von Ostafrika. Es handelt sich um Formen wie die *Proconsul*-Gruppe, bei welchen die auffallenden Züge der späteren *Pongoidea* zum Teil noch fehlen, während an Schädel und Extremitäten unverkennbare Anklänge an die *Cercopithecoidea* und an die *Hominoidea* vorliegen. Diese Situation berechtigt uns zur Annahme, daß die Evolutionslinien der *Pongoidea* und der *Hominoidea* bereits in Pliozän aus einem gemeinsamen Wurzelstock ausgegliedert wurden.




Figur 5
Phyletische Deutung im Rahmen der Catarrhinen

Die typologischen Beziehungen innerhalb der Catarrhinen und die evolutive Deutung dieser Beziehungen sind in Figur 5 schematisch als Projektion in die Gegenwart dargestellt. In der Nähe vom Typuskreis der Catarrhinen sind die Bezugslinien punktiert. Damit soll angedeutet sein, daß die Frage offen bleibt, ob die Wurzelgruppe der *Hominoidea* und der *Pongoidea* innerhalb der *Protocatarrhinen* bereits von derjenigen der *Cercopithecoidea* getrennt war. Wir wollen aber nicht vergessen, daß stammesgeschichtliche Rekonstruktionen stets Deutungen sind, welche jederzeit vom Stande verschiedener Forschungsrichtungen und deren Wertung abhängen. *In diesem Sinne dürfen wir annehmen, daß unsere evolutiven Deutungen eine mit der Wissenschaft fortschreitende Annäherung an die realgenetische Wirklichkeit darstellen.*

Der neue Aspekt der menschlichen Stammesgeschichte ergibt vor allem folgendes:

1. Typenhaft menschliche Formeigenschaften sind in weitem Umfang in prähominiden Zuständen der Australopitheciden vorgebildet.

2. Diese ebenso wie vergleichend-anatomische Sachverhalte an rezentem Material deuten die frühe Ausgliederung der *Pongoidea* und der *Hominoidea* aus einem gemeinsamen Wurzelstock an.

3. Innerhalb der Hominiden ist eine starke Formenradiation mit Koexistenz der *Archaeanthropi*, *Palaeanthropi* und *Neanthropi* im Oberen und Mittleren Pleistozän nachgewiesen. (Fig. 4.)

4. Die Population vom Berge Karmel scheint anzudeuten, daß wenigstens die *Palaeanthropi* und die *Neanthropi* ein und derselben Species im Sinne des genetischen Artbegriffes angehören. Dadurch würde der Gegensatz gemildert zwischen der älteren Auffassung einer «orthogenetischen» Evolution und dem Bild der Formenradiation. Wenn, wie WEIDENREICH (1943) annimmt, auch die *Archaeanthropi* in die gleiche Species fallen, dann haben innerhalb der Hominiden Gattungs- und Artnamen nur noch die Bedeutung von Symbolen für Rassengruppen und Rassen.

Zweifellos bildet der Mensch innerhalb der Primaten eine Gruppe der höheren Catarrhinen. Aber die Behauptung, daß er *nichts als* ein Primate oder nichts als ein höherer Catarrhine sei, entspricht keiner wissenschaftlichen Einsicht, sondern einer subjektiven Tendenz. Sie entspringt jenem geistigen Lebensraum, den wir in Entlehnung eines Wortes von JULIAN HUXLEY als die Schule der «nothing but» bezeichnen könnten. Diese wird charakterisiert durch die Bindung an eine monistische Interpretation der Welt. Aber mit biologischen Methoden den geistigen Wesenskern des Menschen und seine Eigenständigkeit widerlegen zu wollen, beruht auf dem gleichen methodologischen Fehler wie das Bemühen um die Begründung des metaphysischen Vitalismus durch den experimentellen Versuch. Man kann mit keinem Begriffssystem Sätze ableiten, deren Inhalt mit dem betreffenden System nicht kommensurabel ist. Aber durch die Korrelate zur objektivierenden Umweltbezogenheit weist die biologische Anthropologie über sich selbst hinaus in jene Bereiche der Wirklichkeit, in welchen der Mensch zum Menschen wird. Mit dieser Feststellung sind wir an einer jener Grenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnis angelangt, wo das Reden des Fachmannes aufhört und sein Schweigen anhebt. Es ist ein Schweigen, das sich auflöst in Ehrfurcht, jene Ehrfurcht, welche immer wieder das Tor öffnet zu den großen Deutungen der Metaphysik.

# Die Tiefe der Alpentäler

Von

R. v. Klebelsberg

«Die Tiefe der Alpentäler» ist ein Thema, das in der Schweiz seinen Ausgang genommen hat und zu dem von hier aus sachlich und persönlich wichtigste Beiträge geliefert worden sind.

Es sind bald 100 Jahre her, daß zwei hervorragende Gletscherforscher, A.C. Ramsay und John Tyndall, aus Schweizer Eindrücken heraus die Anschauung vertraten, die Becken der großen Alpenseen und die Alpentäler wären zu wesentlichen Anteilen durch die Gletscher ausgeschürft worden. Die These löste einen Sturm der Entrüstung aus, an die Spitze der Gegner trat, gleich scharfsinnig als Beobachter wie gewandt als Wortführer, Albert Heim. Die Wogen des Streites um das Ausmaß der glazialen Tiefenerosion haben sich seither sehr gemäßigt. Negierung und Übertreibung sind im Sinne eines bescheidenen Mittelmaßes einander entgegengekommen. Als übergeordnete Frage blieb und trat seither stärker hervor: *Wie tief sind überhaupt die Alpentäler?* Eine Frage, die in neuerer Zeit über die Wissenschaft hinaus auch große praktische Bedeutung erlangt hat, besonders im Zusammenhang mit den großen Kraftwerksbauten und für die Grundwassererschließung. Und die Technik hat mit wichtigste Aufschlüsse geliefert, wobei freilich zu bemerken ist, daß die Wissenschaft oft erst sehr verspätet, manchmal überhaupt nicht erfährt, was die Technik erarbeitet hat.

Es war Albert Heim, der als erster so recht eigentlich die Frage nach der Tiefe der Alpentäler stellte, sie in ihrer vollen Tragweite erfaßte und bis heute Wichtigstes dazu beitrug; mit sicherem Blick hat er die Tiefe der Alpentäler schon zu einer Zeit richtig eingeschätzt, als dafür noch keinerlei konkrete Anhaltspunkte zur Verfügung standen.

Die *Grunderscheinung* ist, daß die Sohlen der größeren und großen Alpentäler allgemein in Aufschüttungen liegen und nur ausnahmsweise da und dort Fels zum Vorschein kommt. Und selbst in diesen Ausnahmen handelt es sich oft nur um Epigenesen, durch die das Flußbett sekundär in den Talhang verlegt worden ist, während ein älteres, tieferes Gerinne nebenan verschüttet ist.

Die tiefe Verschüttung der Alpentäler wurde erstmals weiteren Kreisen drastisch vor Augen geführt durch ein seinerzeit viel bespro-

chenes Ereignis hier in der Schweiz: *die Katastrophe beim Bau des Lötschbergtunnels* im Sommer 1908. 160 m unter der oberflächlichen Sohle des Gasterntales stieß der Vortriebsstollen zur größten Überraschung aller auf einmal aus dem Fels hinaus in eine wasserdurchtränkte Schuttmasse, die mindestens bis in diese Tiefe den Talgrund erfüllte. Da die Schuttfüllung von der Seite angefahren wurde, blieb die Möglichkeit offen, daß sie noch beträchtlich tiefer reicht: Die Felssohle des Gasterntales liegt in unbekannter Tiefe unter dem Tunnelniveau. Dadurch wurde zum erstenmal in einer jeden Zweifel ausschließenden Weise bekannt, wie weit in Alpentälern die oberflächliche (Aufschüttungs-) Sohle von dem wahren, felsigen Talgrund abstehen kann, bis zu dem die Täler früher schon einmal eingeschnitten worden sind.

Seither haben eine ganze Reihe von Beispielen aus den West- und Ostalpen ähnliches gelehrt. Wir haben erfahren, daß nicht sehr viel fehlte, auf daß ähnliches wie am Lötschberg auch beim Bau des Gotthardtunnels passiert wäre: Eine Bohrung aus dem Tunnel (1140 m ü. M.) nach oben geriet schon in 40 m Höhe, 250 m unter der oberflächlichen Sohle bei Andermatt, in die Schuttfüllung des Urserentales. Bohrungen, die bei dem großen, mit Schweizer Geld durchgeführten Kraftwerksbau im obersten Vintschgau (Südtirol) in der Schuttschwelle der Seen auf der Malser Heide niedergebracht wurden, erreichten in 183 m Tiefe den wahren, felsigen Talgrund noch nicht. Bohrungen im Längenfelder Becken im Ötztal (Nordtirol) ergaben Verschüttungstiefen von 150 m und mehr. Ja selbst in dem Hochtal am Südausgang des Tauerntunnels bei Mallnitz in Kärnten wurde eine Verschüttung von mehr als 100 m angetroffen.

In diesen und anderen Fällen aber handelt es sich doch um relativ kleine Täler oder kurze Talabschnitte, die mehr oder weniger weit im Alpeninnern liegen, um Talräume, für die sehr wohl örtliche Beckenbildung durch Gletscherschurf, Bergsturz- oder Schuttkegelstau in Betracht kommt. Sie sind daher für die große, allgemeine Talzuschüttung nicht ausreichend zuständig.

Für große Täler lieferte erstmals die Bohrung von Diepoldsau im sanktgallischen Rheintal Anhaltspunkte; sie erwies eine Verschüttungstiefe von mehr als 200 m, machte aber merkwürdig wenig von sich reden. Besondere Bedeutung hingegen erlangten Aufschlüsse im *Inntal bei Innsbruck*. Hier wurde im Jahre 1921, wie O. Ampferer treffend sagte, dank des Mangels an Kohle und des Überflusses an Vertrauen in die Wünschelrute, eine Bohrung niedergebracht, die 200 m unter der 2 km breiten Aufschüttungssohle noch nicht den Fels erreichte. Wieder also nur ein punktweiser Mindestwert der Verschüttungstiefe, besonders bemerkenswert nun aber deshalb, weil 60 km weiter innabwärts bei dem Eisenbahnknotenpunkt Wörgl zwei weitere Bohrungen schon in 92 und 98 m Tiefe auf Fels stießen. Wenn schon nicht völlig ausgeschlossen werden kann, daß sie auf Felsaufragungen gerieten, wie sie bei Kufstein als Inselberge über die Aufschüttungssohle vorschauen, ist doch wahr-

scheinlicher, daß es wirklich die Felssohle ist, daß diese also auf die 60 km von Innsbruck bis Wörgl innabwärts mindestens ebensoviel, rund 50 m, ansteigt, wie die Aufschüttungssohle in der gleichen Strecke absteigt.

Damit war nun hier an einem großen Alpentale die Problematik der Frage so recht aufgerollt. Der genauere Bohrbefund wies innerhalb der Schuttfüllung wiederholtes Fortschreiten von Feinerem unten zu Gröberem oben aus, also wiederholte Verlandungsserien, ohne daß irgendwelche Moränenzwischenschaltungen festgestellt wurden. Daraufhin glaubte AMPFERER glaziale Beckenbildung ausschließen zu können. Denn in einem glazialen Becken wäre eine einheitliche Verlandungsserie zu erwarten, einfaches Fortschreiten von Feinerem unten zu Gröberem oben, oder es müßten so viele Vergletscherungen erfolgt sein, als Verlandungsserien da sind, und obere Teile der jeweils älteren Schuttfüllung immer wieder durch den nächstfolgenden Gletscher ausgeräumt worden sein. Diesfalls aber sollte dann doch wenigstens die eine und andere Moränenzwischenschaltung festgestellt werden können. AMPFERER kam in der Folge zur Annahme *jugendlicher Verbiegungen der Alpentäler*, Verbiegungen noch spät im Pleistozän, durch die die Flüsse ihr Gefälle verloren hätten, zunächst zu Seen gestaut und diese dann zugeschüttet worden wären. Er nahm damit jene älteren Vorstellungen wieder auf, die immer schon mit lebhaften bis ins Quartär anhaltenden Krustenbewegungen innerhalb der Alpen gerechnet hatten.

Damit stehen nun aber wie in allen großen Alpentälern, so gerade auch im Inntal die so schön entwickelten präglazialen Formlinien, die weithin gleichmäßig entlangziehenden alten Talböden und hochgelegenen Oberflächensysteme in unlösbarem Widerspruch: Sie lassen nichts von den angenommenen Verbiegungen erkennen, ihre Beständigkeit für weite Strecken spricht vielmehr mit aller Bestimmtheit dagegen.

So kam man auch im Inntal bei Innsbruck wieder auf die glazialerosive Deutung zurück. Man erwog, wie schwierig es in der Praxis ist, in dem Material, das bei Schuttbohrungen, Löffelbohrungen heraufgeholt wird, geringmächtige Moränenzwischenschaltungen nachzuweisen, man betonte, daß die erbohrte Rückfälligkeit der Inntal-Sohle ihrer Größenordnung nach unschwer mit der Gletschermächtigkeit in Einklang gebracht werden könnte – diese betrug bei Innsbruck nach neuen Funden maximal fast 2000 m, also das 30- bis 40fache der 50-m-Rückfälligkeit, die durch die Bohrungen nachgewiesen wurde. Dazu kommt noch, daß die Konfiguration der Umgebung ein Nachlassen des Gletscherkolks gegen Wörgl hin zufolge Diffluenzen, Eisabgaben wahrscheinlich macht.

Aber selbst angenommen, die glazialerosive Deutung träfe im Falle des Inntals bei Innsbruck zu – das Grundsätzliche der Erscheinung, die Tiefe der Talverschüttung, geht über diesen Fall und andere evtl. ähnliche hinaus: Große, nach Hunderten von Metern messende Abstände zwischen der heutigen oberflächlichen Talsohle und dem wahren felsigen Talgrund finden sich auch in Gebieten, wo man nicht mehr mit 40-, 30-

oder auch nur 20facher Gletschermächtigkeit und der ihr entsprechenden Erosionskraft rechnen kann.

Dafür ist sehr bezeichnend ein Vorkommen im Osten der Ostalpen, im *steirischen Ennstal*. Hier wurde von der 2 km breiten Aufschüttungssohle bei Wörschach westlich Liezen aus eine Bohrung niedergebracht, die erst in 195 m Tiefe den Felsgrund erreichte. Wennschon auch hier die Felssohle aller Wahrscheinlichkeit nach talabwärts ansteigt, so fiele es hier doch sehr schwer, die Rückfälligkeit des Talgrundes dem eiszeitlichen Ennsgletscher zuzuschreiben; er war hier dazu einerseits nicht mehr mächtig genug, indem er schon 50 km weiter talab endigte, anderseits reliefmäßig in seiner Bewegung gehemmt. In gleiche Richtung weist ein neuester Bohrbefund aus den Bayerischen Alpen. Am Ostende des breiten *Längstales der Isar*, südlich Bad Tölz, ergab eine Bohrung eine Verschüttungstiefe von 80 m in einer Lage, wo dafür weder nach Gletschermächtigkeit noch nach den Strömungsverhältnissen ein entsprechendes Ausmaß der Gletschererosion wahrscheinlich gemacht werden könnte.

Noch weiter im Osten aber, über das Ennstal hinaus, gegen den *Ostrand der Alpen* hin, nimmt der Abstand zwischen Aufschüttungssohle und Felsgrund auffallend ab, bzw. er verliert sich ganz. Im Tale der Mur, nördlich Graz, beträgt die Verschüttung, wie J. Stiny berichtet hat, nur mehr ein paar bis 10 m, im Tale der Mürz (vom Semmering) liegt die oberflächliche Talsohle, wie H. P. Cornelius beschrieb, für ein paar Hundert Meter Breite auf oder nahe über dem Fels. Das ist sehr bemerkenswert, denn hier verlor sich auch die zusammenhängende eiszeitliche Vergletscherung – irgendwie scheinen also doch ursächliche Beziehungen zwischen eiszeitlicher Vergletscherung und Talverschüttung zu bestehen.

Gegen die glazial*erosive* Deutung aber sprechen mit am bestimmtesten jene altbekannten Tatsachen, auf die schon Albert Heim immer besonderes Gewicht gelegt hat und an denen auch wieder die Schweiz Anteil hat: *die Becken der großen Seen am Alpenrande*. Sie stellen Tiefenanteile der großen Alpentäler vor, die in Zusammenhängen, auf welche Rudolf Staub neues Licht geworfen hat, unverschüttet blieben, die statt mit Schutt lediglich mit Wasser aufgefüllt worden sind, wo man also statt zu bohren nur zu loten brauchte, um Mindestwerte der absoluten Tiefe zu erhalten. Und gerade die tiefsten dieser Seebecken, die des Comer-, Langen- und Gardasees, die mit Wassertiefen von 410, 372 und 346 m bis 281 m unter den Meeresspiegel hinabreichen und dabei vielleicht erst noch am Beckengrunde eine Schuttauflage auf dem Fels haben, sind so weit gegen den Alpenrand vorgeschoben und schließen so nahe an die Gletscherenden an, daß es äußerst unwahrscheinlich wäre, sie glazialerosiv zu deuten, die Gletscher müßten da bis zum Betrage eines Drittels oder gar der Hälfte ihrer eigenen Tiefe erodiert haben! Hier scheiden alle die mehr oder weniger lokalen Deutungsversuche aus, die weiter im Innern der Alpen fallweise noch Geltung haben können, hier

gibt sich so recht das Übergeordnete der Erscheinung zu erkennen: Die wahre, absolute Tiefe der großen Alpentäler *reicht beträchtlich unter das Niveau hinab, in welchem tiefstens die Erosion erfolgte*, die Täler sind nach ihrer Erosion abgesunken und in entsprechendem Ausmaß mit Wasser oder Schutt aufgefüllt worden. Abgesunken, aber nicht durch individuelle, örtliche, etwa talweise Krustenverbiegungen – von solchen lassen die älteren Formlinien und -systeme nichts erkennen –, das Einsinken ist weiträumig, mehr im ganzen, gemeinsam, gebirgskörperweise erfolgt.

Es ist das, was ALBERT HEIM schon vor mehr als einem halben Jahrhundert das *Rücksinken der Alpen* genannt hat. Damit wird die tiefe Lage der Talsohlen verständlich, über alle örtliche Beckenbildung, einschließlich jener durch Gletscherschurf, hinaus. Wenn sich HEIMS Gedanke trotzdem nicht durchgesetzt hat, ja im Lauf der letzten Jahrzehnte in den Hintergrund getreten ist, so dürfte daran das Unbefriedigende der ursächlichen Deutung schuld sein, die ihm HEIM gegeben: Er suchte es isostatisch aus der durch die Gebirgsbildung bewirkten Anhäufung von Gesteinsmassen auf dem alpinen Krustenstreifen zu erklären. Dafür ist der Zeitpunkt zu spät. Nach der Haupttalbildung wäre dem Gesteinsbestande nach eher eine Entlastung gemäß dem großen Abtrag zu erwarten. Seither nun aber sind dafür andere Beziehungen in Sicht gerückt. Ganz unabhängig von der Alpenforschung, zwei Jahrzehnte nach HEIMS These vom Rücksinken der Alpen, ist in Skandinavien die Lehre von der *Glazialisostasie* geprägt, die Erkenntnis gewonnen worden, daß Skandinavien unter der Last der eiszeitlichen Gletscher abgesunken ist, eine Ansicht, die dann bald auch für das nördliche Nordamerika übernommen wurde. Die Gleichheit der Tatsachen legte ihre Anwendung auch auf die Alpen nahe: Das Rücksinken der Alpen hat neuen, in anderer Weise glazialen Sinn gewonnen. Die untergetauchten Fjordtäler und die mit Schutt und Seen aufgefüllten Alpentäler sind Vergleichsstücke, die eines für das andere zeugen.

Damit finden nun auch die glazialen Beziehungen ihren Sinn, die sich mit dem Auslaufen der tiefen Talverschüttung nach dem Ostrande der Alpen hin ergeben haben: Mit der zusammenhängenden eiszeitlichen Vergletscherung verlor sich in dieser Richtung eben auch die Last, die das Einsinken bewirkte.

Weiterer Klärung bedarf noch die Frage nach dem Zeitpunkt des Absinkens. Diesbezüglich schwankte auch HEIM etwas, jedenfalls aber erfolgte es nach einer der größten Vergletscherungen – ob das nun die zweite oder die dritte war, ist ja auch rein gletscherkundlich nicht so ganz ausgemacht, indem in den einen Gebieten die zweite, in anderen die dritte die größte gewesen zu sein scheint.

Untergeordnet gegenüber dem großen gemeinsamen Absinken gibt es aber doch auch Vorkommnisse, für die *örtliche Verbiegungen*, lokale Krustenbewegungen in Betracht kommen, wennschon in anderer Weise, als AMPFERER annahm. Daraufhin sind jene Ausnahmen zu prüfen, in

denen zwischen langen und breiten Aufschüttungsstrecken unvermittelt Fels zutage tritt, ohne daß hier Talstufen oder Epigenesen vorliegen. Man pflegt da meist an selektive Riegelbildungen zu denken und anzunehmen, der Fels setze an oder nahe unter der Oberfläche von der einen zur anderen Seite durch. In manchen Fällen hat dann aber gerade wieder die Technik gezeigt, daß das nicht zutrifft, daß der Schein trügt und in Wirklichkeit nur eine Verengung des verschütteten Talquerschnitts gegeben ist, fallweise auch ohne selektive Beziehung: Der schluchtartig verengte Schlitz setzt sich mit steilen, fast senkrechten Wänden bis in unbekannte Tiefe fort. In der historisch bekannten Enge des Passes Lueg im *Salzach-Quertal* südlich Salzburg z. B. ist an dieser Tatsache um die Jahrhundertwende ein Sperrprojekt gescheitert, in das schon viel Geld hineingesteckt worden war, und gerade in diesem Falle ist auch keine ausreichende selektive, gesteinsmäßige Ursache für die Verengung des Querprofils zu finden. Fast scheint hier wirklich eine örtlich ganz beschränkte Aufpressung erfolgt zu sein, die dann nach dem Antezedenzprinzip durchschnitten wurde, worauf die Schlucht gleich hoch hinan zugeschüttet wurde wie der breite Talgrund vor und hinter ihr. In manchem Ausnahmefalle aber reicht der Fels wirklich zusammenhängend bis oben, und da haben z. B. im *Salzach-Längstal* zwischen Zell am See und Schwarzach-St. Veit auch neueste Untersuchungen wieder zur Annahme jüngster, evtl. noch andauernder Aufpressungen und antezedenter Durchschneidung geführt. Jeder einzelne solche Fall bedarf genauester Prüfung, wobei mit wichtigste Anhaltspunkte durch die älteren Formlinien gegeben werden. Jedenfalls ist in diesen und ähnlichen Fällen mit der Möglichkeit junger und jüngster Krustenbewegungen im Alpenraume zu rechnen und dürfen solche nicht von vorneherein abgelehnt werden. Auch wenn sie nicht größere oder weiträumige Bedeutung haben, können sie doch von großem grundsätzlichem Interesse und auch praktisch wichtig sein – gerade den ausnahmsweisen lokalen Felsengen im Grunde größerer Täler wendet sich ja immer wieder die Aufmerksamkeit der Techniker zu.

Die Frage nach der Tiefe der Alpentäler kann so zwar schon mit mancherlei Erfahrungen beantwortet werden, eine großzügige Prüfung aber fehlt noch. Was wir wissen, sind nur punktweise, günstigenfalls abschnittsweise Kenntnisse und fast durchaus nur Annäherungswerte. Kein großes Alpental ist systematisch auf die Frage seiner Tiefe erforscht, kein einziges großes Querprofil, erst recht kein ganzes Längsprofil exakt ausgemessen. Früher, mit den Bohrungen, wäre das eine zu kostspielige Angelegenheit gewesen. Heute aber geben die neuen geophysikalischen Untersuchungsmethoden praktisch erschwingliche Möglichkeiten dazu. Im Vordergrunde steht das seismische Verfahren, die Echolotung. Als wir damit vor zehn Jahren im Tirol das Becken von Längenfeld im Ötztal auszuloten versuchten, vermochten die Erfahrungen freilich noch nicht zu befriedigen; in diesem relativ engen Tale wurden die Reflexionen von der Felssohle her zu sehr durch jene von den Seitenwandungen her überlagert; seither aber ist das Verfahren verbessert worden und in

großen, breiten Haupttälern tritt diese Fehlerquelle überhaupt zurück. Um so vordringlicher wird die *Aufgabe, endlich einmal ein ganzes großes Alpental systematisch auszuloten.* Das Land, das diese Aufgabe als erstes erfüllt – das Rhein-Quertal vom Bodensee über Chur bis an den Fuß des Splügens würde sich gut dafür eignen –, würde sich den Ruhm einer Forschungsarbeit sichern, die nicht nur der Wissenschaft, auch der Wirtschaft wesentlichen Fortschritt zu bringen verspräche. Wenn ich hier in der Schweiz, dem klassischen Lande der Gletscherforschung, dem Lande, das auch seine geotechnische Forschung so vorbildlich betreibt, mit dazu angeregt haben sollte, wäre mir das der schönste Erfolg meines Vortrages.

# Situation de la biologie dans le système des sciences

Séance de discussion du 30 septembre 1951, présidée par F. FIALA et introduite par W.-H. SCHOPFER et F.-E. LEHMANN

La Société suisse de logique et de philosophie des sciences, ayant été admise au sein de la Société helvétique des sciences naturelles, pourra se charger à l'avenir de l'organisation de ces séances de discussion, devenues presque une tradition, puisque nous en sommes à la quatrième.

Un des buts de ces séances est de chercher à atténuer les inconvénients que fait peser sur la recherche scientifique moderne une spécialisation toujours plus exigeante, mais dont il n'est pas question de mettre en doute ici la nécessité et la fécondité.

L'an dernier, à Davos, plusieurs représentants des sciences exactes avaient souligné quelques-uns des caractères du dialogue engagé entre la théorie et l'expérience. Les représentants des sciences naturelles s'étaient abstenus dans leur ensemble de participer à cette discussion. Pour connaître leurs problèmes méthodologiques, il fallait donc les provoquer sur leur propre terrain. Telle est la raison du thème de la présente discussion.

**Exposé de W.-H. Schopfer:**

## Les relations de la biologie avec les autres sciences

Les représentants de chaque discipline scientifique éprouvent de plus en plus le besoin de connaître les fondements de leur science et de mettre en évidence les caractéristiques de la méthode utilisée. Des contacts sont recherchés avec les sciences voisines dans le but de mettre en évidence l'unité de la méthode dans toutes les disciplines.

M. FIALA, pour obliger les biologistes au débat, a posé la question: «La biologie est-elle une science autonome? Qu'a-t-elle reçu des autres disciplines et que leur a-t-elle apporté?» J'introduirai donc la discussion en répondant brièvement aux questions de notre président.

Il me semble opportun d'évoquer rapidement la classification des sciences de Naville, classification métaphysique ordonnant les diverses disciplines selon les concepts de nombre, d'espace, de temps, de matière, de vie et de pensée; chacune des sciences: arithmétique, géométrie,

cinématique, sciences de la matière inanimée, de la vie, de la pensée faisant usage, en plus du concept qui lui est propre, de ceux des sciences qui la précèdent dans le sytème. Ainsi, le biologiste opère avec les concepts de nombre, d'espace, de temps – essentiel pour lui –, de matière et de vie.

Il est nécessaire – je m'adresse aux non-biologistes – de préciser ce qu'est l'objet de nos recherches et de nos spéculations, *l'être vivant:* un être, au sens philosophique du terme, caractérisé par une forme spécifique, structuré à tous les niveaux (morphologique, microscopique, sub-microscopique), aussi loin que l'analyse directe peut porter. Cette forme spécifique est édifiée à l'aide d'un substrat, la matière vivante, qui, dans sa composition déjà, présente des caractères spécifiques de la vie quoique dans sa constitution élémentaire elle soit, en dernière analyse, construite à l'aide des mêmes éléments que la matière inerte, extérieure à l'être vivant. Ce substrat possède le pouvoir de capter et de transformer l'énergie qui lui est extérieure, en conservant ses caractères spécifiques. Toutes les fonctions de l'être vivant, dans ses relations avec son milieu, tendent vers ce but final: assimilation et utilisation de l'énergie externe, son maintien et son développement dépendant de ces phénomènes.

En d'autres termes: substrat capable de transformer l'énergie extérieure et permettant à la forme de se développer, forme permettant au substrat d'assimiler: deux manifestations intimement liées, interdépendantes sans qu'il soit possible de saisir le sens de cette relation de cause à effet, sorte d'anneau dans lequel aucun commencement ne peut être trouvé tant que nous ne saurons pas le rompre, c'est-à-dire créer volontairement la vie.

L'être vivant étant une forme, une «Gestalt»[1], pourrait paraître obéir aux mêmes lois et principes que les formes du monde inanimé, atomes, cristaux. Il en diffère par une caractéristique fondamentale qui, à elle seule, suffit à caractériser la forme vivante d'une manière univoque: l'être vivant possède la faculté de se reproduire jusque dans les plus petits éléments qui le constituent; il se construit une matière toujours semblable à elle-même sans faire appel à d'autres outils qu'à ceux qu'il se fabrique lui-même, ni à d'autres éléments chimiques qu'à ceux du monde inanimé.

D'autre part cette forme est en perpétuel devenir; elle se développe selon un mode et un rythme qui lui sont propres en manifestant un dynamisme compréhensible étant donné les transformations et les accumulations d'énergie dont elle est le siège.

Enfin, résultat de nombreuses générations qui l'ont précédée, cette forme a un passé qui la détermine; elle est elle-même le départ d'autres formes qui la répètent en lui assurant la continuité génétique pour autant que les conditions extérieures restent compatibles avec le main-

---

[1] Le terme «Gestalt» est intraduisible; son sens et son contenu ne sont qu'imparfaitement rendus par le mot «forme».

tien de ces structures fragiles qu'une élévation de température suffit à altérer d'une manière irréversible.

* * *

Une analyse rapide des rapports de la biologie avec la chimie organique nous permet de saisir les caractéristiques de l'une des méthodes de notre science, même si elle ne lui est pas absolument propre.

L'atomisation de la matière, la recherche de particules toujours plus ténues possédant encore les qualités de la vie constituent la méthode directrice de l'analyse biologique, celle à laquelle elle doit ses plus beaux succès.

L'histoire des sciences nous montre que ces particules, cytoplasmiques ou nucléaires, ont tout d'abord été imaginées; leur existence correspond à un besoin et à une vue de l'esprit. Miraculeusement, ces particules ont été, pour la plupart, découvertes et font partie du réel, de l'objectif, que la science s'efforce de saisir, d'ordonner, de hiérarchiser selon leurs formes, leurs structures et leurs fonctions. Parmi ces particules, le *gène* occupe une place prédominante. Toute la recherche biologique aboutit à ce fait fondamental: les caractères visibles, perçus par les sens, sont conditionnés, gouvernés par des particules élémentaires dont HUXLEY affirmait «que l'homme de la rue lui-même devra incorporer le nom à son vocabulaire, puisque ce sont elles qui nous font ce que nous sommes». Nous savons que ces gènes, dont l'existence est indispensable à notre science, sont localisés dans les chromosomes dont nous connaissons la constitution chimique. En réalité nous ne savons pas ce que sont ces particules que l'on représente schématiquement par de petites boules à l'intérieur des chromosomes. Ils ne peuvent être constitués que par des éléments connus, mais agencés de telle manière qu'inclus dans la totalité du noyau, ils se reproduisent identiques à eux-mêmes. A ce niveau macromoléculaire, structuré d'une manière spécifique se manifeste déjà le caractère fondamental de la vie: celui de l'assimialtion et de la réduplication qui en est la conséquence. Plutôt que de parler de gène, il faut se contenter de parler d'effet génique, lié à un point déterminé du chromosome.

Certes, les recherches modernes, effectuées à l'aide de micro-organismes, ont rendu visibles les premières étapes de certaines biosynthèses; elles apportent la preuve que chacune de ces étapes est le résultat d'un effet génique conditionnant lui-même un effet enzymatique. Elles ne nous renseignent aucunement au sujet de la nature véritable du gène, ni de son mode primaire d'action.

A ce niveau, la chimie, qui nous a conduits à la limite extrême de la connaissance des infrastructures statiques, reste impuissante.

D'autre part, l'effet génique final, résultat de l'action primaire d'une particule hypothétique, s'exprime sur un autre plan; on ne peut comprendre comment l'effet génique primaire détermine finalement la forme spécifique d'une feuille ou d'un fruit. On pourrait dire que le résultat final est transcendant par rapport au gène. Surtout, on ne peut expliquer

le phénomène de régulation résultant du fait que de nombreux gènes agissent synergiquement pour conditionner finalement les structures et les formes spécifiques d'un organe, d'un être vivant.

La chimie nous fait comprendre le mécanisme d'un nombre appréciable de réactions du métabolisme qu'elle sait reproduire in vitro; elle peut transaminer, transméthyler, faire transporter de l'hydrogène d'un substrat sur un autre à l'aide de ferments; elle sait coupler les réactions; elle ne peut nous faire comprendre la synchronisation de ces réactions multiples, leur agencement nécessaire afin que le substrat vivant maintienne sa structure et s'accroisse. En un mot, cette chimie au sein de la matière vivante déroule ses réactions en vue d'une fin, d'un but: le maintien de son existence. Ici, à ce niveau invisible, il y a autant de finalité qu'à celui des formes et des structures découlant de l'activité du substrat.

La chimie seule n'est pas en état de nous faire comprendre la régulation, le choix, la sélection qu'effectue l'être vivant lorsqu'il assimile ce qu'il doit assimiler; il ne commet pas d'erreur, mais on peut l'inciter à en commettre en troublant expérimentalement ce que j'appellerai un *instinct biochimique cellulaire.*

La matière vivante sait effectuer avec les moyens les plus simples des opérations chimiques qu'un biochimiste génial ne peut imiter qu'en partie en faisant appel à toutes les ressources d'une technique raffinée.

La chimie a donné à la biologie une méthode de l'esprit, une technique d'une extraordinaire fécondité; elle a fourni à notre science des fondements solides sans pouvoir nous faire comprendre ce qu'il y a de spécifique dans le biologique.

Qu'a reçu la chimie organique de la biologie ? La justification de son existence, en un mot son acte de naissance. Cette chimie a été, il y a plus de 150 ans, appelée organique car elle prétendait s'occuper uniquement des corps présents dans les organes et produits par une «force vitale» (Berzelius, 1796). Très rapidement on s'est aperçu que cette chimie était singulièrement plus complexe qu'il n'y paraissait au premier abord. La possibilité de synthétiser in vitro des corps dits organiques (acide oxalique, 1824, et urée, 1828, par Wöhler) a donné naissance au prodigieux développement d'une chimie organique in vitro, qui s'éloigne de la vie. Elle devra y revenir et trouvera au sein de la matière vivante, dont on peut admettre qu'un jour elle connaîtra complètement la structure et le mécanisme, sa justification dernière et peut-être son acte de décès en tant que science autonome.

* * *

Les rapports avec la physique sont du même ordre. Je ne citerai qu'un seul phénomène essentiel, celui de l'osmose, expliqué et compris pour la première fois par un biologiste (Dutrochet). La cellule vivante a fourni l'osmomètre que le physicien a imité et du fonctionnement

duquel il a établi les lois. La primauté implicitement admise des sciences exactes a conduit à de singuliers excès de langage. On dit: la cellule vivante fonctionne comme un osmomètre et l'imite... Il faudrait dire au contraire: l'osmomètre du physicien imite inintelligemment la cellule vivante...

Le physicien nous a familiarisés avec les lois de l'osmose qui sont valables également pour la cellule vivante. Il est incapable de nous expliquer le phénomène de régulation (épictèse) se produisant lorsqu'une cellule, placée dans un milieu trop concentré, agit comme si elle savait élever sa pression osmotique afin de conserver, par rapport au milieu ambiant, la légère hypertonie nécessaire à la turgescence et à la vie.

*Dans ce cas comme dans tant d'autres, la matière vivante offre l'original dans toute sa complexité; le représentant des sciences de la matière inerte construit avec beaucoup d'ingéniosité un modèle simplifié dont le fonctionnement donne lieu à des lois qui l'expliquent. Replacé sur l'original, le modèle ne fait qu'imparfaitement comprendre ce qui se passe au sein de la matière vivante.*

Malgré ces réserves, je crois que la pensée du physicien à pénétré profondément notre science et l'a imprégnée. En effet, lorsque HELMOLTZ, en 1882, et Lord KELVIN, en 1852 déjà, ont tenté de comparer l'organisme vivant à une machine, ils ont, longtemps avant le biologiste, considéré cet être vivant comme un tout dont ils ont essayé d'expliquer le fonctionnement comme tel; à vrai dire, ils ont simplifié à l'extrême comme le font et doivent le faire les physiciens lorsqu'ils portent leur attention sur la vie. Par ailleurs, ces comparaisons n'ont conduit à aucun résultat positif; on sait que la «machine vivante» ne fonctionne pas selon le principe de CARNOT. CH.-E. GUYE a fait à ce sujet des remarques très pertinentes.

Le physicien est intervenu d'une manière encore plus générale dans notre science. En effet, il affirme que la température du monde tend à s'égaliser et que la quantité d'énergie susceptible d'être transformée en travail va sans cesse diminuant. La matière vivante, grâce à son pouvoir de synthèse et à sa faculté d'accumuler de l'énergie, aurait la possibilité de lutter contre cette égalisation. Ainsi la vie, ou plus exactement la biosphère (totalité des êtres vivants) acquiert sa place et sa fonction dans l'évolution de l'univers.

Mais, l'intervention du physicien s'arrête là. Je fais à l'égard de la physique les mêmes remarques que pour la chimie.

Il me suffit de lire sous la plume de SCHRÖDINGER «Im Organismus sind neue Gesetze zu erwarten» pour admettre que le physicien, s'il veut bien comprendre l'essence du vital est d'accord avec le biologiste qui, lui aussi, veut se donner la peine de comprendre la physique.

* * *

Devant cet insuccès partiel des sciences exactes à nous faire saisir la nature du vital, on comprend qu'une école de biologistes se soit

orientée dans une autre direction. Il faut cesser de soumettre l'organisme vivant à l'analyse, de chercher en lui des structures toujours plus fines, des particules toujours plus ténues douées des propriétés de la vie; il faut le considérer comme un tout: il est une «totalité», une «Ganzheit». Comme nous l'avons dit cette totalité exprimée par une «Gestalt» possède une forme spécifique en devenir; elle est caractérisée par une cinétique particulière du développement au cours duquel tous ses caractères s'épanouissent en manifestant des corrélations constantes, par des relations structures-fonctions, par une spécialisation fonctionnelle croissante qui n'empêche pas une étonnante plasticité et qui permet un transfert de fonction selon les principes d'analogie et d'homologie, par une faculté de régénération, par une faculté d'adaptation au milieu; elle est caractérisée surtout par une autorégulation qui s'effectue dans le sens du maintien de l'organisme et de sa permanence malgré les variations des conditions extérieures, et, surtout, par son mode de reproduction qui se manifeste à tous les niveaux et affecte toutes les particules douées de la faculté de réduplication.

Cette reproduction et cette transmission de caractères incluent l'organisme dans une phylogénie que l'on s'efforce de reconstituer. L'organisme participe ainsi à une évolution dont il est l'un des éléments. Cette évolution se fait dans un sens déterminé selon des principes de complication morphologique et structurale ainsi que de spécialisation fonctionnelle croissants, d'accélération évolutive croissante, d'irréversibilité, d'hétérotrophie croissante et de constance du milieu intérieur.

On doit retrouver l'essence même du biologique sur ce plan des «totalités». Mais, admettre une totalité, c'est aussi chercher à l'expliquer; on comprend que sur ce plan les conceptions théoriques se soient donné libre cours: conception organismique de VON BERTALANFFY (1928) selon laquelle la vie est une propriété *sui generis* se manifestant sur des objets ayant une organisation définie et qui, de ce fait, deviennent des organismes; conception de DRIESCH qui considère que l'organisme, dans sa totalité est construit pour la vie et fait appel à un principe directeur, logé dans l'organisme, l'entéléchie. Vues purement théoriques, inaptes à faire progresser la science expérimentale.

* * *

La biologie enfin confine à la psychologie. Je n'entends pas uniquement cette psychologie introspective qui étudie les relations du chercheur avec le monde extérieur et qui fait partie de la théorie de la connaissance, mais de la psychologie dans son ensemble. L'être le plus inférieur manifeste déjà une nouvelle propriété fondamentale de la vie, à savoir la faculté de réagir aux excitations du milieu et de répondre à ces dernières par des réactions adéquates. Certes, le mouvement des pseudopodes d'une amibe, comme aussi la conduction de l'influx nerveux chez l'homme sont, en dernière analyse, des phénomènes physiques et chimiques; mais ici encore, il s'agit de phénomènes dirigés, suscep-

tibles de modulations, s'accomplissant à l'intérieur d'un tout, et participant à la défense et au maintien de l'intégrité de ce tout.

Pour l'instant, on peut considérer la psychologie expérimentale comme une partie de la biologie en attendant de devoir considérer la biologie comme une partie d'une psychologie générale; tout se passe comme si la nature, en inventant la vie, voulait introduire la conscience dans l'inanimé.

* * *

Par son essence, et par le fait que le biologiste est lui-même un être vivant, la vie incite aux spéculations. La complication d'un organisme, ses adaptations sont expliquées en faisant appel au hasard, résultat inattendu de causes qui, fortuitement ont agi ensemble; c'est le point de vue du mécanicisme; elles peuvent être également expliquées en faisant appel à une force, à un principe directeur, efficient: c'est le point de vue du finalisme et du vitalisme grâce auxquels toutes les finalités de fait aussi bien que la finalité externe deviennent compréhensibles. Les représentants de ces tendances ne cessent de s'affronter. Les discussions qui en résultent sont stériles en elles-mêmes; leur seul avantage est d'obliger à une revision continuelle des faits et des phénomènes observés. Elles sont inévitables si le biologiste ne veut pas se limiter à la seule constatation des faits expérimentaux mais introduire ceux-ci dans une conception générale du monde.

Je posais à un représentant de la physique théorique la question suivante: vous vous trouvez devant l'univers entier dont vous cherchez à connaître les lois, devant des systèmes aussi complexes et infiniment plus vastes que ceux représentés par des êtres vivants, des systèmes dont les êtres vivants eux-mêmes ne sont que des constituants infimes; existe-t-il chez vous des mécanicistes et des finalistes? Non, fut la réponse. Les notions finalistes disparaissent dès que les phénomènes vitaux sont intégrés dans la biosphère et dans l'univers. Je vois à cette situation les raisons suivantes: le représentant des sciences exactes se trouve placé devant l'univers entier; comme observateur de ce dernier il est un rien dans le tout; ses conceptions personnelles, philosophiques ou religieuses n'interviennent pas dans l'élaboration de ses théories. Le biologiste, en tant qu'être vivant et objet d'étude se trouve au centre de l'univers dont il est roi; cet univers ne semble exister que pour lui; il croit être le seul à le comprendre sans savoir si les exigences de notre représentation sont des nécessités pour les choses. Il a donc le droit de se poser à son propre sujet des questions restant sans réponse et de se délivrer par des spéculations.

Bergson a défini d'une excellente manière la religion en disant, entre autres «qu'elle est le produit des réactions défensives de la nature contre la représentation, par l'intelligence, d'une marge décourageante d'imprévu entre l'initiative prise et l'effet souhaité». Remplaçons la religion, prise dans son sens le plus large, par tout l'inconnu que le biologiste sent encore devant lui et nous comprendrons pourquoi il

éprouve le besoin de spéculer et de faire intervenir des forces extérieures à l'organisme. Il y a là des facteurs subjectifs, affectifs même que l'on ne peut négliger dans notre science.

Il faut de plus considérer le décalage considérable existant entre les sciences exactes et la biologie en ce qui concerne la possibilité de construire de grandes théories et d'axiomatiser. Le «De revolutionibus...» de COPERNIC est de 1543; les «Dialoghi...» de GALILÉE sont de 1636, les «Principia mathematica» de NEWTON sont de 1686. Durant deux siècles (17e et 18e), la biologie a péniblement progressé, préoccupée avant tout de s'y retrouver dans l'infinité des formes vivantes, de les ordonner, de les hiérarchiser et de construire des systèmes qui ont préludé à la théorie de l'évolution. Les théories des molécules organiques, de l'épigenèse, de la préformation naissent et demeurent invérifiables jusqu'au jour oú la théorie du gène (JOHANNSEN, MORGAN, dès 1913) atteste qu'en dernière analyse la préformation et l'épigenèse se justifient toutes deux.

Il faut attendre 1838/1839 pour voir naître la première grande théorie biologique, la théorie cellulaire de SCHLEIDEN et de SCHWANN, et 1859 pour connaître la théorie de l'évolution, de DARWIN. On pourrait naturellement invoquer HARVEY et son «Exercitatio anatomica...» de 1628; si important que soit cet ouvrage, il n'offre pas de théorie, mais tout au plus des lois s'appliquant à un phénomène limité.

Ces constatations font comprendre pourquoi les lois biologiques, lois historiques surtout, formulations constructives destinées à permettre la reproduction d'un phénomène sont moins rigoureuses que les lois physiques et ne permettent qu'une prévisibilité moindre.

On peut d'ailleurs se demander si ce que le biologiste comprend par théorie correspond à la conception que s'en font le mathématicien et le physicien. Ce point est à discuter.

Comme tout homme de science, le biologiste constate des faits, formule des lois, établit ses théories. Les processus mentaux afférent à la constatation du fait, à l'exécution de l'expérience, à son interprétation, à l'établissement de l'hypothèse, sont étroitement imbriqués.

L'établissement d'une hypothèse présuppose une interprétation qui, elle-même, repose sur des a priori dont l'origine n'est pas purement intellectuelle. Ces a priori correspondent à des tendances naturellement ancrées en nous, à des besoins de l'esprit: tendance à atomiser la matière vivante apparemment homogène afin d'y trouver ses plus fins constituants; tendance et nécessité pour l'esprit de se représenter une continuité génétique expliquant la permanence de la vie malgré la durée éphémère des êtres vivants; certitude que la diversité des formes se ramène à des types fondamentaux; besoin de typiser et besoin d'unité.

Tel est, brièvement esquissé, le cadre à l'intérieur duquel nos discussions peuvent se développer.

Exposé de F.-E. Lehmann

# Von der Bedeutung und der Eigenart der Theorie in der Biologie

Manchmal wird der Biologe von Nichtbiologen gefragt, ob es denn in der Biologie überhaupt Theorie und Theoriebildung gebe. Dabei scheint der Fragesteller anzunehmen, die biologische Forschung sei zum größten Teil rein «beschreibender» Natur. Solche und ähnliche Fragen scheinen mir bezeichnend für die Schwierigkeiten zu sein, die dem Nichtbiologen den Weg zu tieferen biologischen Erkenntnissen versperren. Denn ihre Eigenart und ihr Inhalt erschließen sich dem Nichtbiologen nur unter bestimmten Voraussetzungen. Es ist kein Zufall, daß die Bemühungen der Biologen, die Gesetzlichkeit der Lebewelt zu verstehen, erst nach Jahrhunderten zu Erkenntnissen von sehr allgemeiner Natur – eben zu Theorien – geführt haben. So wie das Hindernis der höheren Mathematik dem Laien manche Ergebnisse der Physik fast oder ganz unzugänglich macht, so ist es die mangelnde Vertrautheit mit der Form, der Struktur und den Leistungen der lebenden Organismen, kurz die mangelnde biologische Erfahrung, die dem Nichtbiologen wirklich biologische Einsichten sehr erschwert.

Die moderne biologische Forschung bietet heute zwei Aspekte. Auf der einen Seite ist das *Leben* als *dynamisches Geschehen* in seiner charakteristischen Bedingtheit zu erfassen, auf der andern Seite ist das *Leben* undenkbar ohne *Ordnung, Struktur und Form.* Die biologische Forschung ist demgemäß durchsetzt mit morphologischen Prinzipien und Begriffen. Dadurch gewinnt sie enge Beziehungen zu den anderen Wissenschaftszweigen, die mit strukturierten Gebilden arbeiten, wie die Atomphysik, die Chemie, die Kristallographie und die Mineralogie. Wir können somit heute in der Biologie zwei Methoden unterscheiden, die sich mit den genannten beiden Hauptaspekten befassen. Auf der einen Seite besteht so das Bedürfnis nach einer (in den Worten Nigglis) *vergleichend-systematischen* oder *tektonisch-normativen* oder *urbildlich-erläuternden* Methode. Die andere Methode, die in der klassischen Physik zu dominieren scheint, nämlich die *abstrakt-generalisierende* oder *atektonisch-imperative* oder *ursächlich-erklärende* ist in der Biologie erst seit dem Aufkommen der experimentellen Arbeitsweise mehr in der Vordergrund getreten.

Beide Methoden haben in der Biologie ihre besondere Ausprägung erhalten. Biologische Formen sind ebensowenig wie biologische Prozesse restlos zu mathematisieren oder zu geometrisieren wie etwa die Welt der Kristalle. Die biologische Forschung ist vielfach gezwungen, Formen, Strukturen und Prozesse mit Hilfe von qualitativen Bezeichnungen und normativen Schemata zu kennzeichnen. Mit diesen durch Abstraktion gewonnenen Mitteln werden Prinzipien entwickelt zur Ordnung von umfangreichen Mannigfaltigkeiten von Phänomen wie das System der Tiere; es werden bestimmte Zusammenhänge und Abhängigkeiten dargestellt wie der Induktionsprozeß bei der Bildung des embryonalen

Nervensystems der Wirbeltiere, und es werden Genkarten für Chromosomen entworfen. Wie die Geschichte der Biologie zeigt, haben sich diese Mittel vielfach bewährt. Ein großes Maß theoretischer Arbeit, das in seinen Ergebnissen überprüfbar und reproduzierbar ist, wurde mit diesen begrifflichen Werkzeugen vollbracht. Da die meisten biologischen Formen und Vorgänge häufig vorkommen, werden heute die statistisch-mathematischen Methoden immer mehr angewandt, um die Signifikanz bestimmter Aussagen zu prüfen. Der Paläontologe kann von bestimmten Knochen nur dann aussagen, sie seien «typisch» und «normal», wenn er an Hand zahlreicher ähnlicher Funde die Variabilität der untersuchten Form überblicken kann. Genau so wird heute im entwicklungsphysiologischen Experiment wie im Vererbungsversuch die statistische Sicherung verlangt.

Die Biologie hat sich mit Hilfe dieser Verfahren und zahlreicher immer weiter reichender Abstraktionen zu einer Wissenschaft entwickelt, in der die Untersuchung von Struktur- und Gestaltphänomen ebenso unerläßlich erscheint wie die Ermittlung kausaler Zusammenhänge. Das soll zunächst gezeigt werden an fünf Ordnungsprinzipien, die heute innerhalb der Biologie meist als stillschweigend gemachte Voraussetzung bei allen Erörterungen gelten, die aber dem Nichtbiologen kaum bekannt sind.

1. *Das Prinzip der Form- und Strukturverwandtschaft.* Alle Organismen sind typisch geformt und strukturiert. Sie lassen sich nach dem Grade ihrer Formverwandtschaft in Gruppen mit relativ gleichartigen Bauplänen ordnen. Die möglichen Baupläne sind nicht sehr zahlreich. Sie lassen sich in einem natürlichen System ordnen, das den Grad der Formverwandtschaft zum Ausdruck bringt.

2. *Das Prinzip der strukturgebundenen Lebensleistungen in ihrer Beziehung zur Umwelt.* Alle Organismen erhalten sich am Leben durch eine Reihe charakteristischer und strukturgebundener Leistungen oder Funktionen (Fortpflanzung, Entwicklung und Vererbung, Stoffumsatz, Reizaufnahme und -verarbeitung). Die Lebensleistungen eines Organismus sind so beschaffen, daß sie den Weiterbestand eines Lebewesens und seiner Nachkommen in dessen normaler Umwelt ermöglichen. Die Lebensleistungen sind zudem in charakteristischer Weise auf die Umwelt abgestimmt.

3. *Das Prinzip des individuellen Strukturwandels.* Alle Organismen verändern sich dauernd im Rahmen eines charakteristischen Entwicklungszyklus, der in der Regel vom Ei zum geschlechtsreifen Individuum, zum Alter und zum Tode führt. Das Ei zeigt ein Minimum, das reife Individuum ein Maximum an struktureller und funktioneller Differenzierung.

4. *Das Prinzip des historischen Strukturwandels.* Alle Organismen sind Glieder von Fortpflanzungsreihen. Diese Fortpflanzungsreihen haben sich während der Erdgeschichte zum Teil tiefgreifend und aperiodisch geändert. Die Mannigfaltigkeit der Formen und Lebensleistungen hat im Verlaufe der überblickbaren Erdgeschichte in sehr hohem Grade zugenommen.

5. *Das Prinzip der Steuerung des Strukturwandels durch elementare Bauelemente.* Es sind bei allen Organismen elementare Bauelemente vorhanden. Aus ihnen können sich durch Vermehrung und Gruppierung zu höheren Strukturverbänden die Organe aufbauen. Am Anfang der Entwicklung der meisten Organismen z. B. auch des Menschen, steht eine einzige Zelle mit relativ wenigen Bauelementen, aus denen die ganze komplizierte menschliche Organisation entwickelt wird. Das Zellplasma mit seinen Bestandteilen kommt als Grundlage der gesamten Organisation in Frage, während die Chromosomen für die erbspezifische Ausprägung der Organisationsmerkmale verantwortlich sind. Die erblichen Abänderungen im Laufe der Generationen entstehen durch sprunghafte Änderungen *(Mutationen)* in den Chromosomen. Zahlreiche Beobachtungen lassen erkennen, daß von den Nachkommen in erster Linie nur diejenigen am Leben bleiben, die im Besitze erblicher Abänderung von positivem Selektionswert sind, während die weniger passenden Abänderungen sich nicht durchsetzen können.

Die fünf Ordnungsprinzipien, die hier kurz erläutert wurden, sind, wie leicht einzusehen ist, das Ergebnis einer sehr komplexen und historisch sehr lange dauernden Arbeit, bei der Beobachtung und Experiment, Analyse und Synthese der Befunde mannigfaltig verwoben sind. Bei dieser Arbeit stehen die tektonisch-normativen und die ursächlich-erklärenden Methoden gleichwertig nebeneinander; beim lebenden Organismus ist ja die kausale Verknüpfung des Geschehens untrennbar mit der Form und der Struktur der lebenden Gestalt verbunden.

Die biologischen Theorien, die z. T. sehr umfassender Art sind, haben im allgemeinen denselben Charakter wie die Theorien anderer Wissenschaftsgebiete, es gelten die Kriterien der Widerspruchsfreiheit, der Nachprüfbarkeit und der Voraussagbarkeit. Die Notwendigkeit, biologische Phänomene auch immer unter Zuhilfenahme qualitativer Begriffe und normativer Schemata zu kennzeichnen, erschwert heute den Anschluß an die sogenannten exakten Naturwissenschaften und gibt den biologischen Theorien eine Sonderstellung.

Immerhin lassen sich die biologischen Phänomene als Gestaltphänomene behandeln. Gestalten kommen auch in der unbelebten Natur vor. Sie lassen sich z. T. leichter behandeln, wenn sie wie die Gestalten von Kristallen geometrisierbar sind. Die Prinzipien der Gestaltlehre sind heute noch wenig entwickelt. Es ist aber wahrscheinlich, daß mit Hilfe der Gestaltlehre ein Begriffs- und Symbolapparat geschaffen werden kann, den die Biologie mit den anderen Naturwissenschaften z. T. gemeinsam verwenden könnte.

Ich hoffe, mit dem Gesagten deutlich gemacht zu haben, daß die Biologie nicht nur nach den Prinzipien des kausalen Geschehens und den Universalkonstanten fragt, sondern ebensosehr beschäftigt sie die Frage nach den Ordnungs- und Gestaltungsprinzipien unserer Welt. Somit scheint dem Biologen die Frage nur nach den Kausalbeziehungen unbefriedigend, aber ebenso kann ihn die Frage allein nach der Gestaltung der Natur nicht befriedigen. Statt dessen zeichnet sich die Frage

ab nach den *Möglichkeiten der Natur:* «Was ist möglich an Formen und was an Geschehnissen? Welche grundlegenden dynamischen und morphologischen Prinzipien können bei der Erfassung unserer Welt gefunden werden? Welches ist der mögliche historische Entwicklungsgang der Welt?»

*Discussion*

A la discussion prirent part plus spécialement, MM. O. SCHÜEPP, F. BALTZER, A. FERRERO, A. MERCIER, Mme M. ERNST-SCHWARZENBACH, les orateurs et le président.

On fit tout d'abord remarquer que bon nombre d'affirmations avancées par MM. SCHOPFER et LEHMANN, incontestées aujourd'hui, auraient été bien loin d'avoir le même caractère d'évidence, il y a seulement vingt ans.

Quant à l'intervention des sciences exactes en biologie, si la chimie et la physique ont un rôle indiscutable, bien que probablement partiel, à jouer, les mathématiques semblent moins efficaces. On pourra toutefois retenir l'importance de certains éléments géométriques, l'influence toujours croissante des méthodes statistiques modernes, la possibilité enfin de faire appel à des formalismes créés ad hoc, tels que ceux dont la physique à plusieurs reprises a suscité la formation ou accéléré le développement.

La valeur du tableau de la classification des sciences de NAVILLE fut fortement contestée, en particulier par les représentants des sciences exactes. L'invention de certaines géométries ou de certaines théories physiques, de la relativité par exemple, suffit à démontrer la fragilité des limites des concepts fondamentaux sur lesquels repose cette classification. A ce propos, M. SCHOPFER fait les remarques suivantes: «Il est incontestable que le principe de relativité, reposant sur une corrélation entre mesure du temps et de l'espace fait une brèche dans la classification de NAVILLE. CH.-E. GUYE, utilisant cette dernière comme base de discussion le remarque expressément dans ses „Réflexions sur la classification et l'unification des sciences" (1919). La brèche est visible surtout pour le mathématicien et le physicien, beaucoup moins pour le biologiste. Pour nous, le système de NAVILLE conserve toute sa valeur heuristique.»

On a fait remarquer aussi l'absence dans la classification des sciences de NAVILLE de l'histoire et des sciences qui s'occupent du déroulement chronologique des phénomènes. Le temps n'y entre en effet non sous la forme d'un simple paramètre comme en cinématique, mais à titre de repère univoque de certains faits importants touchant les êtres animés ou inanimés.

Une profonde divergence est apparue entre la notion de théorie du biologiste et ce qu'entend par là le physicien ou le mathématicien. Pour le premier il y a théorie dès qu'il y a appel à une notion abstraite, dès que l'on sort de l'expérimentation et de la simple description des phénomènes. Pour les seconds il est essentiel que ces notions soient engagées

dans un système de relations plus ou moins formalisées qui leur confèrent une structure autonome. Cette indépendance peut aller si loin qu'on pourrait presque dire que la théorie crée des faits, qu'elle engendre des êtres: le microscope électronique ou le neutrino!

Il resterait à examiner si la divergence de ces conceptions relève de l'objet de chacune de nos sciences, de l'état de développement de chacune d'elles, de la complexité des problèmes qu'elle rencontre. Bornons-nous à noter un élément de rapprochement: la génétique possède plusieurs des caractères essentiels d'une théorie physique.

Signalons pour terminer deux reproches formulés contre la tendance même de la discussion, incapable selon l'un de s'élever du terrain médiocrement technique vers un idéal métaphysique, perdue déjà selon l'autre dans les brouillards d'un verbalisme philosophique. Il est certain que la discussion que nous venons de résumer très imparfaitement n'a pas apporté aux participants une vue complète et définitive sur la situation de la biologie dans le système des sciences. Toutefois, si elle a permis d'éclairer quelques-unes des différences méthodologiques de nos diverses sciences et certaines difficutés qui en rendent plus délicates les articulations, nous pensons qu'elle aura atteint son but, et ceci principalement grâce à la qualité des introductions de MM. Schopfer et Lehmann.

# Orientierung über die Geologie der Berge am Vierwaldstättersee und die Probleme der Entstehung des Sees

Von

August Buxtorf (Basel)

Das Gebiet des Vierwaldstättersees stellt einen der interessantesten Ausschnitte des Alpennordrandes dar, quert doch der See auf der gewundenen Strecke von Flüelen bis Vitznau zunächst verschiedene Zonen der nördlichen Kalkalpen und dann bis hinaus nach Luzern noch die ganze südliche Randpartie des mittelschweizerischen Molasselandes.

Durch die im Auftrag der *Schweizerischen Geologischen Kommission* seit 90 Jahren durchgeführten Untersuchungen sind wir über die Geologie dieses Gebietes gut unterrichtet. Zuerst bearbeitete Franz Joseph Kaufmann den Nordteil des Seegebietes, soweit er auf Blatt VIII der Dufourkarte 1:100 000 enthalten ist; schon 1871 konnte dieses Kartenblatt in geologischer Darstellung veröffentlicht werden. 1887 erschien dann das südlich angrenzende Blatt XIII, dessen Kartierung von Kaufmann und Casimir Moesch ausgeführt worden war.

Die später zur Verfügung stehenden Siegfriedkarten ermöglichten die Erstellung von *geologischen Spezialkarten* größern Maßstabes; es erschien u. a. 1916 die von geologischen Profilen begleitete *Geologische Vierwaldstätterseekarte 1:50 000*, an deren Zustandekommen sechs Mitarbeiter der Geologischen Kommission beteiligt waren.

Eine gute Übersicht unseres Gebietes aber gibt auch das 1950 erschienene *Blatt 3, Zürich–Glarus*, der *Geologischen Generalkarte der Schweiz 1:200 000*, reicht es doch gegen Südwesten zu noch weit über den Vierwaldstättersee hinaus. Auf diese beim Geographischen Verlag Kümmerly & Frey in Bern beziehbare Karte seien Interessenten besonders hingewiesen.

Einen Ersatz für die vorhin erwähnten geologischen Spezialkarten werden künftighin die Blätter des *Geologischen Atlas der Schweiz 1:25 000* bilden; der Probedruck des im nächsten Jahre erscheinenden *Blattes Luzern* konnte an der Luzerner Tagung der S.N.G. den Teilnehmern vorgelegt werden.

Nach diesen Ausführungen über die bisher bearbeiteten Karten besprach der Vortragende an Hand von Profilen und Lichtbildern, namentlich auch von Flugaufnahmen, die geologischen Verhältnisse der verschiedenen tektonischen Einheiten des Vierwaldstätterseegebietes.

Ausgehend von der *Gegend von Luzern,* wo unter alpinem Druck die Schichten des Südrandes des Molasselandes steile Aufrichtung und eng geklemmte Faltung erfahren haben, wurde die südlich anstoßende Zone der sog. *aufgeschobenen Molasse* betrachtet. Diese besteht aus ältern Molassesedimenten und ist gekennzeichnet durch die häufigen Nagelfluheinlagerungen, die am Rigi, gemessen im Profil zwischen Greppen (im Nordwesten) und Rigi-Scheidegg (im Südosten), eine wohl über 4000 m mächtige, schwach nach Südosten geneigte Schichtfolge bilden. Dieser gewaltige Rigiklotz lag einst in der Tiefe am Südrand des Molassebeckens; bei der Entstehung der Alpen aber wurde er in die Höhe gepreßt und auf die nördlich davon liegenden jüngern Molasseschichten hinaufgeschoben.

Von besonderer Bedeutung ist, daß neuere Untersuchungen in dieser aufgeschobenen Molasse auch *Querbrüche* feststellen konnten. Durch eine solche von Südost nach Nordwest verlaufende Bruchzone dürfte das unvermittelte Aufhören der Rigimasse gegen Südwesten zu und das Vordrängen der Alpenrandkette im Vitznauerstock und Bürgenstock bedingt sein.

Mit der *Alpenrandkette* Pilatus–Bürgenstock–Vitznauerstock–Rigihochfluh beginnt der Bereich der Kalkalpen, deren nördlicher Teil – etwa bis zur Senke des Surenenpasses und ihrer östlichen Fortsetzung gegen das Schächental zu – aus von Süden her überschobenen Massen besteht. Es sind dies die sog. *helvetischen Decken,* an deren Aufbau die Schichtfolge Jura-Kreide-Alttertiär beteiligt ist. Die ältern Schichtglieder, im besondern die jurassischen Sedimente kennzeichnen den südlichen Teil dieser Decken; im nördlichen Anteil ist im wesentlichen nur Kreide und Alttertiär vertreten. Den ursprünglichen Ablagerungsort dieser Schichtfolgen müssen wir im Süden, im Gebiet südlich des Aarmassivs, suchen. Wie es aber kam, daß diese Massen weit nach Norden geschoben worden sind, darauf kann in den heutigen Ausführungen nicht eingetreten werden.

Die Alpenrandkette, die sich vom Pilatus zur Rigihochfluh verfolgen läßt, entspricht der *Stirnregion* der helvetischen Decken; sie ist von Süden her an den Südrand der aufgeschobenen Molasse angepreßt worden und wird von ihr nur getrennt durch eine schmale Zone von verschürftem Alttertiär, das den Namen *subalpiner Flysch* erhalten hat.

Für die Randkette ist noch hervorzuheben, daß sie beim Nordwärtsschub eine Streckung und Zerlegung in einzelne Teilstücke erfahren hat, und zwar vollzog sich dies längs *schief* zum Streichen der Kette verlaufenden *Querbrüchen,* die z. T. sich — wie oben bemerkt — bis in die «aufgeschobene Molasse» verfolgen lassen. Eine der wichtigsten dieser Querstörungen ist der schräg nach Nordwesten verlaufende Bruch, der den Pilatus vom Lopperberg trennt. Durch den Zusammen-

schub der Schichten im Pilatus-Teilstück ist der prächtige Querschnitt entstanden, den die in die Luft ausstreichenden Pilatusfalten beim Anblick von Nordosten, von Luzern aus, bieten.

Es ist nun aber noch ein weiteres Element im Bau der Vierwaldstätterberge zu erwähnen. Betrachten wir die helvetischen Decken als Ganzes, so zeigt sich, daß sie in ihren südlichen Teilen – am Urnersee und bei Engelberg – ein Abtauchen gegen Norden zeigen. Weiter gegen Norden zu aber steigen ihre Stirnfalten als Randkette in die Höhe, und es entsteht so eine Art Mulde, die wir von Schwyz gegen Brunnen und weiter gegen Beckenried und Sarnen verfolgen können. In dieser Senke aber liegen nun noch *Relikte höherer Überschiebungsdecken*, die einstmals in größerer Ausdehnung den helvetischen Decken aufruhten. Von ihrer helvetischen Unterlage, die vorwiegend aus Alttertiär und Kreidesedimenten besteht, unterscheiden sich diese Reliktberge durch das Vorhandensein älterer Formationen, namentlich von Trias und Jura. Sie erscheinen deshalb als etwas Fremdartiges und haben in der Folge den Namen *Klippen* erhalten. Am Vierwaldstättersee gehören zu ihnen das *Stanser-* und das *Buochserhorn* samt dem *Klewenstock*, ferner ob Schwyz die durch ihre markanten Formen von den übrigen Bergen sich unterscheidenden *Mythen*. Wo wir den Herkunftsort dieser Klippendecke zu suchen haben, ist heute noch nicht ganz abgeklärt; jedenfalls lag er südlich desjenigen der helvetischen Decken.

Anschließend an diese Ausführungen über die Geologie der Berge am Vierwaldstättersee sei noch kurz die Frage der *Entstehung des Sees* berührt.

Zwei Ansichten stehen sich hier hauptsächlich gegenüber: Einerseits wird die Schaffung des Seebeckens auf die *erodierende Wirkung der eiszeitlichen Gletscher* zurückgeführt; anderseits aber werden *Krustenbewegungen im alpinen Bereich* in Betracht gezogen. Im besondern hat Albert Heim die Ansicht vertreten, es habe in der Diluvialzeit eine Einsenkung des ganzen durchtalten Alpenkörpers stattgefunden, wodurch im nördlichen und südlichen Randgebiet der Alpen die Täler rückläufig wurden und sich in Seen verwandelten.

Daß der eiszeitlichen Gletschererosion große Bedeutung beigemessen werden muß, steht für viele Seen, im besonderen für die des schweizerischen Mittellandes, außer Frage. Aber auch am Vierwaldstättersee haben wir die Weitung des ganzen Beckens, die breite Lücke zwischen Roßberg und Rigi und im besonderen die Ausräumung der Molasse im Gebiet zwischen Hergiswil, Weggis und Luzern wohl im wesentlichen auf glaziale Erosion zurückzuführen. Es ist auch zu beachten, daß die ursprüngliche Ausdehnung des Sees sehr viel größer war als heute. Im Reußtal reichte er bis hinauf gegen Amsteg, im Engelberger Tal bis nach Grafenort, in der Richtung Brünig hing er mit dem Sarnersee zusammen und bei Schwyz mit dem Lauerzersee; der Bürgenstock und der Molasserücken der Birregg, östlich Horw, waren Inselberge. Erst durch die postglazialen Anschwemmungen der Zuflüsse hat der See seine heutige Gestalt erhalten.

Aber gerade die wechselnde Richtung der verschiedenen Seearme, die vor der Zuschüttung durch junge Alluvionen noch mehr zur Geltung kam als heute, läßt sich durch Glazialerosion doch wohl kaum befriedigend erklären. Der Gedanke, es könnte – wie dies ALBERT HEIM annimmt – der vielgestaltige See einem *ertrunkenen Talsystem* entsprechen, hat deshalb auch den Vortragenden beschäftigt (siehe Erläuterungen zur geologischen Karte der Rigihochfluhkette, 1916, S. 64–68). Allein er dachte nicht an ein allgemeines Einsinken des Alpenkörpers, sondern an eine *Heraushebung des zentralen Alpengebietes*, aber verknüpft mit leichten *Einsenkungen der alpinen Randgebiete*, in welchen es dann, im Norden und im Süden, zur Entstehung der alpinen Randseen kam. Ob wir mit diesem Erklärungsversuch einer befriedigenden Lösung nähergekommen sind, sei ganz offen gelassen. Nach wie vor stellt die Entstehung der alpinen Randseen ein schwieriges Problem dar.

Sichere Anhaltspunkte besitzen wir dagegen über die *Zustände des Vierwaldstätterseegebietes während der Eiszeiten*. Sein östlicher Teil war vom Reußgletscher erfüllt, von Westen her aber drang über die Senke des Brünigs ein Seitenarm des Aaregletschers durchs Tal der Sarner Aa gegen Stans vor, vereinigte sich im Westteil des Bürgenstocks mit den Gletschern des Engelberger- und Reußtals und floß dann von dort gegen Nordwesten zu. Über den *Höchststand* der eiszeitlichen Gletscher geben uns die *erratischen Blöcke* zuverlässige Auskunft. Am Südhang der Rigihochfluh, da wo der Reußgletscher auf die Randkette stieß, liegen die höchsten von ihm hinterlassenen Erratiker bei 1370 m ü.M., und daraus resultiert in diesem Abschnitt eine Mächtigkeit des Gletschereises von ca. 1250 m, wenn wir annehmen, daß die jungen Seeablagerungen auf dem Boden des Gersauer Beckens eine Dicke von etwa 100 m aufweisen.

Endlich sei noch kurz auf einige Moränenablagerungen hingewiesen, die besonderes Interesse verdienen. Es entspricht z. B. der als Wiesengelände gekennzeichnete *Vorsprung von Kehrsiten* einer *Mittelmoräne*, die sich am Nordwestabhang des Bürgenstocks da bildete, wo Reußgletscher und Aare-Brünig-Gletscher sich vereinigten. Die Tiefenvermessung des Sees zeigt, daß sich dieser Moränenrücken noch über 1 km weit nach Nordwesten fortsetzt.

Eine *unterseeische*, gegen Norden bogenförmig vorspringende *Moräne* läßt sich *südwestlich Vitznau* zwischen den beiden Nasen feststellen. Der höchste Punkt des Walles liegt nur 27 m unter dem Seespiegel; der Wall aber überragt den Boden des Gersauer Beckens um etwa 180 m, den des Weggiser Beckens um etwa 120 m; diese gewaltigen Dimensionen zeigen, daß es sich um die Moräne eines jedenfalls sehr lange andauernden Rückzugstadiums des Reußgletschers der letzten Eiszeit handelt. Es ist anzunehmen, daß das Becken von Weggis damals schon eisfrei war, und es dürfte sich also zu dieser Zeit in der Bucht von Vitznau ein Bild geboten haben, wie wir es heute von grönländischen Gletschern, die sich in Fjorde ergießen, kennen, d. h. ein Kalben des Gletschers in schwimmende Eisberge.

Eine ähnliche, einem etwas spätern Rückzugsstadium angehörende *unterseeische Moräne* des Reußgletschers ist auch etwa *2 km östlich Gersau*, unweit der Kindlismord-Kapelle, durch Vermessung nachgewiesen worden. Ihr Rücken reicht am höchsten Punkt bis 53 m unter Seeniveau, und sie überragt die Sohle des Gersauer Beckens um etwa 160 m, so daß auch hier eine längere Dauer des Rückzugsstadiums anzunehmen ist.

Mit dem Rückzug der eiszeitlichen Gletscher hat dann die Zuschüttung des Sees durch all die Alluvionen der großen und kleinen Zuflüsse begonnen, und durch die später einsetzende Besiedlung ist allmählich das heutige Landschaftsbild entstanden.

Meine kurzen Ausführungen mögen zeigen, wieviel Interessantes die Berge am Vierwaldstättersee dem Geologen bieten, daß aber auch noch viele Fragen ihrer Lösung harren.

## 1. Sektion für Mathematik

Sitzung der Schweizerischen Mathematischen Gesellschaft

**Samstag und Sonntag, den 29. und 30. September 1951**

*Präsident:* Prof. Dr. A. PFLUGER (Zürich)
*Sekretär:* Prof. J. J. BURCKHARDT (Zürich)

**1.** GABRIEL THIERRIN (Institut Minerve, Villars-sur-Ollon). – *Sur les groupes semi-abéliens.*

Nous dirons qu'un groupe $G$ est *semi-abélien* si le groupe commutateur $C$ de $G$ est sous-groupe propre ou impropre du centre $Z$ de $G$. Les groupes abéliens sont des cas particuliers des groupes semi-abéliens. Remarquons que tout groupe semi-abélien est résoluble. Nous avons:

*Théorème. Tout groupe semi-abélien fini $G$ est le produit de groupes abéliens n'ayant en commun deux à deux que le groupe commutateur $C$ de $G$, et dont les ordres sont des puissances de nombres premiers multipliées par l'ordre de $C$.*

En effet, le groupe-quotient $G/C$ est abélien. D'après le théorème fondamental sur les groupes abéliens finis, il est le produit direct de groupes-quotients cycliques dont les ordres sont des puissances de nombres premiers. Soient $Q_1/C$, $Q_2/C$, ..., $Q_m/C$ ces groupes-quotients cycliques. Les groupes $Q_1$, $Q_2$, ..., $Q_m$ n'ont en commun deux à deux que le groupe commutateur $C$ et les ordres de ces groupes sont des puissances de nombres premiers multipliées par l'ordre de $C$. Le groupe $G$ est le produit de ces groupes $Q_1$, $Q_2$, ..., $Q_m$. Nous allons montrer que ces groupes sont abéliens. En effet soit $Q$ l'un quelconque de ces groupes. Le groupe-quotient $Q/C$ est cyclique. Nous avons:

$$Q = C + a_1C + a_2C + \ldots + a_{n-1}C \qquad (1)$$

Soit $a_1C$ le complexe générateur du groupe-quotient cyclique $Q/C$, et soit $a$ un élément quelconque de $a_1C$. Les puissances $a$, $a^2$, ..., $a^{n-1}$, $a^n$ de l'élément a appartiennent respectivement aux complexes $a_1C$, $a_2C$, ..., $a_{n-1}C$, $C$. La décomposition (1) peut donc s'écrire:

$$Q = a^nC + aC + a^2C + \ldots + a^{n-1}C, \text{ avec } a^nC = C$$

Par hypothèse, $C$ est abélien, et chacun de ses éléments est permutable avec chacun des éléments de $G$ et donc de $Q$. Soient $a^ic_k$ et $a^jc_r$ deux

éléments quelconques de $Q$, $c_k$ et $c_r$ étant deux éléments de $C$. Nous avons:

$$a^i c_k \cdot a^j c_r = a^i a^j \cdot c_k c_r = a^j a^i \cdot c_r c_k = a^j c_r \cdot a^i c_k$$

Par conséquent, le groupe $Q$ est abélien et le théorème est démontré.

Comme exemple de groupe semi-abélien, nous avons le groupe des quaternions. Le groupe commutateur $C$ et le centre $Z$ sont confondus: $\pm 1$. Les groupes abéliens de la décomposition sont les groupes cycliques engendrés respectivement, soit par $i$ et $j$, soit par $i$ et $k$, et soit par $j$ et $k$. Les groupes hamiltoniens finis les plus généraux sont aussi des groupes semi-abéliens.

**2.** Sophie Piccard (Neuchâtel). – *Les systèmes d'éléments générateurs d'un groupe d'ordre fini et leurs groupes associés.*

Soit $G$ un groupe non cyclique d'ordre fini $n>1$. Soit $k$ un entier $>1$ et soit $B_k = \{S_1, \ldots, S_k\}$ un système de $k$ éléments indépendants générateurs du groupe $G$. On a donc $(S_1, \ldots, S_k) = G$ [1]. Pour un groupe donné $G$, $k$ peut prendre différentes valeurs. Soient $k_1, \ldots, k_r$ $(k_1 < \ldots < k_r)$ ces valeurs. Les nombres $r$, $k_1, \ldots, k_r$ sont des invariants du groupe $G$. Le nombre total de systèmes $B_k$ est aussi un invariant de $G$, quel que soit $k = k_1, \ldots, k_r$. Soit $R$ un élément quelconque de $G$ et soit $T_i = RS_i R^{-1}$, $i = 1, \ldots, k$. Posons $RBR^{-1} = \{T_1, \ldots, T_k\}$. On a $(T_1, \ldots, T_k) = G$, et $\{T_1, \ldots, T_k\}$ est également un système de $k$ éléments indépendants générateurs de $G$. Soit $C$ le centre de $G$ et soit $\lambda$ l'ordre de $C$. L'ensemble des éléments de $G$ qui transforment un système donné $B_k = \{S_1, \ldots, S_k\}$ en lui-même forme le premier groupe $g_1$ associé à $B_k$. Soit $v_1$ l'ordre de $g_1$. Soit $R$ un élément quelconque de $g_1$, soit $RS_iR^{-1} = S_{j_i}$, $i = 1, \ldots, k$, et soit $\sigma = \begin{pmatrix} S_1 & \ldots & S_k \\ S_{i_1} & \ldots & S_{i_k} \end{pmatrix}$. L'ensemble des substitutions $\sigma$ forme le *second groupe $g_2$ associé* à $B_k$. Le groupe $g_1$ est $v_1/\lambda$ fois isomorphe au groupe $g_2$.

Soit 1) $B_k^1, \ldots, B_k^t$ une suite comprenant $t$ systèmes $B_k$ jouissant des propriétés suivantes. Quels que soient les deux nombres distincts $i$ et $j$ de la suite $1, \ldots, t$ et quel que soit l'élément $R$ de $G$, $B_j \neq RB_iR^{-1}$. D'autre part, quel que soit le système $B_k$, il existe un système $B_k^i$ de la suite 1) et un élément $R$ de $G$, tels que $B_k = RB_k^iR^{-1}$. La suite 1) est une suite complète de représentants indépendants des systèmes $B_k$. Soit $g_1^i$ le premier groupe associé au système $B_k^i$, $i = 1, \ldots, t$, soit $v_i$ l'ordre de $g_1^i$, et soit $n$ l'ordre du groupe $G$. Alors le nombre total de différents systèmes $B_k$ est $\sum_{i=1}^{t} \frac{n}{v_i}$. Pour déterminer tous ces systèmes, il suffit de déterminer une suite complète 1) ainsi que le premier groupe associé à chaque système de la suite 1).

---

[1] Le symbole $(S_1, \ldots, S_k)$ désigne le groupe engendré par les éléments $S_1, \ldots, S_k$.

Soit, à présent, $G$ un groupe d'ordre fini, sous-groupe distingué d'un groupe plus vaste $G_1$. Soit $C_1$ l'ensemble des éléments de $G_1$ qui sont permutables avec chaque élément de $G$. $C_1$ est un sous-groupe de $G_1$. Soit $\lambda_1$ l'ordre de $C_1$. L'ensemble $g_3$ comprenant tous les éléments de $G_1$ qui transforment un système donné $B_k = \{S_1, \ldots, S_k\}$ de $k$ éléments indépendants générateurs de $G$ en lui-même est un groupe appelé troisième groupe associé à $B_k$, relatif au groupe $G_1$. Soit $v_3$ l'ordre de $g_3$. Soit $R_1$ un élément quelconque de $g_3$. Soit $R_1 S_i R_1^{-1} = S_{h_i}, i = 1, \ldots, k$, et soit $\tau = \begin{pmatrix} S_1 & \ldots & S_k \\ S_{h_1} & \ldots & S_{h_k} \end{pmatrix}$. L'ensemble des substitutions $\tau$ forme le quatrième groupe $g_4$ associé au système $B_k$. Le groupe $g_3$ est $v_3/\lambda_1$, fois isomorphe à $g_4$.

**3.** Sophie Piccard (Neuchâtel). – *Les bases du groupe de Klein généralisé et de certains groupes de Mathieu.*

Soit $n$ un entier $\geq 2$ et soit, pour tout $i = O, 1, \ldots, n\text{-}1$, $T_{1+2}i$ la substitution régulière de degré $2^n$ et du second ordre composée des $2^{n-1}$ transpositions $(j+k2^{i+1}\ j+k2^{i+1}+2^i)$, $j = 1, \ldots, 2^i$, $k = O, 1, \ldots, 2^{n-i-1}-1$. Les substitutions $T_{1+2}i$ sont indépendantes et permutables deux à deux. Elles engendrent un groupe abélien régulier d'ordre et de degré $2^n$ dont toutes les substitutions sont du second ordre. C'est le groupe de Klein généralisé $G_{2n}$. Il est à base d'ordre $n$ et les substitutions $T_{1+2}i$, $i = O, \ldots, n\text{-}1$, constituent l'une de ses bases. Il existe une substitution de $G_{2n}$ et une seule qui transforme 1 en $h$ quel que soit $h = 1,2,\ldots, 2^n$. Soit $T_h$ cette substitution et soit $T_h(k)$ le nombre que $T_h$ substitue à $k$, quel que soit $k = 1,2,\ldots, 2^n$. Soient $h = h_n 2^n + \ldots + h_1 2 + h_o$ et $k = k_n 2^n + \ldots + k_1 2 + k_o$ les développements à base 2 des deux nombres $h$ et $k$. Les nombres $h_o, \ldots, h_n$, $k_o, \ldots, k_n$ font tous partie de l'ensemble $\{0,1\}$. Soit $r\,(s)$ le plus petit nombre de la suite $0,1,\ldots, n$, tel que $h_r = 1$ $(k_s = 1)$ et soit $t$ le plus grand des deux nombres $r$ et $s$. On a $T_h(k) = |\, h_n - k_n \,|\, 2^n + \ldots + |\, h_{t+1} - k_{t+1} \,|\, 2^{t+1} + 1$, si $r = s = t$, et $T_h(k) = |\, h_n - k_n \,|\, 2^n + \ldots + |\, h_{t+1} - k_{t+1} \,|\, 2^{t+1} + (h_t + k_t)\, 2^t - 1_{t-1} 2^{t-1} - \ldots - 1_1 2 - 1_o + 1$, où $1_u = k_u$, $u = O, \ldots, t\text{-}1$, si $r > s$, et $1_u = h_u$, si $r < s$.

Le nombre total de bases de $G_{2n}$ est $(2^n-1)\,(2^n-2)\ldots(2^n-2^{n-1})/n!$ Quelle soit la base $B = \{S_1, \ldots, S_n\}$ du groupe $G_{2n}$, il existe une permutation $a_1 a_2 \ldots a_{2n}$ des nombres $1,2,\ldots, 2^n$, telle $S_i$ est composée des $2^{n-1}$ transpositions $(a_{j+k2i}\ a_{j+k2i+2i-1})$, $j = 1, 2, \ldots, 2^{i-1}$, $k = O, 1, \ldots, 2^{n-i}\text{-}1$.

Le premier groupe associé à toute base $B$ de $G_{2n}$ est le groupe $G_{2n}$ tout entier. Le troisième groupe associé à une base $B$ de $G_{2n}$ relatif au groupe symétrique $\mathfrak{S}_{2n}$ des substitutions des éléments $1,2,\ldots, 2^n$ est d'ordre $2^n n!$ et quelle que soit la permutation $i_1 i_2 \ldots i_n$ des nombres $1,\ldots, n$ il existe une substitution du groupe $\mathfrak{S}_{2n}$ qui transforme $S_j$ en $S_{i_j}$, $j = 1,2,\ldots, n$. Soit $G_{Nn}$ le groupe formé de toutes les substitutions de $\mathfrak{S}_{2n}$ qui sont permutables avec le groupe $G_{2n}$ et soit $N_n$ l'ordre de

ce groupe. On a $N_n = 2^n\,(2^n-1)\,(2^n-2)\ldots(2^n-2^{n-1})$ et on obtient toutes les bases de $G_{2n}$ à partir de l'une quelconque de ces bases, en la transformant par les substitutions du groupe $G_{N_n}$.

Nous ne connaissons aucun exemple de groupe primitif non cyclique qui soit à base d'ordre supérieur à deux. Le groupe de Mathieu de degré douze, cinq fois transitif, peut comme on sait[1] être engendré par les six substitutions suivantes: $A_1 = (1\,2\,3\,4)\,(5\,6\,7\,8)$, $A_2 = (1\,6\,3\,8)\,(2\,5\,4\,7)$, $A_3 = (1\,9)\,(2\,7)\,(4\,8)\,(5\,6)$, $A_4 = (9\,10)\,(2\,4)\,(5\,8)\,(6\,7)$, $A_5 = (10\,11)\,(2\,6)\,(4\,8)\,(5\,7)$ et $A_6 = (11\,12)\,(2\,4)\,(5\,6)\,(7\,8)$. Soit $G_i$ le groupe engendré par les $i$ substitutions $A_1, A_2, \ldots, A_i$, $i = 2, 3, 4, 5, 6$. Les quatre groupes primitifs $G_3$, $G_4$, $G_5$ et $G_6$ sont à base du second ordre.

**4.** Hans Künzi (Zürich). – *Riemannsche Flächen mit einfachperiodischen und doppeltperiodischen Enden.*

Eine der wichtigsten Aufgaben der Funktionentheorie besteht darin, die Wertverteilung für eine meromorphe Funktion anzugeben, die man nicht explizite, sondern nur durch die sie erzeugende Riemannsche Fläche kennt. Von der allgemeinen Lösung dieses Problems sind wir heute allerdings noch weit entfernt. Wesentliche Resultate in dieser Richtung wurden von Ullrich und Wittich erzielt, indem sie die Wertverteilung für diejenige Klasse Riemannscher Flächen bestimmten, deren Streckenkomplexe aus endlich vielen periodischen Enden bestehen. Wittich zeigte weiter, wie sich durch Asymmetrie im Streckenkomplex die Ordnung der Funktion erhöhen kann. In einer Arbeit untersuchte der Verfasser eine weitere Flächenklasse, deren Streckenkomplexe doppeltperiodische Enden aufweisen. Die Wertverteilung einer Funktion, deren Streckenkomplex sowohl einfachperiodische wie doppeltperiodische Enden aufweist, ist dadurch charakterisiert, daß trotz den vorhandenen logarithmischen Windungspunkten keine Defekte auftreten können. Im weiteren lassen sich Beispiele angeben, in denen durch Verschiebung der Grundpunkte, d. h. Verzweigungpunkte der Riemannschen Fläche, eine Ordnungserhöhung erzielt werden kann.

Eine ausführliche Darstellung erfolgt in den «Commentarii Mathematici Helvetici».

**5.** Max Gut (Zürich). – *Kubische Klassenkörper über quadratisch-imaginären Grundkörpern.*

Die Mitteilung erschien in extenso in dem «Nieuw Archief voor Wiskunde», Groningen, Jahrgang 1951, S. 185.

**6.** Charles Blanc (Lausanne). – *Formules d'intégration approchée et fonctions aléatoires.*

On admet en général que toute méthode numérique approchée doit s'accompagner d'une évaluation de l'erreur commise; et de fait, assez

[1] Voir, par exemple, *C. Jordan*, Traité des substitutions, p. 33.

souvent, on donne en effet un moyen d'effectuer cette évaluation. Pour fixer les idées, considérons les très nombreuses formules de quadrature approchée, par lesquelles on détermine une approximation de $\int_a^b f(x)dx$ au moyen d'une combinaison linéaire de valeurs de $f(x)$ dans $(a, b)$; pour chacune de ces formules, il est possible de borner l'erreur au moyen d'une borne d'une des dérivées de $f(x)$. En principe, la situation est donc parfaitement satisfaisante; en fait, on peut formuler deux objections: d'abord la dérivée en question peut ne pas exister, ou être d'un calcul très laborieux; enfin l'ordre des dérivées considérées sera en général différent pour deux formules différentes, ce qui ne permet pas les comparaisons.

Dans ces évaluations, on cherche toujours une borne de l'erreur pour un ensemble assez étroit de données (par exemple les fonctions dont la dérivée $n$-ième est bornée par un nombre $A$); or on peut aborder le problème différemment, en attribuant à l'ensemble des fonctions une distribution de probabilité (donc en considérant une fonction aléatoire) et en cherchant la distribution de l'erreur correspondante. Les paramètres de la distribution de l'erreur se calculent facilement à partir de ceux de la fonction aléatoire: par exemple, la variance de l'erreur s'exprime au moyen de valeurs de la fonction d'autocorrélation de la fonction aléatoire. On a alors la possibilité de comparer les formules en ce qui concerne la distribution de l'erreur. De plus, l'ensemble de fonctions considéré est beaucoup plus large.

Il est clair qu'une telle évaluation n'a qu'un caractère de probabilité, mais c'est en somme le seul point de vue que l'on peut adopter dans la plupart des applications, par exemple si l'on veut étudier l'erreur commise dans l'intégration numérique d'une fonction obtenue expérimentalement. Il semble enfin que l'on pourra chercher dans cette voie pour évaluer l'erreur commise dans l'intégration numérique approchée des équations différentielles ou aux dérivées partielles, où l'on ne connaît actuellement, le plus souvent, aucun moyen de borner cette erreur.

**7.** Louis Locher (Winterthur). – *Grundlagen einer koordinatenfreien Kurventheorie.*

Eine rein synthetische Kurvengeometrie findet sich in dem Werke *Geometrie der Lage* von *G.K.Ch. von Staudt* veranlagt, Ansätze finden sich auch bei *F. Moebius*. Als erster hat wohl *Adolf Kneser* in zwei Abhandlungen 1889 und 1893 in den «Mathematischen Annalen» eine strenge Grundlegung für eine synthetische Kurvengeometrie vorgeschlagen. *C. Juel* hat dann die Ansätze ausgebaut und manche schöne Ergebnisse erhalten.

Die Schwierigkeiten, eine elementare, anschauliche Kurvengeometrie aufzubauen, sind durch folgende Umstände gekennzeichnet: Entweder gerät man bald in das Gestrüpp mengentheoretischer Komplikationen oder man beschränkt sich von vornherein auf einen Bereich von Objekten, zum Beispiel auf algebraische Kurven, der zwar abnormale Ver-

hältnisse ausschließt, der aber doch allzu eng erscheint. Für eine anschauliche Kurvengeometrie ist zum Beispiel nicht einzusehen, warum man sich auf Objekte beschränken sollte, die in ihrer Ganzheit bereits durch ein beliebig kleines Stück bestimmt sind. Das war ja das überraschende Ergebnis der Untersuchungen von *C. Juel*, daß manche Sätze, die man für algebraische Gebilde als typisch betrachtete, sich als viel allgemeiner gültig erwiesen.

Die Aufgabe, eine Einführung in die Juelsche Geometrie zu schreiben, gab den Anlaß, nach einer Grundlage der Theorie zu suchen, welche gewissen bisher wenig beachteten Forderungen genügt. Die gewählten Axiome wurden im Referat kurz skizziert. Eine ausführliche Darstellung erscheint unter dem Titel *Freie Geometrie ebener Kurven* als erstes Heft der Sammlung *Elemente der Mathematik vom höheren Standpunkt aus* im Verlag Birkhäuser (Basel).

**8.** Rosalind Cecily Young (London). – *L'œuvre de vulgarisation dans les mathématiques pures.* – Pas reçu de manuscrit.

Es haben noch gesprochen: H. Bieri, Bern; H. Guggenheimer, Basel; G. Hauser, Luzern; Adolf Kriszten, Zürich; Heinrich Meier, Rorbas; K.F. Moppert, Basel.

## 2. Sektion für Physik

Sitzung der Schweizerischen Physikalischen Gesellschaft

**Samstag und Sonntag, den 29. und 30. September 1951**

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

**1.** F. DESSAUER (Fribourg). – *Mikroschwankungen des Atmosphärendruckes.* – Kein Manuskript erhalten.

**2.** CH. HÆNNY et P. LERCH (Lausanne). – *Autoabsorption de la radiation bêta du radiophosphore 32.* – Pas reçu de manuscrit.

**3.** J.-P. JAN (Lausanne) et H.M. GIJSMAN (Leiden). – *L'effet Hall du fer et du nickel aux basses températures.*

L'effet Hall a été mesuré sur du fer et du nickel électrolytiques au Laboratoire Kamerlingh Onnes de l'Université de Leiden, à 14, 20 et 64° K. La f. é. m. de Hall n'est pas une fonction linéaire du champ magnétique mais se représente par la formule:

$$\varrho_H = R_o \mu_o H + R_1 J = R_o (\mu_o H + \alpha J)$$

où $\varrho_H$ est le champ électrique de Hall par unité de densité de courant, $R_o$ la constante de Hall ordinaire, $R_1$ la constante de Hall extraordinaire, $\alpha = R_1/R_o$ le paramètre du champ, $H$ le champ magnétique dans la substance étudiée et $J$ l'intensité d'aimantation observable. La mesure simultanée de la résistivité $\varrho$ a permis le calcul de la conductibilité magnétogalvanique transversale $\gamma_H = \varrho_H/\varrho^2$ introduite par A. Perrier.

$R_1$ est la constante de Hall mesurée dans les champs faibles; elle varie peu et passe par un minimum dans la région des températures étudiées. Le paramètre $\gamma_H$ présente sur le précédent l'avantage d'une variation thermique notablement plus simple. Il est aussi justifié théoriquement (voir publications diverses de A. Perrier, lesquelles sont à l'origine de ces recherches). A intensité d'aimantation constante, il croît constamment quand la température décroît.

$R_o$ et $a$ n'ont pu être mesurés que sur le nickel; leur variation en fonction de la température est faible; $a$ est sensiblement égal à 2.

Les résultats numériques sont présentés sous forme de graphiques projetés. Des mesures à 83° K et à la température du laboratoire, certaines effectuées à Lausanne par l'un des auteurs, complètent les résultats précédents.

Une note plus détaillée paraît dans les «Helvetica Physica Acta», **24** (1951), et un compte rendu général, dans «Physica» et les «Communications du Laboratoire Kamerlingh Onnes».

**4.** A. PERRIER (Lausanne). – *Méthode nouvelle permettant la mesure des effets Hall en série et en parallèle.*

I. En dépit de très nombreuses recherches, les valeurs numériques et les lois des effets magnétogalvaniques demeurent très discordantes. Les causes sont principalement la faiblesse de ces phénomènes, fréquemment à la limite de perception des techniques connues, puis les multiples effets d'ordre thermoélectrique, inséparables de ces expériences.

II. A l'occasion de recherches suggérées par des vues théoriques nouvelles de l'auteur, ce dernier propose une méthode inédite qui a pour but essentiel de tourner les deux écueils expérimentaux rappelés ci-dessus. Dans son principe, elle consiste à façonner l'éprouvette à étudier en tore (anneau) à section méridienne rectangulaire; on y induit des courants très brefs par variation d'un flux inducteur parallèle à l'axe de révolution, cependant qu'un champ magnétique de même direction agit en permanence sur l'anneau. Des forces électromotrices (ou courants) de Hall apparaissent alors suivant les rayons. On les mesure en reliant les périphéries intérieure et extérieure à un circuit comprenant un appareil balistique. Cette connexion nécessite l'adjonction d'un second anneau identique de forme, mais découpé en secteurs. Un calcul schématique établit comment les divers paramètres (dimensions, variations de flux, etc.) entrent en ligne de compte.

III. Deux difficultés doivent être notées: Le champ inducteur et le champ rotationnel ne peuvent être complètement indépendants l'un de l'autre; puis il faut compter avec des parasites d'induction directe.

IV. Avantages: Rien ne s'oppose au montage *en série* d'un nombre quelconque d'anneaux doubles soumis au même flux inducteur et au même champ rotationnel. Quant au montage *en parallèle*, il revient simplement à augmenter l'épaisseur des anneaux.

Les parasites thermoélectriques seront exclus ou réduits considérablement par la suppression totale des sondes (inévitables avec les procédés classiques), comme par la très faible durée des effets et par l'usage d'un balistique.

D'une manière générale, la méthode se distingue nettement des autres en ce sens que l'éprouvette entière intervient dans les mesures, et qu'ainsi leurs résultats sont des moyennes tant sur l'espace que sur les directions.

On relève enfin comment la technique proposée pourra rendre des services précieux aux basses températures.

Publication plus détaillée in «HPA».

Es haben noch gesprochen: G. Alliati, Lugano; H. Briner und W. Günther, Fribourg; G.-J. Béné, A.-C. Extermann, Genève; H. Bömmel, H. Staub und H. Winkler, Zürich; R. Favre, Lausanne; H. Gränicher, Zürich; W. Graffunder, Fribourg; W. Hälg, Basel; A. Houriet, Genève; O. Huber, F. Humbel, H. Schneider und A. de Shalit, Zürich; C.D. Jeffries, H. Löliger und H. Staub, Zürich; D. Maeder und P. Preiswerk, Zürich; L. Pétermann, Lausanne; N. Schaetti und W. Baumgartner, Zürich; J. Schaffhauser, Fribourg; P. Stähelin und P. Preiswerk, Zürich.

## 3. Sektion für Geophysik, Meteorologie und Astronomie

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Geophysik, Meteorologie und Astronomie

**Samstag und Sonntag, den 29. und 30. September 1951**

*Vizepräsident:* Prof. Dr. MAX SCHÜRER (Bern)
*Sekretär:* J. C. THAMS (Locarno)

**1.** PETER KASSER (Zürich). – *Ein leichter thermischer Eisbohrer zur Einrichtung von Ablationsmessungen auf Gletschern.*

Beim Studium des Wasserhaushalts und des Bewegungsmechanismus von Gletschern ist die Ablation eine der wichtigsten Größen. Um die zu ihrer Messung notwendigen Holzstangen zu versetzen, müssen Löcher gebohrt werden, die tief genug sein sollten, um ganzjährige ungestörte Beobachtungen zu erlauben. In den Alpen ist bei günstigen Verhältnissen mit einer jährlichen oberflächlichen Abschmelzung bis etwa 15 m zu rechnen. Leichten mechanischen Bohrern von kleinem Durchmesser, die durch zwei Mann getragen und bedient werden können, ist an temperierten Gletschern in 4–5 m Tiefe praktisch eine Grenze gesetzt. Für größere Bohrlochlängen stehen nur die mechanischen und thermischen Geräte für Tiefbohrungen zur Verfügung, deren Gewicht 500–1000 kg übersteigt und deren Gebrauch entsprechend teuer ist. Die Zukunft gehört wahrscheinlich der elektrothermischen Methode, aus Zeit- und Kostengründen aber haben wir uns für das System von Calgiati entschlossen, um die Lücke zwischen den kleinen mechanischen und den Tiefbohrgeräten zu schließen. Das im Rahmen der Hydrologischen Abteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH gebaute Gerät besteht aus drei Hauptteilen. Das im *Ofen* aufgeheizte Wasser wird in geschlossenem Kreislauf durch ein isoliertes *Gestänge* auf den Grund des Bohrlochs in die *Heizspitze* geführt. Das Wasser wird durch ein mit Reinbenzin betriebenes Vulkangebläse in einem Drucktopf erhitzt und mittels einer in diesem eingebauten Handpumpe in Umlauf gesetzt. Zwischen Ofen und Heizspitze fließt das Wasser in Gummischläuchen von 4 mm lichtem Durchmesser. Das Gestänge besteht aus Elementen von je 1½ m Länge, die mittels Steckverschlüssen verbunden werden und durch Luftkammern isoliert sind. Zuunterst in der Heizspitze gelangt das Wasser innen an den Heizmantel und strömt diesem entlang in den Rücklaufschlauch zurück. Die ganze Ausrüstung

für eine normale Tagesarbeit, d.h. zum Installieren von drei Ablationsgestängen von je 15 m neben etwa 6 Stunden Marschzeit, kann in zwei Lasten von je 35 kg Gewicht getragen werden (1. Last: Ofen, mit 15 m Gestänge und Heizspitze, verpackt auf Räf; 2. Last: Zusatzwerkzeuge, Reinbenzin und 45 m Ablationsstangen auf Räf). In diesem Herbst wurden auf dem Aletschgletscher 180 m Löcher mit einer mittleren Vortriebsgeschwindigkeit von 13 m/h gebohrt, bei einem Brennstoffverbrauch von 13 l. Mit einer Vorlauftemperatur zwischen 100 und 110° C und einer Abkühlung im Kreislauf um 50° C zirkulierten 0,7 l Wasser in der Minute. Von den durchschnittlich bei der Verbrennung des Benzins stündlich freiwerdenden 6000 kcal wurden 2100 kcal dem Kreislauf zugeführt. Die aus Messing gedrehte Heizspitze ist 38 cm lang und hat eine Heizfläche von 313 $cm^2$. Die Wärmedurchgangszahlen vom Heizwasser in der Spitze durch den Messingmantel an das außen aufsteigende Schmelzwasser betrugen mindestens 0,05 $kcal/cm^2 \cdot h \cdot °C$, bei direktem Kontakt des Messings mit Eis stieg dieser Betrag etwa auf den vierfachen Wert. Das allervorderste Teilstück der Spitze muß für die Vortriebsgeschwindigkeit maßgebend sein, die hinteren Teile dürfen nirgends hemmend wirken.

Das Ablationsgestänge besteht aus einer Reihe gelenkig verbundener Holzstäbe von je 1½ m Länge und 35 mm Durchmesser.

Das oben beschriebene Gerät ist mit geringen Kosten und einfachen Mitteln entstanden und ist vor allem in bezug auf Brennstoff- und Gewichtseinsparung leicht zu verbessern. Außer für Ablationsmessungen im Zehrgebiet sollen uns die Bohrungen auch noch zur Installation von Temperaturmessungen im Firngebiet dienen.

**2.** L. Bendel (Luzern). – *Die geophysikalischen Untersuchungen in der Innerschweiz.*

Von den geophysikalischen Untersuchungen in der Innerschweiz werden behandelt:

Geoelektrische Untersuchungen
Geoseismische Untersuchungen
Verformungsmessungen des Bodens

*Geoelektrische Untersuchungen, Auswertung der Meßergebnisse*

Die *rechnerische* Auswertung der Feldmessungen bot selten große Schwierigkeiten, wohl aber die geologische Deutung der Meßergebnisse.

*a) Morschach.* Bei der Projektierung des Tunneltrasses Brunnen–Sisikon war festzustellen, ob die epigenetische Rinne von Morschach bis zum Tunneltrasse reiche. Geoelektrische Untersuchungen ergaben, daß die alte Rinne höchstens 30 m mächtig ist. Zu einem großen Teil fließt das Wasser unterirdisch in den Vierwaldstättersee. In Probelöchern im Gehängeschutt oberhalb der Axenstraße wurde schon in 2 m Tiefe das auf Grund der geoelektrischen Messungen vermutete Grundwasser gefunden. Durch Färbversuche konnte der Zusammen-

hang zwischen den Senkgruben in Morschach und den Probelöchern nachgewiesen werden.

*b) Emmenfeld/Littauer Ebene.* In der Ebene von Littau, einer Schotterebene der Ur-Emme, sowie im Emmenfeld sind zahlreiche systematische geoelektrische Messungen durchgeführt worden.

Die in den Jahren 1947 bis 1951 durchgeführten geoelektrischen Messungen ergaben zwei verschiedene elektrische Bodentypen. Die nachherigen Rammsondierungen und Tiefbohrungen ergaben die Richtigkeit der geoelektrischen Mutung.

Viele geoelektrische Untersuchungen in der Molasse haben deswegen fehlgeschlagen, weil bei der Auswertung der Versuchsergebnisse der große Unterschied zwischen feuchtem und trockenem Mergel nicht berücksichtigt wurde und man sich nicht Rechenschaft gab, daß feuchter Mergel sogar kleinere elektrische Widerstände aufweisen kann als der wasserführende Alluvialschotter.

Die Messungen mit dem Wechselstrom von 40, 80, 160 und 320 Hz zeigten deutlich den Skin-Effekt, d. h. je höher die Frequenz gesteigert wurde, um so rascher verteilte sich der Strom in der Erde und um so weniger tief drang der Strom in die Tiefe nach unten. Der Widerstand steigt mit der Vergrößerung des Abstandes zwischen den Elektroden ungefähr in der dritten Potenz an und mit der Quadratwurzel aus der Frequenz.

*Geoseismische Untersuchungen*

Praktisch ergibt sich, daß bis zu 100 m Mächtigkeit der obersten Schichten die Auswertung nach dem Refraktionsverfahren die zuverlässigeren Resultate gibt als nach dem Reflexionsverfahren. Ab größerer Tiefe ist es umgekehrt.

*a) Feinstrukturen im Straßenuntergrund* (Luzern-Maihof). Bei einer Straße, die unter Frosthebungen litt, wurde eine alte Straßenbekiesung von 40 cm mit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit $v$ von $v = 771$ m/s, darunter eine feuchte Lehmschicht von 1,21 m Mächtigkeit mit $v = 480$ m/s, auflagernd auf sandigen Mergelfelsen mit $v = 1420$ m/s ermittelt.

Die Bohrungen ergaben die Richtigkeit der seismischen Messungen.

*b) Tiefliegende Grundwasserstockwerke.* Der stetig steigende Bedarf an Trink- und Gebrauchswasser zwingt dazu, dort Untersuchungen auf tiefliegende Grundwasserstockwerke durchzuführen, wo die geologischen Verhältnisse solche vermuten lassen.

In der Littauer Ebene führten die seismischen Messungen zur Entdeckung eines solchen Grundwasserstockwerkes; leider war es aber zu wenig mächtig und die Wasserdurchlässigkeit zu klein, um wirtschaftlich ausgewertet werden zu können.

*Mißerfolge*

Bei der Auswertung der seismischen Diagramme wird stillschweigend vorausgesetzt, daß die Erschütterungswellen sich in einer Geraden fortpflanzen. Diese Annahme ist nur richtig, solange der Bodenelastizitätsmodul für eine bestimmte Schicht ein Festwert ist.

Diese Voraussetzung trifft aber für Lehmböden nicht zu und namentlich bei den obersten Schichten des Bodens, die aus feuchtem Sand bestehen. Die Kurvenform der Erschütterungswellen geht dann in den feuchten Sanden zur totalen Refraktion über, ohne einen tieferliegenden, zweiten Horizont getroffen zu haben. Es liegt der analoge Fall wie bei der Fata Morgana, bei Luftspiegelungen, vor. Über die Theorie der Kurvenform der Erschütterungswellen in Lockerböden vgl. L. Bendel, Ingenieurgeologie, Bd. I, 2. Auflage, 1948, sowie Bd. III, 1952.

*Messung der Verformung des Bodens infolge der Erschütterungswellen.* Von den neuartigen geophysikalischen Bodenuntersuchungen seien die Messungen der Kraftwirkung der Erschütterungswellen erwähnt. Der Meßvorgang ist folgender: In den Boden werden zwei rund 0,8 m lange Normalprofile von der U-Form betoniert. Der Abstand zwischen den beiden U-Eisen beträgt 4 m. Zwischen die U-Eisen wird ein Flacheisen hochkant gelegt von 0,5 × 10 cm Abmessung. Auf das Flacheisen werden elektrische Dehnungsmesser geklebt. Trifft eine Erschütterungswelle den ersten U-Stab, so wird durch die Wucht der Erschütterungswelle das erste U-Eisen vorwärts bewegt; dadurch wird das Flacheisen zwischen den beiden U-Eisen zusammengedrückt. Aus dem elektrisch aufgezeichneten Verlauf der Verformung des Eisenstabes kann aus Affinitätsgründen auf den Verlauf des Impulses der Erschütterungswelle und auf die Stärke des Impulses geschlossen werden. Die Größe der Zusammendrückung konnte bis zu 0,002% Genauigkeit gemessen werden. Die Stoßkraft der Kompressionswelle in lehmig-kiesigem Boden wurde bis zu 0,15 kg/cm² ermittelt.

Zur Messung der Zusammendrückbarkeit diente der dynamische Recorder des Referenten, mit welchem gleichzeitig an vier Meßstellen die Größe der Zusammendrückung infolge der horizontalen Stoßkraft der Erschütterungswelle gemessen werden kann.

**3.** Wilhelm Filchner (Zürich). – *Geographische Ortsbestimmungen in Nepal.*

Die «weißen Flecke» der Erdkarte, also diejenigen Gebiete, die in erdmagnetischer Hinsicht noch unerforscht sind, haben es mir seit über 48 Jahren angetan. Sie zu reduzieren, auszulöschen und nebenbei auch kartographisch zu erfassen, war der Zweck folgender Unternehmungen: Erste Tibet-Expedition quer durch China nach dem Oberlauf des Huangho 1903–05. Querung Spitzbergens 1908. Antarktische Expedition; Entdeckung Neulands und der die Weddellsee im Süden abschließenden Barriere, 1911/12. Zweite Tibet-Expedition 1926–28, ausgehend von Taschkent durch Sin-kiang nach Lan-tschou, von dort über Nga-tschu-ka nördlich Lhassa bis Leh. Dritte Tibet-Expedition 1934/38 quer durch China bis Lan-tschou und von dort aus Durchstoß über Chotan nach Leh. Auf diesen beiden letzten Expeditionen legte ich Hunderte von erdmagnetischen Stationen fest, von denen über hundert astronomisch bestimmt worden sind.

*Dieses* dadurch geschaffene *weitgespannte Netz magnetischer Meßpunkte*, das *Sin-kiang*, *Tibet* und *Nordwestchina* umschloß, brachte ich damit automatisch zum *Anschluß an das sowjetische*, *chinesische* und *angloindische Netz* von magnetisch bestimmten Punkten, mit andern Worten, *die vier großen Meßnetze des Kontinents sind miteinander in Verbindung gebracht worden.*

Ein halbes Jahr bevor der letzte Weltkrieg ausbrach, war ich nach Nepal berufen worden, um dort die magnetische Landesaufnahme durchzuführen.

Obwohl mitten in der Arbeit der Zweite Weltkrieg ausbrach und obwohl meinen Arbeiten in Nepal nur wenig Verständnis entgegengebracht wurde – ich erhielt plötzlich den Auftrag, mit der Feldwaage Gold und Petroleum aufzufinden –, gelang es mir, ausgedehnte Strecken in Westnepal, im Katmandutal und insbesondere das fieberverseuchte Morangebiet magnetisch zu vermessen. Im ganzen wurden in Nepal an 777 Stationen erdmagnetische Messungen angestellt. Auf 27 dieser Punkte habe ich durch Gestirnsbeobachtungen geographische Ortsbestimmungen durchgeführt.

Leider sind die überaus zahlreichen Höhenmessungen, die ich mit Siedethermometer und Aneroiden ausgeführt hatte, verschwunden. Eine Rückgabe dieser Aufzeichnungen wäre im wissenschaftlichen Interesse sehr zu begrüßen.

Uns interessieren heute nur die in Nepal ausgeführten astronomischen Beobachtungen.

Als Instrument wurde der Kleine Hildebrand benutzt. Der Höhenkreis dieses Instrumentes gestattet mit Nonius eine Ablesung von 0,5′. Als Zeitmesser dienten sechs Taschenuhren. Ihr Stand wurde gegen die Weltzeit durch den Empfang drahtloser Zeitzeichen auf Kurzwelle bestimmt. Die Zeitzeichen wurden im Anschluß an Gestirnsbeobachtungen empfangen. Zur Kontrolle des Ganges wurden die Uhren täglich zweimal untereinander verglichen. Ferner wurde das bei den Gestirnsbeobachtungen benutzte Chronometer vor und nach der Beobachtung mit einer Ankeruhr verglichen.

Zur Bestimmung der geographischen Breite und Länge eines Punktes habe ich ausschließlich Messungen der Zenitdistanz von Gestirnen angestellt. Bei Tage wurde die Sonne beobachtet; es sind dabei zwei oder mehr Beobachtungssätze gemacht worden, wobei darauf geachtet wurde, daß die Azimutdifferenz der einzelnen Sätze nicht kleiner als 40° war. Es ist stets in beiden Kreislagen beobachtet worden, in jeder Lage ist sowohl der obere wie der untere Sonnenrand abwechselnd eingestellt worden; jeder Satz enthielt vier oder mehr Einzeleinstellungen. Bei Nacht wurden helle Sterne beobachtet, jeder Stern wurde in beiden Kreislagen je einmal eingestellt. Die Auswahl der Sterne ist so getroffen worden, daß neben dem Polarstern noch je ein Stern im Süden, Osten und Westen beobachtet wurde, was natürlich nur bei völlig klarem Wetter möglich war. Bei bewölktem Himmel mußte von dieser Regel abgesehen werden, doch wurde auch in diesem Falle auf günstige Ver-

teilung der Sternazimute geachtet. In einem Falle gelang eine Ortsbestimmung nur durch Beobachtung mehrerer Sterne, die in Wolkenlücken gefunden wurden, in nur einer Kreislage, doch ergab die Berechnung, daß auch hier eine einwandfreie Bestimmung der geographischen Koordinaten geglückt war.

Die Berechnung des gesamten in Asien und den Polargegenden gesammelten astronomischen Beobachtungsmaterials wurde von Prof. Dr. Erich Przybyllok durchgeführt, dem früheren Direktor der Königsberger Universitätssternwarte. Die berechneten Werte wurden veröffentlicht in den Schriften der Königsberger Gelehrten-Gesellschaft. Nebenbei bemerkt, wurde das von mir gewonnene erdmagnetische Beobachtungsmaterial von Prof. O. Venske, Potsdam, und später von Prof. Dr. Fanselau, dem Leiter des Geomagnetischen Observatoriums in Niemegk, berechnet. Beide Herren haben ihre Resultate in den Abhandlungen des Geophysikalischen Institutes Potsdam veröffentlicht. Auch die bevorstehende zusammenfassende Arbeit Prof. Dr. Fanselaus über meine Meßergebnisse und über das Resultat der Auswertung der Registrierbogen der ein Jahr lang in Nepal gelaufenen Registrierstation wird in der gleichen Zeitschrift erscheinen.

Die bei den astronomischen Ortsbestimmungen in Nepal erreichte Genauigkeit beträgt weniger als eine halbe Bogenminute.

Die detaillierten Ergebnisse meiner Beobachtungen nebst einer Erklärung des dabei angewandten Verfahrens sowie eine Beschreibung der Beobachtungsplätze sind in der Tabelle am Schlusse zusammengestellt, in der auch die Anzahl der jeweils benutzten Standlinien angegeben ist, die zwischen zwei und acht pro Station schwankt.

Ich habe grundsätzlich darauf verzichtet, die Berechnung der Ergebnisse selbst vorzunehmen, da ich wohl ein erfahrener Praktiker bin, aber nach meiner Überzeugung nicht über das Fachwissen eines Theoretikers verfüge. Und diese Arbeitsteilung ist gut so; denn die von mir ausgeführten Beobachtungen sind auf diese Weise in die Hände ausgezeichneter Experten gekommen, die bestimmt mehr aus den Beobachtungen herausholen können als ich.

Diese Arbeitseinteilung hat für mich, der ich zur Wohnsitznahme in Zürich und zum Verbleib in der Schweiz zugelassen worden bin, d. h. der ich meinen Lebensabend in der Schweiz verbringen kann, auch noch den weitern Vorteil, hier in Ruhe mein in Asien gesammeltes wissenschaftliches Material auszuarbeiten und zu veröffentlichen.

Möge dieser astronomische Beitrag insbesondere der so erfolgreich begonnenen Schweizer Mission in Nepal von Nutzen sein.

**Zusammenstellung**
**der von W. Filchner in Nepal getätigten astronomischen Ortsbestimmungen**

Berechnet von Prof. Dr. E. Przybyllok

1. Katmandu. Zoologischer Garten.
   1939, März 21.: Breite 27° 40′,8, Länge 85° 18′,4 (2).
32. Butwal. Lagerplatz nördlich des Ortes am Ostufer (Südrand).
   1939, April 7. und Mai 12.: Breite 27° 42′.4, Länge 83° 27′.5 (8).

36. Riri-Bazar. Nahe Verbrennungsplatz, Einmündung in Kali-Gandaki.
1939, April 12.: Breite 27° 55′.4, Länge 83° 26′.4 (4).
41. Thanthap. Hauptlager Flußgabel.
1939, April 20.: Breite 28° 12′.6, Länge 83° 37′.1 (2).
134. Andhi-Khola[1]. Einmündung des Andhi-Khola in den Kali-Gandaki, zwischen Häusern und Badeplatz.
1939, Mai 5.: Breite 27° 58′.3, Länge 83° 35′.0 (4).
136. Tansing (Ost). Südrand des Exerzierplatzes zwischen großem Baum im Südwesten und Steinaufbau weiter östlich.
1939, Mai 9.: Breite 27° 58′.7, Länge 83° 33′.2 (2).
140. Amlekhganj. Zwischen Bungalow des Maharadscha und demjenigen, das 25,5 m von ersterem entfernt ist.
1939, Mai 16./17., Dezember 5., und 1940, April 26.:
Breite 27° 16′.4, Länge 84° 59′.0 (10).
140. Chisapani-Garhi. Biwakplatz oberhalb Posten bei Rasthaus im Ostnordosten, ca. 200 m entfernt und 35 m höher liegend.
1939, Mai 18.: Breite 27° 30′.3, Länge 85° 7′.6 (2).
272. Hajminia. Dicht östlich Weggabel.
1939, Dezember 11.: Breite 26° 45′ 7, Länge 85° 19′.7 (4).
278. Juribela. 57 m südsüdwestlich von Straßenkreuzung.
1939, Dezember 14.: Breite 27° 6′.0, Länge 85° 22′.8 (3).
294. Ostufer des Madha bei Bairia. Telegraphenmast.
1939, Dezember 21.: Breite 26° 51′.5, Länge 85° 45′.0 (5).
309. 250 m westlich Chisapani, auf Terrassenrand.
1939, Dezember 27.: Breite 26° 55′.7, Länge 86° 7′.4 (2).
315. Sirha. Ca. 50 m östlich Telefonstation.
1939, Dezember 29.: Breite 26° 38′.8, Länge 86° 13′.2 (3).
332. Betaha. Dicht westlich Flußgabel.
1940, Januar 4.: Breite 26° 46′.0, Länge 86° 22′.1 (4).
350. Hanumannagar. Im Hof der Telefonstation, 8 m nordöstlich vom Brunnen.
1940, Januar 12.: Breite 26° 29′.6, Länge 86° 51′.7 (2).
359. Übergangsstelle über den Sapt-Kosi-Fluß, Westufer, östlich Karhaja-Nord.
1940, Januar 15.: Breite 26° 41′.6, Länge 86° 57′.8 (2).
380. Biratnagar. Westufer Singahi bei Idol.
1940, Januar 22.: Breite 26° 27′.1, Länge 87° 18′.4 (2).
398. Chatra-Nord. Dicht am Sapt-Kosi.
1940, Februar 1.: Breite 26° 50′.8, Länge 87° 9′.5 (2).
422. Westufer Bakraha, westlich Rangeli.
1940, Februar 8.: Breite 26° 28′.5, Länge 87° 28′.7 (2).
445. Chetidangi. Ostufer Bakra-Khola.
1940, Februar 13./14.: Breite 26° 44′.7, Länge 87° 39′.1 (5).
481. Krischni-Khola. Straße Rangeli–Jhapa.
1940, Februar 20.: Breite 26° 28′.2, Länge 87° 45′.5 (2).
561. Balwa-Khola. Winkel, Ostufer.
1940, Februar 28.: Breite 26° 36′.5, Länge 87° 49′.6 (2).
600. Balbari-Nordwest.
1940, März 5.: Breite 26° 28′.3, Länge 88° 0′.4 (2).
642. Kanchanpur. Ostufer des Ghagra-Khola.
1940, März 12.: Breite 26° 35′.3, Länge 87° 56′.1 (3).
677. Dhulabari-Khola. Ca. 300 m nördlich Dhangargaon (größerer Ort, Karte stimmt nicht).
1940, März 18.: Breite 26° 38′.7, Länge 88° 6′.9 (2).
699. Ganjabari-Süd. Südufer, Bett des Tangtin-Khola.
1940, März 23.: Breite 26° 46′.8, Länge 87° 59′.2 (2).
731. 200 m östlich Karhaia, Sapt-Kosi, Westufer.
1940, April 4.: Breite 26° 43′.7, Länge 86° 59′.9 (2).

---

[1] Khola bedeutet Fluß.

**4.** MAX SCHÜRER (Bern). – *Das Geoid in der Schweiz.*

Die Schweizerische Geodätische Kommission hat in den letzten Jahren durch astronomisches Nivellement zwei senkrecht aufeinanderstehende Geoidschnitte im Meridian des Gotthards und im Parallel von Zürich bestimmt und zu diesem Zwecke jeweils nur eine Komponente der Lotabweichung gemessen. Eine Untersuchung sollte abklären, ob durch Berücksichtigung beider Komponenten, die die Tangentialebene an das Geoid festlegen, eine flächenhafte Bestimmung des Geoids praktisch möglich wäre. Da man es im Grunde mit der Lösung von partiellen Differentialgleichungen zu tun hat, treten größere praktische Schwierigkeiten auf. Durch Reduktion der Lotabweichungen um den Einfluß benachbarter Massen bis zu 5 km Entfernung wurden vorerst die durch einzelne Berge oder Täler hervorgerufenen Undulationen des Geoids so gut als möglich eliminiert. Die verbleibende Fläche muß einen glatteren Verlauf zeigen und ist eine gute Annäherung an das wahre Geoid. Es wurde versucht, sie durch ein Polynom in $x$ und $y$:

$$z = a_{11}x^2 + 2a_{12}xy + a_{22}y^2 + a_{111}x^3 + 3a_{112}x^2y + \ldots$$

darzustellen. (Das konstante und die linearen Glieder verschwinden wegen der Anfangsbedingungen.) Ein Polynom $n$-ten Grades erfordert die Bestimmung von $\frac{(n+4)(n-1)}{2}$ unbekannten Koeffizienten $a_{ik}\ldots$, die sich aus den Gleichungen

$$\frac{\partial z}{\partial x} = \xi \text{ und } \frac{\partial z}{\partial y} = \eta$$

mit $\xi$ und $\eta$ als beobachtete Lotabweichungskomponenten in Breite und Länge nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmen lassen.

Unter Zugrundelegung einer Fläche vierten Grades und ganz unkritischer Verwendung schon vorliegender unhomogen verteilter Beobachtungen konnte die oben genannte Fläche festgelegt werden, die jedoch nur als vorläufig zu betrachten ist. Immerhin stellt sie auch die beiden genannten Geoidschnitte einigermaßen richtig dar. Das Geoid in der Schweiz läßt sich grob als wellenförmige Fläche beschreiben, wobei eine Welle dem Jura, eine zweite den Alpen entspricht und beide eine Höhe von 2 m erreichen. Diese Darstellung gilt in bezug auf das der schweizerischen Landesvermessung zugrunde gelegte Ellipsoid. Man kann umgekehrt daraus schließen, daß dieses Ellipsoid in Richtung des schweizerischen Mittellandes keine wesentliche Abweichung gegenüber einem bestanliegenden Ellipsoid für Mitteleuropa zeigen wird, daß jedoch im Nullpunkt der Landesvermessung eine südöstliche Lotabweichung von etwa 2″ bis 4″ bestehen dürfte.

**5.** FRITZ GASSMANN (Zürich). – *Über mechanische Empfänger von Seismographen und Schwingungsmessern mit einem Freiheitsgrad.*

Der mechanische Teil eines Seismographen oder Schwingungsmessers, «mechanischer Empfänger» genannt, besteht aus einem Pendel,

eventuell mit Hebelsystem (zusammen «Gehänge» genannt), das in einem «Gestell» montiert ist und kleine Schwingungen um eine stabile Gleichgewichtslage ausführen kann. Bisher wurde angenommen, die Bodenbewegungen und damit die Bewegungen des Gestelles seien ebenfalls klein. Es gibt Fälle, in denen diese Annahme nicht zutrifft, z. B. für Bodenbewegungen in der Umgebung des Epizentrums bei einem starken Erdbeben oder bei der Messung von Schwingungen von Fahrzeugen wie Automobilen, Schiffen oder Flugzeugen.

Die Theorie der mechanischen Empfänger kann vollständig entwickelt werden für Gehänge mit einem Freiheitsgrad, wenn die translatorischen und rotatorischen Bewegungen des Gestelles gar keinen Einschränkungen unterworfen sind. Es zeigt sich, daß alle noch so komplizierten mechanischen Empfänger mit einem Freiheitsgrad in ihrer Wirksamkeit als Seismographen einigen wenigen Grundtypen gleichwertig sind.

Eine ausführliche Arbeit darüber ist erschienen im *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie*, Serie A, Wien 1951.

**6.** Fritz Gassmann (Zürich). – *Dämpfung durch Abstrahlung elastischer Wellen und gedämpfte Stabschwingungen.*

In der Geophysik hat man es oft mit Stäben zu tun, die am einen Ende an einem «Träger» befestigt sind und die durch äußere Kräfte oder durch Vibrationen des Trägers zu Schwingungen angeregt werden. Als Beispiele seien erwähnt

*a)* Gesteinsstäbe, deren Schwingungen zur Bestimmung der elastischen Konstanten der Gesteine benützt werden;

*b)* schlanke Bauwerke oder Bauwerkteile wie Türme, Kamine, Säulen, die zu Schwingungen erregt werden durch Maschinen, Glocken, Verkehrserschütterungen, Erdbeben usw.

Die Gefährlichkeit solcher Schwingungen hängt ab von den Resonanzfrequenzen und von der Dämpfung des Stabes. Als Dämpfungsursache (oft als Hauptursache) spielt die elastische Nachgiebigkeit des Trägers eine Rolle, weil dadurch dem schwingenden Stab durch Abstrahlung elastischer Wellen in den Träger dauernd Energie entzogen wird. Man kann die dämpfende Wirkung der Abstrahlung für beliebige Träger erfassen, indem man die Bewegungen der als starr angenommenen Kontaktfläche zwischen Stab und Träger unter der Einwirkung von harmonischen Kräften und Drehmomenten betrachtet und in Form von Randbedingungen in die Gleichungen der Längs-, Torsions- und Biegungsschwingungen des Stabes einführt. Ist der Träger ein Körper einfacher Form, so können die Randbedingungen berechnet werden, ist der Träger ein kompliziertes Gebilde, wie z. B. der Untergrund unter einem Bauwerk es sein kann, so können die Randbedingungen mit Hilfe von Messungen mit Schwingungsmaschinen ermittelt werden. Natürlich können bei den Schwingungen des Stabes auch andere Dämpfungsursachen mitberücksichtigt werden.

Eine ausführliche Darstellung ist erschienen in der *Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik* (ZAMP), Zürich 1951.

**7.** F. GASSMANN (Zürich), M. WEBER (Wohlen AG) und K. VÖGTLI (Zürich). – *Über Longitudinalschwingungen von Gesteinsstäben.*

Jede seismische Aufnahme ergibt vom erfaßten Untergrund ein Geschwindigkeitsprofil. Seine geologische Interpretation verlangt zuverlässige Daten über die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten der elastischen Wellen. Die bisher verwendeten Tabellen enthalten vorwiegend Erfahrungswerte aus Feldmessungen. Sie haben daher vielfach weder die wünschenswerte Genauigkeit, noch ist eine ausreichende physikalische und petrographische Charakterisierung mitgegeben. Überdies sind von verschiedenen Materialien noch keine brauchbaren Messungen bekannt.

Man hat deshalb schon seit geraumer Zeit versucht, diese Tabellen durch Labormessungen zu ergänzen und zu verbessern. Für kristalline und sedimentäre Gesteine ergeben stabförmige Proben die einfachsten Versuchsbedingungen. Zu messen sind die Elastizitätsmoduli und die Dichte in Funktion des Momentanzustandes.

Im Folgenden soll kurz über einige Versuche mit Longitudinalschwingungen berichtet werden. Die Stäbe wurden zur Vermeidung eines merklichen Energieabflusses an zwei dünnen Fäden aufgehängt. Das eine Stabende wurde jeweils über ein Tauchspulensystem mit konstanter Kraft sinusförmig erregt, während die Geschwindigkeit des anderen Stabendes, ebenfalls über ein Tauchspulensystem, gemessen wurde. Die Frequenz der eingeprägten Kraft konnte von 30 bis 15 000 Hz praktisch stetig verändert werden. Gemessen wurde mit einer Kraftamplitude von 7,2 g* bei einem Klirrfaktor von weniger als 3 %. Die damit erreichten Wegamplituden betrugen nie mehr als 5 $\mu$. Diese Anordnung erwies sich, wie experimentell nachgewiesen wurde, als unempfindlich gegenüber unerwünschten Querschwingungen und kleinen Translationsbewegungen senkrecht zur Stabachse.

In dieser Weise wurden nun verschiedene trockene Proben ausgemessen. In der nachfolgenden Tabelle sind einige Daten zusammengestellt.

| Material | Schwingung | Frequenz (Hz) | | Elas-t.Modul (kg*/cm²) | |
|---|---|---|---|---|---|
| Schwedengranit (Soervik) | Grundschwingung | 3065 | | $5{,}5 \cdot 10^5$ | |
| | 1. Oberschwingung | 6140 | | $5{,}5 \cdot 10^5$ | |
| | 2. Oberschwingung | 8830 | aufgesp. | $5{,}1 \cdot 10^5$ | $5{,}4 \cdot 10^5$ |
| | | 9420 | | $5{,}8 \cdot 10^5$ | |
| Tessiner Gneis (Maggia) | Grundschwingung | 3290 | | $3{,}1 \cdot 10^5$ | |
| | 1. Oberschwingung | 6850 | | $3{,}4 \cdot 10^5$ | |
| Kalk (Roc-Argent, Lourdes) | Grundschwingung | 4680 | | $5{,}9 \cdot 10^5$ | |
| | 1. Oberschwingung | 8760 | aufgesp. | $5{,}2 \cdot 10^5$ | $5{,}8 \cdot 10^5$ |
| | | 9800 | | $6{,}5 \cdot 10^5$ | |
| Kalk (Laufen) | Grundschwingung | 3290 | | $5{,}5 \cdot 10^5$ | |
| | 1. Oberschwingung | 6670 | | $5{,}6 \cdot 10^5$ | |
| | 2. Oberschwingung | 9150 | aufgesp. | $4{,}7 \cdot 10^5$ | $5{,}3 \cdot 10^5$ |
| | | 10320 | | $6{,}0 \cdot 10^5$ | |
| Antikorrodal | Grundschwingung | 4670 | | $6{,}0 \cdot 10^5$ | |

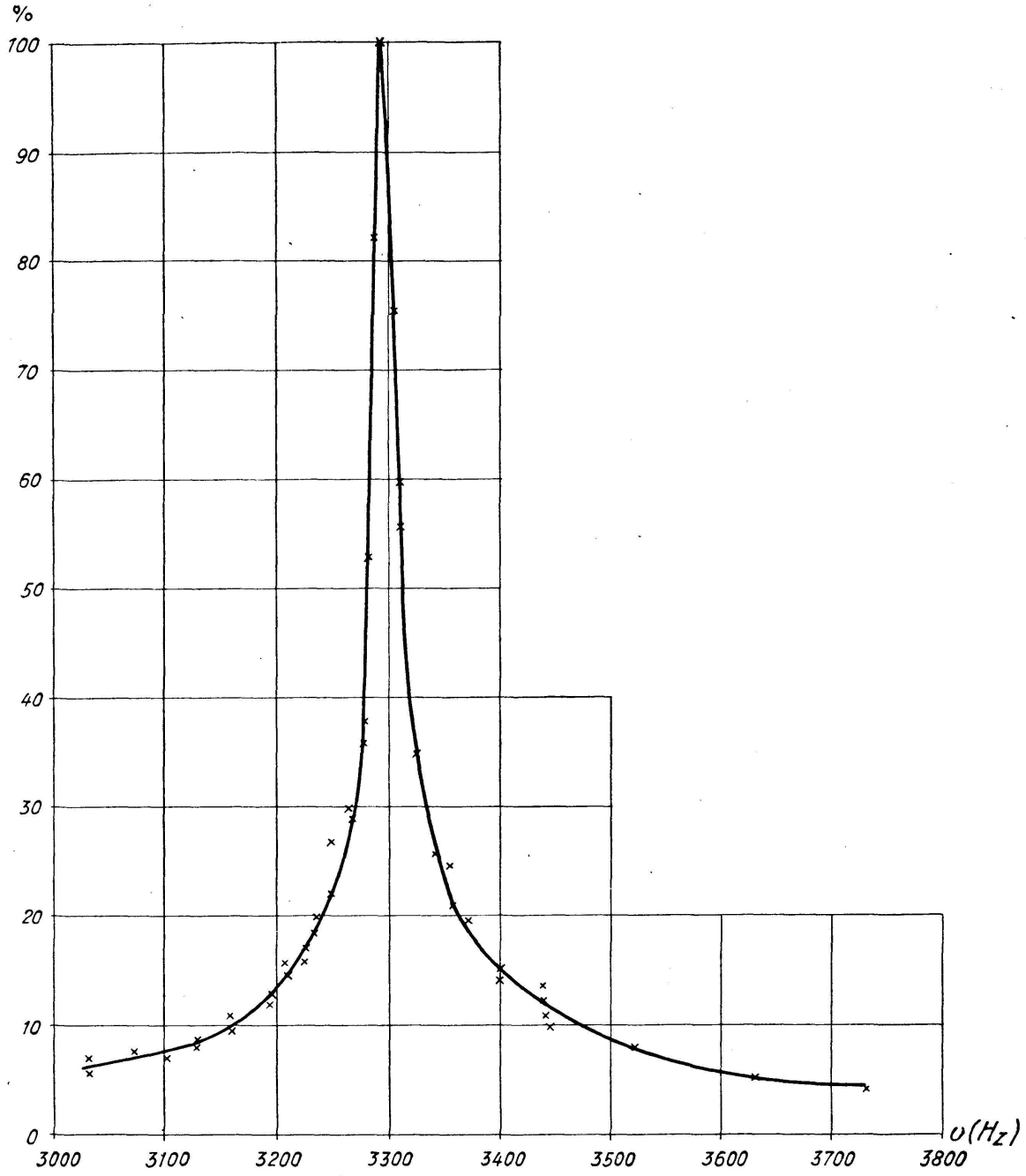


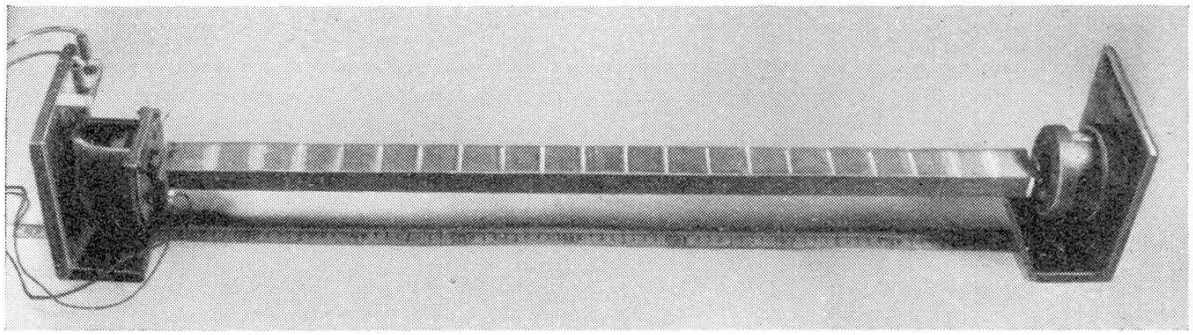

*Fig. 1*

Ausschnitt (Grundschwingung) aus einer mit konst. Kraftamplitude (7,2 g*) gemessenen Resonanzkurve (Gneis; Tessin).

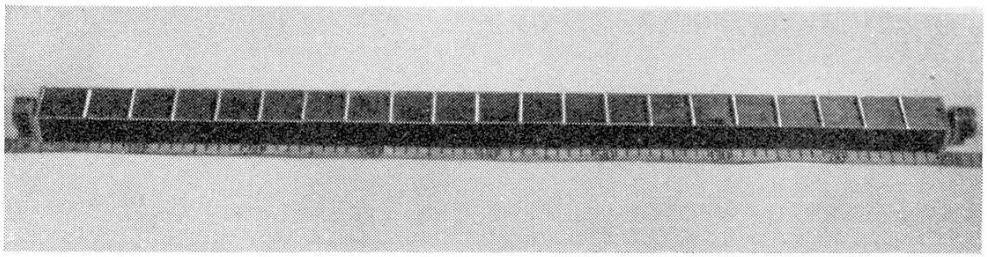
Die Elastizitätsmoduli wurden rechnerisch aus den Eigenfrequenzen bestimmt, die ihrerseits, was bei den kleinen Dämpfungen keine Schwierigkeiten verursachte, aus den gemessenen Resonanzkurven ermittelt wurden *(Fig. 1)*. Die Oberschwingungen liegen nicht überall harmonisch, und die entsprechenden Abschnitte der Resonanzkurven weisen oft an Stelle eines zwei nahe beieinanderliegende Maxima auf. Ferner wurde bei allen Proben eine subharmonische Resonanz festgestellt. hre

Überhöhung ist im allgemeinen ungefähr dreifach. Die zugehörige Schwingungsform ist noch nicht ermittelt worden. Die Grundschwingung wurde jeweils mit Lykopodiumpulver sichtbar gemacht *(Fig. 2)*. Analoge Erscheinungen wurden von uns auch bei Torsionsschwingungen beobachtet.

Die Frage, wie eine ausreichende physikalische und petrographische, eventuell chemische Charakterisierung der Proben durchgeführt werden soll, ist heute noch nicht vollständig gelöst.



*a*



*b*

*Fig. 2*
Nachweis der Grundschwingung mit Lykopodiumpulver (*a* = vor dem Versuch; *b* = nach dem Versuch).

**8.** F. Gassmann (Zürich), M. Weber (Wohlen AG) und K. Vögtli (Zürich). – *Beitrag zur Ermittlung der innern Dämpfung (Werkstoffdämpfung) von Gesteinsstäben.*

Von Jeffreys (Jeffreys = Maxwell + Voigt) und Sezawa (Lit. 1) sind zwei verschiedene isotrope Festkörper angegeben worden (andere Ansätze sind vereinfachende Annahmen an konkreten Beispielen oder Verallgemeinerungen, die physikalisch nichts wesentlich Neues enthalten). Beide sind lineare Gebilde und unterscheiden sich voneinander durch den Dämpfungsansatz.

Diese Festkörper bilden die Grundlage zur Bearbeitung von Aufgaben wie etwa die Ausbreitung von elastischen Wellen im homogenen Raum oder die Längs- oder Querschwingungen von Stäben usw., wobei sich schwierigere Probleme wie z. B. ein Fundamentalproblem der Seismik, d. h. die Ausbreitung eines Schußimpulses im geschichteten Halbraum, derzeit mathematisch nur teilweise bewältigen lassen.

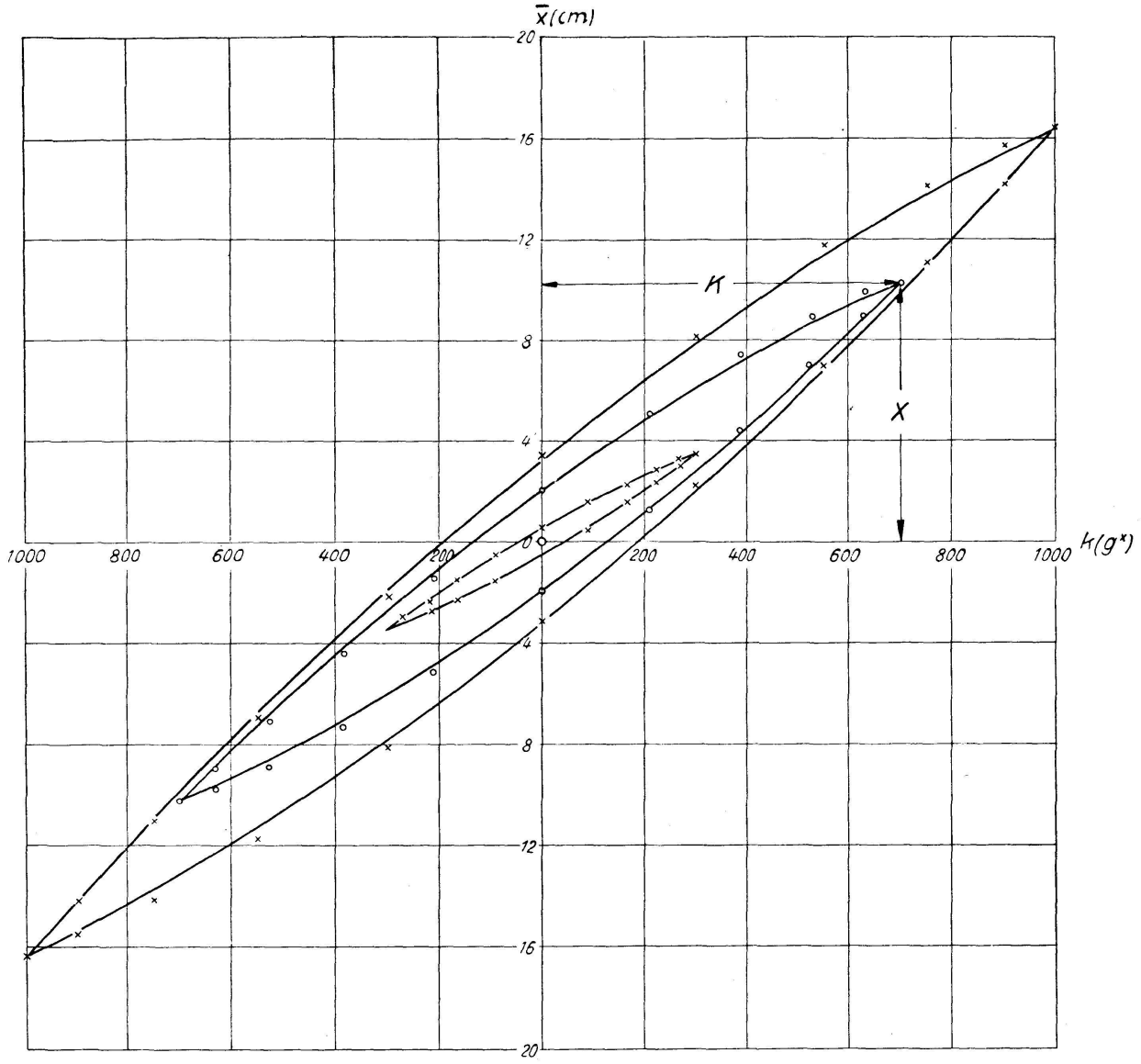



*Fig. 1*

Die Durchbiegung eines einseitig eingespannten Sandsteinstabes (Ostermundigen) in Funktion der eingeprägten Kraft $k$ am freien Stabende ($T = 400$ sec; $\overline{x} = 223.x$).

Die Frage, in welchen Grenzen der eine oder andere Festkörper die verschiedenen experimentellen Befunde brauchbar darstellt, kann heute noch nicht abschließend beantwortet werden. Der nachfolgend kurz beschriebene Versuch möchte auch in diesem Sinne einen kleinen Beitrag liefern.

Die Theorie dieser Festkörper ergibt für die Bewegungsgleichung einer Masse $M$, die am freien Ende eines einseitig eingespannten Stabes aufmontiert und groß im Vergleich zur Stabmasse ist, eine gewöhnliche Differentialgleichung, d. h. der Stab benimmt sich wie eine Feder. Zur Aufstellung der Bewegungsgleichung ist daher nur die Kenntnis der Funktion $x(k)$ bzw. $k(x)$ ($k =$ Kraft; $x =$ Durchbiegung am freien Stabende) notwendig. In *Fig. 1* sind z. B. die an einem Sandsteinstab gemes-

senen Werte graphisch aufgetragen. Sie entsprechen dem stationären Zustande, der, sofern man von der richtigen Nullage (ausgezeichnete Nullage) ausgeht, im ersten Umgang praktisch erreicht wird. Die Kraft wurde dabei sinusförmig mit einer Periode ($T$) von 400 sec verändert.

Messungen mit größeren Perioden haben einen merklichen Frequenzgang ergeben, d. h. es dürfte insbesondere für sedimentäre Gesteine schwierig sein, die Funktion $x(k)$ für $T \to \infty$ (statisch) zu bestimmen, und daher sind auch alle entsprechenden Publikationen, die diesem Umstand keine Rechnung tragen, mit Vorsicht aufzunehmen.

Zur Durchführung von rechnerischen Überlegungen ist es erforderlich, diese Kurvenzweige durch Formeln auszudrücken. Dies ermöglicht eine dem Rayleighschen Grundgesetz für schwache Magnetfelder analoge Formulierung. Es ist, mit der in Lit. 2 verwendeten Bezeichnung,

$$\Delta X = f_1 \Delta K \pm f_2 \Delta K^2$$

Damit erhält man für die «mechanische Hystereseschleife» bzw. für $x(k)$

$$x(k) = \varepsilon_1 k \pm f_2 (k^2 - K^2) \qquad (1)$$
$$\varepsilon_1 = f_1 - 2 f_2 K.$$

Allgemein ist $f_1 \gg f_2$, d. h. der Stab wird mit abnehmender maximaler Kraft $K$ steifer.

Der innere Energieverlust pro Zyklus (Periode) bzw. die Werkstoffdämpfung $d_w$, ergibt sich aus dem Flächeninhalt der geschlossenen Schleife. Es ist

$$d_w = \oint k(x)dx \cong 4 f_2 K^3 \qquad (2)$$

Die Werkstoffdämpfung ist ferner proportional der Frequenz, von der Geometrie und der Beanspruchungsart des Stabes abhängig (Lit. 3) und wird im Stab vermutlich zur Umlagerung (irreversibler Auf- und Abbau) von inneren Spannungen verwendet.

In der nachfolgenden Tabelle sind für zwei verschiedene Gesteine einige Daten ($T = 400$ sec) zusammengestellt.

| Gesteinsart | $K$ (Dyn) | $\varepsilon_1$ (cm/Dyn) | $f_2$ (cm/Dyn²) | $d_w$ (Erg) |
|---|---|---|---|---|
| Sandsteinstab | $9{,}81 \cdot 10^5$ | $7{,}49 \cdot 10^{-8}$ | $14{,}9 \cdot 10^{-5}$ | $5{,}62 \cdot 10^4$ |
| (Breite = 3,9 cm | $6{,}87 \cdot 10^5$ | $6{,}72 \cdot 10^{-8}$ | $19{,}1 \cdot 10^{-15}$ | $2{,}48 \cdot 10^4$ |
| Höhe = 3,9 cm | $4{,}90 \cdot 10^5$ | $6{,}03 \cdot 10^{-8}$ | $23{,}3 \cdot 10^{-15}$ | $1{,}10 \cdot 10^4$ |
| Länge = 44,8 cm) | $2{,}94 \cdot 10^5$ | $5{,}26 \cdot 10^{-8}$ | $28{,}4 \cdot 10^{-15}$ | $0{,}29 \cdot 10^4$ |
| | $1{,}96 \cdot 10^5$ | $4{,}80 \cdot 10^{-8}$ | $36{,}3 \cdot 10^{-15}$ | $0{,}11 \cdot 10^4$ |
| Sandsteinstab | $9{,}81 \cdot 10^5$ | $12{,}81 \cdot 10^{-8}$ | $27{,}3 \cdot 10^{-15}$ | $10{,}3 \cdot 10^4$ |
| (Breite = 3,9 cm | $6{,}87 \cdot 10^5$ | $10{,}90 \cdot 10^{-8}$ | $33{,}3 \cdot 10^{-15}$ | $4{,}32 \cdot 10^4$ |
| Höhe = 3,9 cm | $4{,}90 \cdot 10^5$ | $9{,}60 \cdot 10^{-8}$ | $34{,}5 \cdot 10^{-15}$ | $1{,}63 \cdot 10^4$ |
| Länge = 51,5 cm) | $2{,}94 \cdot 10^5$ | $8{,}45 \cdot 10^{-8}$ | $44{,}3 \cdot 10^{-15}$ | $0{,}45 \cdot 10^4$ |
| | $1{,}96 \cdot 10^5$ | $7{,}68 \cdot 10^{-8}$ | $52{,}1 \cdot 10^{-15}$ | $0{,}16 \cdot 10^4$ |
| Sandsteinstab | $9{,}81 \cdot 10^5$ | $21{,}4 \cdot 10^{-8}$ | $39{,}6 \cdot 10^{-15}$ | $14{,}9 \cdot 10^4$ |
| (Breite = 3,9 cm | $6{,}87 \cdot 10^5$ | $19{,}4 \cdot 10^{-8}$ | $52{,}7 \cdot 10^{-15}$ | $6{,}85 \cdot 10^4$ |
| Höhe = 3,9 cm | $4{,}90 \cdot 10^5$ | $16{,}7 \cdot 10^{-8}$ | $55{,}0 \cdot 10^{-15}$ | $2{,}60 \cdot 10^4$ |
| Länge = 65,5 cm) | $2{,}94 \cdot 10^5$ | $14{,}4 \cdot 10^{-8}$ | $72{,}7 \cdot 10^{-15}$ | $0{,}74 \cdot 10^4$ |
| | $1{,}96 \cdot 10^5$ | $13{,}0 \cdot 10^{-8}$ | $84{,}3 \cdot 10^{-15}$ | $0{,}25 \cdot 10^4$ |
| Serpentinstab | $29{,}4 \cdot 10^5$ | $1{,}12 \cdot 10^{-8}$ | $\approx 0$ | $\approx 0$ |
| (Breite = 4,05 cm | Höhe = 2,2 cm | Länge = 60,0 cm) | | |

Ist $P = P_0 \sin(\omega t + \Phi)$ die eingeprägte Kraft am freien Stabende, so lautet die Differentialgleichung der Bewegung der Masse $M$

$$M\ddot{x} + k(x) = P_0 \sin(\omega t + \Phi) \qquad (3)$$

Aus dieser Gleichung, die nicht linear ist, entnimmt man, daß keiner der eingangs erwähnten linearen isotropen Körper für die Querschwingungen von Gesteinsstäben (insbesondere sedimentäre) eine befriedigende Näherung ergeben kann.

Vernachlässigt man den kleinen Term mit $k^2$, so geht die Werkstoffdämpfung in die Coulombsche Dämpfung (trockene Reibung, Lit. 4) über, und aus Gleichung (3) folgt

$$M\ddot{x} + \frac{1}{\varepsilon_1}(x \pm f_2 K) = P_0 \sin(\omega t + \Phi)$$

oder mit $$\frac{1}{\varepsilon_1} = \omega_0^2 M \; ; \; \frac{f_2}{\varepsilon_1} K = \omega_0^2 M x_f \text{ und } P_0 = \omega_0^2 a M$$

$$\ddot{x} + \omega_0^2 (x \pm x_f) = a\,\omega_0^2 \sin(\omega t + \Phi)\,. \qquad (4)$$

Die periodische Lösung von Gleichung (4), die durch die Randbedingungen

$$t = 0 \;\; : \;\; x = x_0 \;\; ; \;\; \dot{x} = 0$$

$$t = \frac{\pi}{\omega} : \; x = -x_0; \;\; \dot{x} = 0$$

festgelegt wird, läßt sich unter der Voraussetzung, daß $\dot{x}$ nur am Rande und sonst nirgends verschwindet, geschlossen darstellen.

Es ist für $+x_0 \geqq x \geqq -x_0$

$$x = x_0 \cos\omega_0 t + x_f (1 - \cos\omega_0 t) + \frac{a\beta^2}{\beta^2 - 1}\left[\cos\Phi\left\{\cos\omega t - \cos\omega_0 t\right\} + \right.$$

$$\left. + \sin\Phi\left\{\frac{\sin\omega_0 t}{\beta} - \sin\omega t\right\}\right]$$

$$\beta = \omega_0/\omega; \; \cos\Phi = \frac{x_0}{a}\frac{\beta^2-1}{\beta^2} \; ; \; x_0 = \sqrt{\left(\frac{\beta^2}{\beta^2-1}\right)^2 - \left(\frac{x_f}{a}\right)^2 \left(\frac{\beta \sin\beta\pi}{1+\cos\beta\pi}\right)^2},$$

und für $-x_0 \leqq x \leqq x_0$, d. h. für die ansteigende Halbperiode ergibt sich dieselbe Lösung, jedoch mit umgekehrten Vorzeichen.

Die freien Schwingungen nehmen linear mit der Zeit ab (Lit. 5), ein Ergebnis, das für kleine Amplituden mit dem Experiment gut übereinstimmt.

**Literaturverzeichnis**

1. Gaßmann, F., Über kleine Bewegungen in nicht vollkommen elastischen Körpern. Schweiz. Bauzeitung, Nr. 4, 1949.
2. Wagner, Karl Willy, Einführung in die Lehre von den Schwingungen und Wellen. Dietrichsche Verlagsbuchhandlung, Wiesbaden, S. 505.

3. Denkhaus, G., Über die Werkstoffdämpfung bei Biegeschwingungen. Ing.-Arch., XVII. Bd., 4. Heft, 1949.
4. Den Hartog, J.P., Forced Vibrations with combined Viscous and Coulomb Damping. Phil. Mag. 7. Serie 9, 1930, S. 801–817.
5. Wiechert, E., Theorie der automatischen Seismographen. Weidemannsche Buchhandlung, 1903.

**9.** F. Schmid (Oberhelfenschwil). – *Sechzig Jahre Zodiakallichtforschung.*

Der Unterzeichnete hat das Zodiakallicht mit seinen Begleiterscheinungen, den Gegenschein und die Lichtbrücke seit 1891 verfolgt. In 29 Beobachtungsbüchern, alle an Ort und Stelle eingeschrieben, sind über 3000 Aufnahmen enthalten. Dazu gesellen sich rund 3700 Dämmerungsaufnahmen. In dieser Sammlung sind auch eine große Zahl Tropenaufnahmen meiner zwei Reisen rings um Afrika und um die ganze Erde enthalten.

Die Ergebnisse dieser Beobachtungen weisen unzweideutig auf eine atmosphärisch-optische Reflexerscheinung unserer bedeutend abgeplatteten Erdatmosphäre hin. Die Abweichung des atmosphärischen Äquators gegen die Ekliptikebene erfolgt durch die zunehmende Retardation der rotierenden Atmosphäre gegen außen, bedingt durch die Attraktion der Sonne, des Mondes und der nächsten Planeten. Das Zurückbleiben der Meteorwölklein hinter der Erdrotation, speziell aber die Asymmetrien des Purpurlichtes bei schiefer Ekliptik lassen den Schluß zu, daß diese Retardation schon in relativ tiefen Atmosphärenschichten beginnt, so daß die höchsten Schichten gegen den atmosphärischen Linsenäquator voraussichtlich ganz zum Stillstande kommen. Dadurch gewinnt die kosmische Attraktion die Oberhand und verlegt den atmosphärischen Äquator nahezu oder ganz in die Ekliptikebene.

Die Reflexionsfähigkeit hoher Atmosphärenschichten wird wesentlich verstärkt durch das tägliche millionenfache Bombardement der Meteore und Sternschnuppen, die zum größten Teile zerstäuben und vergasen. Durch den Auftrieb der Zentrifugalkraft, besonders auch durch die erwähnte kosmische Attraktion werden diese ultramikroskopischen Massenteilchen in sehr große Höhen gelangen. Die reflektierende Staubwolke, welche das Zodiakallicht erzeugt, liegt daher nicht im Planetenraum um die Sonne, sondern als Zertrümmerung meteoritischer Substanz in unserer Atmosphäre selbst.

Mit dieser Erkenntnis werden alle Schwierigkeiten behoben, gewisse Eigenarten des Zodiakallichtes und seiner Begleiterscheinungen zu erklären, die man nicht kennt, sie ablehnt oder umgeht, weil sie nicht zur kosmischen Auffassung passen. Auch der scheinbare Widerspruch spektroskopischer Untersuchungen, gasartige oder feste Materie, klärt sich auf; denn beide Aggregate sind im Zodiakallichte enthalten.

Wir geben gerne zu, daß man das Zodiakallicht auch mit einer kosmischen Staubwolke um die Sonne bis zu einem gewissen Grade erklären kann. Wenn es sich aber darum handelt, die nördliche und

südliche Divergenz der Lichtachse zur Ekliptik und ihre nördliche und südliche Wanderung bis in den ersten Drittel der Pyramide, den zeitlichen und geographischen Effekt des Zodiakallichtes (nächtliche und jährliche Eigenbewegung, Verschiebung des Sternenhintergrundes in verschiedenen Breiten der Erde), die engen Beziehungen des Zodiakallichtes zur Dämmerung und auch das Mondzodiakallicht zu erklären, so kann die kosmische Auffassung nicht mehr standhalten.

**10.** M. WALDMEIER (Zürich). – *Die Vorbereitungen zur Sonnenfinsternis-Expedition der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft 1952.* – Kein Referat eingegangen.

**11.** ROBERT HAEFELI (Zürich). – 1. *Zähigkeitsmessungen im Gletscher auf Grund der Kontraktionsgeschwindigkeit von kreisförmigen Schächten und Stollen.*

Neuere, in Eisstollen gemachte Erfahrungen sprechen dafür, daß bei der Bewegung der temperierten Gletscher die räumlich stetige Verformung des Eises die Regel und die unstetige (Scherbewegung) – gleichsam als Störungserscheinung – die Ausnahme bildet. Bei der ersten behält die Deutung der Bewegung als «zähes Fließen» nach wie vor ihre Berechtigung als eine der möglichen Arbeitshypothesen. Dabei verliert aber der Begriff der Zähigkeit seine klassische Bedeutung insofern, als die Zähigkeit des Gletschereises nicht nur von der Temperatur, sondern außerdem von andern, noch wenig erforschten Faktoren abhängt. Ganz abgesehen von strukturellen und chemischen Einflüssen steht z. B. die Frage zur Diskussion, inwieweit die Zähigkeit des temperierten Gletschereises eine Funktion des Spannungszustandes und damit orts- und zeitbedingt ist. Um die Prüfung solcher Fragen zu erleichtern, wurden Methoden entwickelt, welche gestatten sollen, den Gletscher hinsichtlich seiner Zähigkeitsverhältnisse abzutasten. Eine dieser Methoden besteht in der Messung der Kontraktionsgeschwindigkeit von Kreisschächten und Stollen.

Für den Fall des Halbraumes mit horizontaler Oberfläche und konstanter Zähigkeit wurde auf theoretischem Wege folgende angenäherte Beziehung zwischen der relativen Kontraktionsgeschwindigkeit $v_r$, eines kreisförmigen vertikalen Schachtes vom Radius $r$, dem Überlagerungsdruck $p$ der betrachteten Scheibe und der Zähigkeit $\mu$ des Mediums abgeleitet:

$$v_r = \frac{v}{r} \sim \frac{p}{2\mu} \qquad (1)$$

Um diesen Zusammenhang, der unter gewissen Bedingungen auch auf einen tiefliegenden Stollen als grobe Näherungslösung übertragen werden kann, zu überprüfen, wurden in einem von der EOS ausgeführten, ca. 1 km langen Eisstollen des Z'Muttgletschers drei Kreisprofile von je 6 m Länge ausgehoben und deren Verformung während ca.

eines Jahres verfolgt. Die Kreisform blieb dabei weitgehend erhalten, woraus hervorgeht, daß quer zur Stollenachse ein annähernd hydrostatischer Spannungszustand vorherrscht, wie es der theoretischen Überlegung entspricht. Die Kontraktionsgeschwindigkeit nahm gegen das Stolleninnere rascher zu, als auf Grund des Überlagerungsdruckes zu erwarten war, und zeigte im Laufe eines Jahres nicht unerhebliche Schwankungen. Die Berechnung des Jahresmittels nach Gl. 1 ergab für die drei untersuchten Profile eine sehr ausgesprochene Abnahme der Zähigkeit von außen nach innen, und zwar von etwa 8 auf $3{,}7 \cdot 10^{14}$ Poise. Diese Werte liegen höher als die nach Somigliana auf Grund der gemessenen Oberflächengeschwindigkeit bei bekannter Eistiefe (ca. 180 m) und Profilbreite (ca. 900 m) berechnete mittlere Zähigkeit des Gletschers ($1{,}7 \cdot 10^{14}$ Poise) und deuten damit auf das Vorhandensein einer relativ starren Oberflächenkruste.

**12.** Robert Haefeli (Zürich). – 2. *Zähigkeitsmessungen im Gletschereis auf Grund der Sinkgeschwindigkeit einer belasteten Kugel.*

Diese Methode liefert die Möglichkeit, die Zähigkeit des Gletschereises in einzelnen Punkten abzutasten. Solange die Kontaktspannung zwischen der belasteten Kugel und dem Eis kleiner bleibt als der Schmelzdruck $p$, erfolgt das Sinken der Kugel ohne Druckschmelzung, d. h. allein infolge des zähen Verhaltens des Mediums. Auf Grund des Stokesschen Gesetzes erhält man für die Sinkgeschwindigkeit der Kugel folgenden Näherungswert:

$$v \sim \frac{\sigma}{12\,\mu} \cdot d;\ \sigma < p \qquad (2)$$

worin $\sigma$ die mittlere spezifische Belastung, bezogen auf den Kugelquerschnitt, und $d$ den Durchmesser der Kugel bedeuten. Der bloße Näherungscharakter dieser Beziehung ist u. a. dadurch bedingt, daß die Kugel nicht vollständig vom Eis umschlossen ist, indem die Last von oben durch einen Stab übertragen wird.

Wählt man $\sigma$ größer als $p$, so tritt Druckschmelzung ein, für die sich bedeutend höhere Sinkgeschwindigkeiten ergeben. Da die Geschwindigkeitskurve – in Funktion von $\sigma$ aufgetragen – beim Übergang zur Druckschmelzung einen relativ scharfen Knick aufweist, so kann auf diesem Wege nicht nur die Zähigkeit $\mu$, sondern auch der Schmelzdruck $p$ ermittelt werden. Der letztere wird durch die Lokalisierung des Knickpunktes bestimmt, wozu mehrere Versuche mit geeigneten Belastungen erforderlich sind. Anderseits läßt sich aus dem Schmelzdruck auch die Temperatur des Eises berechnen.

Die Versuche wurden in einer kleinen Nische des Z'Muttstollens bei ca. 48 m Eisüberlagerung mit einer Metallkugel von 10 cm² Querschnittfläche durchgeführt und zeigten bei den Belastungen von 10,0, 7,5 und 5,0 kg/cm² sehr große Sinkgeschwindigkeiten (0,07 bis 0,58 cm/Tag), die auf eine intensive Druckschmelzung schließen lassen. Nur die

kleinste Belastung von 2,5 kg/cm² ergab einen normalen Zähigkeitswert, der sich gut in die auf Grund der Kontraktionsgeschwindigkeit der Kreisprofile erhaltenen Werte einpaßt. Der Schmelzdruck lag ca. bei 4,3 kg/cm², einem Wert, der ziemlich genau mit dem Überlagerungsdruck des Versuchsortes übereinstimmt. Daraus berechnet sich eine Eistemperatur von —0,032°C.

Die Versuche mit der sinkenden Kugel bestätigen die Bedeutung der Druckschmelzung für die Gletscherbewegung. Überall da, wo infolge einer Spannungskonzentration der örtliche Druck über die erste Hauptspannung der Umgebung ansteigt, muß aus Gründen des Temperaturausgleiches Druckschmelzung eintreten, wodurch die Fluidität bzw. Plastizität des Eises lokal erhöht wird. Daraus ergibt sich nicht nur die Notwendigkeit der thermodynamischen, sondern auch der hydrodynamischen Betrachtungsweise, d. h. die Berücksichtigung der in der flüssigen Phase wirksamen Spannungen. Es bleibt ferner zu prüfen, inwieweit die Erosionskraft des Eises durch die Druckschmelzung, die vor jedem festen Hindernis auftreten muß, örtlich herabgemindert wird, um zu einem bessern Verständnis der Rundhöckerbildung im Sinne von H. Carol zu gelangen.

Der Grande Dixence S.A. und den beteiligten deutschschweizerischen Kraftwerksgruppen, mit Motor-Columbus AG Baden an der Spitze, ist der Verfasser für Finanzierung, den Herren Ing. P. Kasser (Abt. für Hydrologie der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH Zürich), Riva, Grundbuchgeometer, und Walter für ihre aktive Mithilfe bei der Durchführung der Versuche besonders dankbar.

**13.** J. Kopp (Ebikon). – *Der heutige Stand der wissenschaftlichen «Erdstrahlenforschung».*

Als *«Erdstrahlen»* werden die mit Rute oder Pendel auf Grund ihrer physiologischen Reizwirkung feststellbaren physikalischen Bodeneinflüsse bezeichnet, ohne daß damit etwas Endgültiges über die Strahlennatur dieser Erdkräfte ausgesagt worden wäre. Die Zonen, auf denen diese physikalischen Kräfte wirksam sind, nennt man *Reizstreifen.*

Die Kenntnis der Erdstrahlen geht bis ins graue Altertum zurück. Wohl am intensivsten haben sich die Chinesen mit der Erdstrahlenkunde, Geomantie genannt, befaßt. Schweizer Universitätsprofessoren und Missionare aus China berichten, daß die Untersuchung von Bauplätzen auf gesundheitsschädliche Einwirkungen unterirdischer Wasserläufe noch heute gehandhabt wird.

Bis in die letzten Jahre ist selbst in wissenschaftlichen Kreisen der Behauptung Glauben geschenkt worden, die Erdstrahlen ließen sich mit physikalischen Mitteln nicht nachweisen. Diese Ansicht ist durch die neuern wissenschaftlichen Forschungen gänzlich überholt. *Erdstrahlenwirkungen* können auf vier Arten festgestellt werden:

1. Mit *Rute oder Pendel* (bei hochsensiblen Personen auch ohne diese Hilfsmittel).

2. Durch *Registrierung physiologischer Effekte* mit physikalischen Apparaten auf dem sich über Reizstreifen aufhaltenden Menschen.
3. Mit *Tier- und Pflanzenversuchen.*
4. Mit *geophysikalischen Apparaten.*

Mit der physiologischen und physikalischen Seite des Wünschelrutenproblems hat sich wohl am eingehendsten der holländische Geologieprofessor S. W. Tromp befaßt, der in seinen Werken «*Psychical Physics*» und «*Wichelroede en Wetenschap*[1]» über 700 Veröffentlichungen über die Wünschelrute mehr oder weniger berücksichtigt hat.

Die *Feststellung der Reizwirkungen* durch Bewegungen von Rute oder Pendel erfolgt zumeist durch eine motorische Indikation, indem die «Erdstrahlen» via den Thalamus, die Transformatoren- und Sendestation des Hirns in den Armmuskeln einen Muskelreflex auslösen. Die Rutenbewegung kann indessen nicht nur reflektorisch, sondern auch durch einen Willensakt erzeugt werden. Ferner können bei einzelnen Rutengängern psychogalvanische Reflexe auftreten. In praktischer Hinsicht führen die beiden letzteren Arten des Rutenausschlages oft zu Fehlresultaten, was indessen, wie die Erfahrung zeigt, durch die wissenschaftlichen Kritiker und Versuchsleiter viel zu wenig in Rechnung gestellt wird. Bei manchen geübten Rutengängern spielt die mentale Einstellung, z. B. auf unterirdische Wasserläufe, auf Klüfte, auf bestimmte Erzarten usw., eine wichtige Rolle, indem diese reizauslösenden Agentien nach einer gewissen Einübungszeit auseinandergehalten werden können. Dies deutet darauf hin, daß das menschliche Hirn wie ein Radioempfänger Wellen empfangen und auf Grund ihrer Wellenlänge unterscheiden kann. Ein großer Teil der Fehlresultate der Rutengänger erklären sich aus dem Unvermögen, nur bestimmte Reize empfangen und andere ausschalten zu können. Unzweifelhaft spielen indessen beim Wünschelrutenphänomen auch tageszeitliche und Witterungseinflüsse, ja selbst kosmische Konstellationen eine Rolle.

Durch zahlreiche Versuche am Menschen hat Tromp gezeigt, daß *physiologische Reaktionen* über Reizstreifen einwandfrei mit *physikalischen Instrumenten* registriert werden können. Messungen mit einem *Elektrokardiographen* an sich über Reizstreifen (z. B. unterirdischen Strömungen) aufhaltenden Versuchspersonen ergeben einen dem normalen Körperreaktionsstrom überlagerten *Induktionsstrom.* Die Versuche von Tromp an Menschen über Reizstreifen mit einem *Saitengalvanometer von Einthoven* zeigten *Veränderungen der Hautpotentiale,* welche mehr als 20 mV ausmachten. *Messungen des Hautwiderstandes* an sich über Reizstreifen (unterirdischen Wasserläufen) aufhaltenden Versuchspersonen ergaben eine sehr starke Reduktion desselben. Verschiedentlich sank an solchen Stellen der Hautwiderstand von 9000 Ohm auf 3000 Ohm herab. Bei nicht rutenfähigen Personen ist der Hautwiderstand bedeutend größer als bei rutenfähigen. Versuche mit einem Elmquist-

[1] Erscheint voraussichtlich in deutscher Sprache unter dem Titel Geobiologie.

spannungskardiographen über rutenaktiven Eisenröhren in modernen Häusern, in denen oft niederfrequente Wechselströme zirkulieren, führten zu einem deutlichen «Brumm»-Effekt.

Aus diesen Versuchen geht mit aller Deutlichkeit hervor, daß in Menschen, die der Reizstreifenwirkung ausgesetzt sind, physikalisch meßbare physiologische Veränderungen vor sich gehen; dies gilt sowohl für rutenfähige als nicht rutenfähige Menschen. Diese Beobachtungen eröffnen bedeutsame Perspektiven in die medizinische Seite des Wünschelrutenproblems, treten doch an den Reaktionsstellen bei Mensch oder Tier nicht selten gesundheitliche Störungen auf.

Zahlreiche Beobachtungen haben ergeben, daß manche Pflanzen über Reizstreifen Wachstumsveränderungen oder krankhafte Auswüchse erfahren. Daß Obstbäume über Reizstreifen zuweilen absterben, ist eine oft festgestellte Erscheinung.

Die Ärzte Gori, Jenny und der Biologe Lautenschlager haben durch Tierversuche einwandfrei festgestellt, daß Kaninchen, Mäuse und Meerschweinchen bei langandauerndem Aufenthalt über Reizstreifen über unterirdischen Wasserläufen Störungen pathologischer Art erfahren, eine Erfahrung, die sich mit überaus zahlreichen Beobachtungen an den Reizstreifen ausgesetzten Menschen deckt.

Reizstreifen bzw. unterirdische Wasserläufe und geologische Klüfte können mit *geophysikalischen Geräten* mannigfacher Bauart festgestellt werden. Auf Grund der Erfahrung, daß über unterirdischen Wasserläufen eine meßbare Ablenkung der Magnetnadel auftritt, lassen sich solche Störungen des erdmagnetischen Feldes mittels des *Doppelkompasses* oder des *magnetischen Lokalvariometers* ermitteln. Aus den Beobachtungsresultaten ergibt sich ein für unterirdische Wasserströmungen typisches Kurvenbild, das eine genaue Lokalisierung derselben erlaubt.

Reiter stellte mit einem Elektrometer mit Flammensonde fest, daß das Luftpotential über unterirdischen Wasserläufen eine deutlich meßbare Veränderung erfährt. Die von ihm veröffentlichten Meßkurven zeigen eine frappante Übereinstimmung zwischen Reizstreifen und Erhöhung der Feldstärke über einem Quellauf.

Lehmann fand mit dem *Wulffschen Einfadenelektrometer* über durch unterirdische Wasserläufe bedingten Blitzeinschlagstellen an einer Hochspannungsleitung eine auffällige Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit der Luft, welche örtlich mit den Rutenausschlagsstellen zusammenfiel. In Italien hat de Vita mit einem *Elektrometer mit thermo-ionischen* Ventilen die Zonen ionisierter Luft über rutenaktiven unterirdischen Wasserläufen kontrolliert. In Frankreich führte Ing. Cody in Le Havre an Stellen von Krebstodesfällen in Wohnungen, welche genau auf radioaktiven Quelläufen lagen, Tausende von Messungen mit dem *Elektrometer von Elster und Geitel* und einer Ionisationskammer durch. Im Mittel ergab sich eine zehnfache Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit der Luft, was für die Krebsforschung nicht ohne Bedeutung sein dürfte. Auch mit Funkgeologie und dem physikalischen Gerät von Machts lassen sich Reizstreifen bzw. unterirdische Wasserläufe oder geologische

Klüfte nachweisen. Tromp gibt neun physikalische Verfahren zur Feststellung von Wünschelrutenzonen an. Mehrere deutsche Verfahren zur Reizstreifen-Bestimmung sind zurzeit in Erprobung. Häfeli und Schaad weisen darauf hin, daß über unterirdischen Wasserläufen zufolge der Reibungselektrizität des strömenden Wassers (Diaphragma-Effekt) meßbare elektrische Felder entstehen, welche offenbar den Rutenausschlag auslösen.

Es stehen also für die rein physikalische Feststellung der rutenaktiven Bodeneinflüsse eine Reihe von Geräten zur Verfügung. Alle Behauptungen, daß die «Erdstrahlen» bzw. Reizstreifen physikalisch überhaupt nicht erfaßt werden könnten, sind durch die Forschungen längst überholt und sollten nun endlich aus wissenschaftlich sein wollenden Veröffentlichungen verschwinden.

Über die *physikalische Natur der rutenaktiven Bodeneinflüsse* liegen zahlreiche Forschungsresultate vor, welche das «Erdstrahlenproblem» erhellen.

Tromp hat durch Versuche nachgewiesen, daß sowohl künstliche Magnetfelder (erzeugt durch die ringförmige Tangenboussole) als auch natürliche Störungen im erdmagnetischen Feld (Erzkörper, basische Gesteine) mit der Rute festgestellt werden können. Auch künstliche elektrostatische Felder, Unterschiede im Bodenpotential und im Bodenleitungsvermögen lassen sich mit der Rute ermitteln; auf gleiche Weise auch Stellen mit erhöhtem Leitungsvermögen über Grundwasserströmungen und Blitzeinschlagstellen. Auch flüchtige Stoffe können Rutenreaktionen, ja selbst eine Ohnmacht bewirken, wie Versuche im Methangasgebiet am Langensee gezeigt haben. Die Versuchsperson kannte übrigens die dem normal empfindlichen Menschen kaum wahrnehmbaren Gasaustrittspunkte überhaupt nicht.

Während Tromp den Standpunkt vertritt, daß in erster Linie magnetische, elektromagnetische oder elektrische Felder den Rutenausschlag erzeugen, weisen andere Forscher darauf hin, daß Wellen oder Strahlungen die Ursache der meisten Ruteneffekte bilden, daher der Name «Erdstrahlen». Im Vordergrund steht die Hypothese der *Hertzschen Wellen* als rutenaktives Agens. Die Versuche der englischen Forscher Franklin und Mayby im biophysikalischen Laboratorium von Bourton-on-the-Hill führten zu dieser Ansicht. Als Folgen der Bestrahlung durch Hertzsche Wellen werden angegeben: Müdigkeit, Nervosität, Schlaflosigkeit, auffallenderweise gerade Phänomene, welche beim Menschen unter Reizstreifeneinfluß auftreten.

In Deutschland vertreten die Physiker Wendler, Wüst und Wetschky die Hypothese, daß die Reizstreifen durch kippschwingungsähnliche Pulsationen des Erdstroms von der Frequenz 1–10 Hz erzeugt werden. Es soll sich um spiegelbare quasioptische Wellen handeln, so daß der Ausdruck Strahlung nicht unberechtigt wäre. Der zwischen Erde und Luft stattfindende Ladungsaustausch, der luftelektrische Vertikalstrom, wird als Gleichstrom aufgefaßt. Es ist neuerdings gelungen, solche niederfrequente Pulsationen des luftelektrischen Feldes mit der

verbesserten sog. *Feldmühle* nachzuweisen. Eine künstliche Erzeugung von «Erdstrahlen» löste sowohl Rutenreaktionen als auch biologische Effekte aus. Da es sich bei den Erdstrahlen um schwingungsmäßige Vorgänge handelt, kann, wie umfangreiche Versuche ergeben haben, durch geeignete schwingungsfähige Gebilde ihre Rutenwirksamkeit und, wie vielfältige Kontrollen gezeigt haben, auch ihre biologische Wirkung infolge Interferenzerzeugung unterbunden werden, was zur Herstellung eines Entstrahlungsgerätes auf physikalischer Grundlage geführt hat. Mit solchen Geräten sind auch bei Versuchen in der Schweiz gute Erfolge erzielt worden.

Der *Neutralisation der Erdstrahleneinflüsse* durch Entstrahlungsgeräte auf wissenschaftlicher Basis kommt eine beträchtliche hygienische Bedeutung zu, sind doch, wie die Ärzte Jenny, v. Gonzenbach, Hager, Petschke und Hartmann gezeigt haben, zahlreiche gesundheitliche Störungen, in gewissen Fällen selbst schwere Krankheiten wie Krebs auf Reizstreifenwirkung zurückzuführen. Zahlreiche Erfahrungen des Autors bei Untersuchungen in Häusern und Ställen bestätigen diese Auffassung.

Gerade wegen ihrer bedeutsamen medizinischen Aspekte verdient die wissenschaftliche Wünschelrutenforschung nachhaltige Förderung, handelt es sich doch hier um Probleme, deren Lösung für die Hygiene und Krankheitsprophylaxe von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist. Es ist zu wünschen, daß wie in Holland auf diesem so vernachlässigten Grenzgebiet zwischen Geologie, Physik und Medizin durch eine öffentliche Stiftung Mittel zu abklärenden Forschungen zur Verfügung gestellt werden.

**14.** Theodor Zingg (Weißfluhjoch-Davos). – *Beziehungen zwischen Temperatur und Schmelzwassermenge und ihre Anwendung auf die Gletscherschwankungen.*

Die Untersuchungen über den Zusammenhang der Schmelzwassermenge mit den meteorologischen Elementen hat auf dem horizontalen Versuchsfeld des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung auf Weißfluhjoch eine lineare Beziehung zwischen positiver Tagesmitteltemperatur und Abflußmenge in Millimetern ergeben. Die empirisch ermittelte Gleichung lautet: $A = 4{,}5 \cdot T$, wobei $A$ in Millimetern Wassersäule angegeben wird und $T$ die positive Tagesmitteltemperatur bedeutet (Mittel der drei klimatischen Tagesbeobachtungen).

Die Gleichung ist sowohl für Einzeltage als auch für ganze Abschmelzperioden gültig, wobei in letzterem Falle die Summen der positiven Tagesmittel verwendet werden.

Die obige Gleichung gestattet, an Hand der Temperatursummen bis zum Ende der Schneedecke die Menge der festen Niederschläge zu bestimmen. So fielen beispielsweise in Bevers im Mittel der letzten 30 Jahre 253 mm in Form von Schnee. Die Berechnung an Hand der Temperaturen bis Ende Schneedecke ergibt 244 mm. Wesentlich ist, daß die Temperaturwerte denjenigen der Umgebung entsprechen.

Die Summen der positiven Temperaturen vom 1. Januar bis Ende September gestatten, einen Einblick zu erhalten in die möglichen Abschmelzungen einer Ablationsperiode. Damit ist auch die Möglichkeit gegeben, die Gletscherschwankungen in Beziehung zu den maßgebenden Temperaturen zu bringen. Für ein Einzeljahr lassen sich die möglichen Ablationsmengen berechnen. So erhalten wir für das Jahr 1949 für den Gornergletscher an Hand der aus den Temperaturen von Zermatt ermittelten Temperatursummen in verschiedenen Höhenlagen bis 3200 m ü. M. Abweichungen von ca. 20 cm gegenüber den beobachteten Werten.

Hinsichtlich der Gletscherschwankungen (Zungenenden) zeigt sich ein enger Zusammenhang mit den Temperatursummen. Jeder Gletscher hat seine eigene Verzögerungsperiode. Der Turtmanngletscher reagiert nach 9 Jahren, der Gornergratgletscher nach 13, der Trientgletscher nach 6 Jahren. Kleinere Gletscher reagieren noch rascher.

Im Jahrfünft 1912 bis 1916 betrug die Summe ca. 450° in 2500 m Höhe, gegenüber mehr als 800° im letzten Jahrfünft. Der ersten obgenannten Periode folgten die verschiedenen nicht gleichzeitigen Gletschervorstöße, der letzten Periode werden noch stärkere Rückzüge folgen.

Mit der gefundenen Beziehung lassen sich auch die Niederschlagsmengen der Hochgebirgstotalisatoren überprüfen.

**15.** William Brunner-Hagger (MZA Zürich-Kloten). – *Zürcher Niederschläge* 1950/51 *und Sonnentätigkeit.*

Die durch Summenbildung über vier aufeinanderfolgende Tage ausgeglichenen Zürcher Niederschläge von 1951 zeigen bis Ende September neun Spitzen von Summenwerten über 30 mm, die durch Minima kleiner als 5 mm getrennt sind. Mit dem 17. Januar beginnend, folgen sich die Maxima in Intervallen von 34, 34, 33, 31, 27, 21, 22 und 14 Tagen. Die zugehörigen Summenwerte betragen 44, 40, 48, 43, 37, 57, 81 (15. VII.), 38 und 32 mm. Die hier auftretenden Niederschlagsintervalle schließen sich eng an das 5-, 4-, 3- und 2fache der schon früher[1] gefundenen 6⅔-tägigen Periode an. Die mittlere Abweichung von den 33⅓-, 26⅔-, 20- und 13⅓tägigen Standardintervallen beträgt nur ± 1 Tag. Besonders auffällig ist die zu Jahresbeginn sich viermal wiederholende 33-tägige Periode mit nahezu gleich starken Einsätzen von 40 bis 48 mm. Durch Extrapolation dieser Einsätze wurden Niederschlagsspitzen für den 3. bis 5. Juli und 5. bis 7. August von 40 mm erwartet. Die erste Prognose ist nicht eingetroffen (vermutlich durch Rhythmusverkürzung als Folge der sehr starken Sonnentätigkeit Mitte Mai), die zweite Prognose hingegen ist über Erwarten genau eingetreten mit einem Summenwert von 38 mm am 6. August. Die Ursache der ungefähr monatlich wiederkehrenden stärkeren Niederschläge kann sowohl terrestrisch wie solar sein. Eine die Erde auf 45° Breite mit der Westwinddrift in 33 Tagen umkreisende Störung hat eine durchschnittliche Verschiebungs-

[1] Verhandl. d. Schweiz. Nat. Ges., St. Gallen 1948, S. 123.

geschwindigkeit von 19 Knoten, bei 27tägigem Umlauf eine solche von 23 Knoten. Diese Werte sind in guter Übereinstimmung mit den Frontenverlagerungsgeschwindigkeiten. Die Sonnentätigkeit Januar bis September 1951 ist charakterisiert durch die Konzentration der größten Sonnenfleckenherde im heliographischen Längenbereiche von 0° bis 90°. Die rotationsbedingten Fleckenmaxima traten deshalb 2 bis 6 Tage vor Rotationsende auf. Die größten Niederschlagsspitzen (April bis August) folgten diesen Maxima in (4 bis 11) $+n \cdot 27$ Tagen. Der höchsten Sonnenfleckenrelativzahl im Jahre 1951 folgte der extremste Niederschlag in 59 Tagen ($n=2$); in den Jahren 1948 bis 1950 folgten sie in 53, 62 und 53 Tagen. Zehn Fälle der zweit- bis viertgrößten Niederschläge folgten in 40 bis 57 Tagen. Die Verzögerungszeit von 40 bis 62 Tagen der terrestrischen Auswirkung gegenüber der Sonnenfleckenentwicklung deutet erneut darauf hin, daß die aus den Fleckengebieten sich entwickelnden Fackelfelder und die in Entwicklung begriffenen dunklen Filamente (Protuberanzen) als Strahlungsquellen in Betracht kommen. Will man die zu Beginn des Jahres 1951 ausgeprägte 33tägige Periode auch auf eine solare Erscheinung zurückführen, so kommen nur polnahe Strahlungsquellen[1] in Frage, die in 33 Tagen eine synodische Rotation ausführen («Annales de l' Observatoire de Paris», tome VI, fasc. VII, p. 146). Daß auch Objekte nahe am Sonnenrand terrestrisch wirksam sein können, geht aus Polarlicht-Beobachtungen hervor. Das Jahr 1951 war für das Zustandekommen von solaren Einwirkungen auf die Erde besonders günstig, da erfahrungsgemäß Jahre vor dem Minimum der Sonnenfleckentätigkeit auch für andere Einflüsse die besten Korrelationen geben.

**16.** William Brunner-Hagger (MZA Zürich-Kloten). – *Endphase des Phänomens der blauen Sonne, 27. September* 1950.

In drei Tagen, vom 24. bis 27. September 1950, überquerten die von kanadischen Waldbränden herrührenden feinen Rauchpartikelschichten mit einer durchschnittlichen Höhenwindströmung von 50 bis 60 Knoten den Atlantischen Ozean. Über Europa herrschte am 27. September in der Hochatmosphäre eine starke Nordströmung, welche vom Morgen bis Abend die die Sonne blau färbende Trübungsschicht von der Gegend von Hamburg mit durchschnittlich 50 Knoten nach den Alpen verfrachtete. Auf einem Flug über die Alpen nach Rom auf 5500 m Höhe konnte festgestellt werden, daß sich um 16.30 Uhr die Hauptmasse der trüben Schicht über dem Wallis auf ca. 7000 bis 10 000 m Höhe befand. Die Breite der Schicht betrug 100 km, ihre Längserstreckung vom Gotthard bis zu den Meeralpen 250 km. Eine zweite trübende Schicht lag über dem Schwarzwald und Jura. Die Sonne erschien durch das trübe Medium über den Alpen weiß mit leicht bräunlichem Ton. Vom Entstehungsort bis zu den Alpen wechselte, nach verschiedenen

[1] Fackeln in hohen Nord-Breiten wurden zwar erst von April 1951 an beobachtet.

übereinstimmenden Berichten, die Sonnenfarbe von Rotorange bis Blaugrün und Himmelblau über Nord- und Zentraleuropa. Am Abend des 27. Septembers trat als Endphase eine weiße Färbung auf.

Diese Farbfolge ist nur durch die Teilchengröße des lichtstreuenden Mediums bestimmt und kann mit einfachen experimentellen Versuchen an wachsenden Teilchen, z. B. Schwefelfällung, vorgeführt werden[1]. Die Blaufärbung tritt nach der Theorie von Mie auf, wenn $\varrho/\lambda = 2$ ist für Blau. $\lambda_{blau} = 4 \cdot 10^{-5}$ cm, $\varrho = 8 \cdot 10^{-5}$ cm. Der Streukoeffizient $K$ ist bei dieser Teilchengröße 0,9 für Blau und 2,0 für Rot. Für Teilchenradien unter $10^{-5}$ cm gilt schon mit guter Annäherung die Raleigh-Streuformel $K$ proportional $\lambda^{-4}$ mit einem Streukoeffizientenverhältnis von $^1/_{16}$ Rot zu Blau; die Sonne erscheint dann rot. Für Teilchenradien größer als $3 \cdot 10^{-4}$ cm tritt Weißfärbung auf, da der Streukoeffizient $K$ nur noch zwischen 1 und 1,2 schwankt für sichtbares Licht. Das stetige Wachstum der Trübungsteilchen ist durch Aufnahme von Wasserdampf aus der Luft erfolgt, da stark ausgetrocknete Rauchteilchen stark hygroskopisch sind.

Auf dem Rückfluge von Rom am Morgen des 28. Septembers lag die Störungsschicht über dem Apennin, durchsetzt mit mächtigen Kumulonimben (Obergrenze ca. 7000 bis 8000 m), die zu gewittrigen Niederschlägen führten.

**17.** Martin Jaggi (Winterthur). – *Farbphotographien zwei sich berührender Halos in Cuba.*

Am 5. Mai 1950 photographierte der Referent in Regla (Cuba) einen Sonnenhalo, bei dem der normale 22°-Kreis um die Sonne von einem Oval umgeben war, das den Kreis an den Stellen geringster Krümmung berührte. Die Farbphotos (Ansco Color) zeigen sowohl beim Kreis als auch beim Oval dieselbe allseitig gleiche Helligkeit. Die Innenränder sind deutlich braunrot verfärbt. Der Radius der größten Krümmung des Ovals beträgt 19,5°. Die beiden entsprechenden Krümmungsmittelpunkte auf der Längsachse des Ovals bilden mit der Sonne beidseitig einen Winkel von 5°. An den beiden Berührungsstellen beträgt der Krümmungsradius 28½°.

Eine nähere Beschreibung und Erklärung der Erscheinung sowie eine Reproduktion der Aufnahmen erscheint in der Zeitschrift «Geofisica Pura e Applicata».

**18.** Max Bider (Basel). – *Bemerkungen zum Quotienten Niederschlagsmenge: Sättigungsdefizit als Dürremaß.*

Für gewisse Probleme der Bodenforschung und der allgemeinen Agrarmeteorologie wurden vielfach verschiedene Kombinationen meteo-

---

[1] Henning Kaaber: «Den blaa Sol». Urania (Danske Astron. Tidsskrift), 7. Jahrg., Nr. 11, S. 167, und H. O. Proskauer: «Zum Phänomen der blauen Sonne», Gegenwart (Bern). Nr. 8/9, 12. Jahrg., 1950.

rologischer Elemente herangezogen. Bekannt ist vor allem der «Regenfaktor» von *Lang* (Quotient Niederschlagsmenge: Temperatur), dem aber mancherlei Nachteile anhaften. Eine wesentliche Verbesserung bedeutete der von *A. Meyer*[1] eingeführte Quotient Niederschlagsmenge: Sättigungsdefizit (N/S-Quotient), denn das Sättigungsdefizit ausgedrückt in mm Hg) ist ein wenn auch rohes Maß für die Verdunstungskraft. Es ist nun von Interesse, zu sehen, wie sich die N/S-Quotienten in verschiedenen Perioden (1864–1900, 1910–1940 und 1940–1949) verhalten, wobei die letzte Periode die bekannten Trockenjahre umfaßt. Wie die untenstehende Tabelle zeigt, weist diese letzte Periode fast allgemein ganz wesentlich geringere Werte auf als die vorangehenden (Jahreswerte, Sättigungsdefizit berechnet aus Mittelwerten der Temperatur und relativen Feuchtigkeit).

| | Basel | Genf | Sitten | Bern | Zürich | Davos | Lugano |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1864–1900 | 464 | 405 | 284 | 528 | 595 | 735 | 700 |
| 1901–1940 | 420 | 416 | 193 | 635 | 545 | 740 | 568 |
| 1940–1949 | 339 | 344 | 192 | 478 | 439 | 650 | 384 |

Die monatlichen N/S-Quotienten lassen sich in erster Annäherung zur Beurteilung des Jahrganges des Wasserhaushaltes verwenden.

In der folgenden Tabelle sind die Mittel (1940–1949) der monatlichen N/S-Quotienten für Jahreszeiten zusammengefaßt gegeben.

| | Basel | Genf | Sitten | Bern | Langnau | Zürich | Davos | Lugano |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Frühling | 19 | 19 | 9 | 28 | 41 | 25 | 41 | 38 |
| Sommer | 17 | 12 | 8 | 26 | 37 | 23 | 40 | 22 |
| Herbst | 41 | 44 | 20 | 58 | 75 | 47 | 52 | 37 |
| Winter | 53 | 67 | 43 | 67 | 108 | 87 | 94 | 30 |

Die relativ niedrigen Werte sind eine Eigenheit der Periode 1940 bis 1949. Recht aufschlußreich ist eine Auszählung der Häufigkeit bestimmter Stufen von monatlichen N/S-Quotienten für verschiedene Schweizer Stationen (120 Monate der Jahre 1940–1949):

| N/S-Quotient | Basel | Genf | Sitten | Bern | Langnau | Zürich | Davos | Lugano |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0–15 .... | 29 | 36 | 68 | 18 | 10 | 28 | 12 | 44 |
| 15–50 .... | 63 | 49 | 34 | 57 | 46 | 54 | 57 | 50 |
| >50 .... | 16 | 34 | 17 | 46 | 64 | 37 | 48 | 22 |

Neben vielen interessanten Einzelheiten erkennt man die große Häufigkeit der vom agrarmeteorologischen Gesichtspunkt als trocken zu bezeichnenden Werte in Sitten und der sehr häufigen als naß zu bezeichnenden Werte in Langnau im Emmental. Inwiefern sich die monatlichen N/S-Quotienten für praktische agrarmeteorologische Probleme eignen, müßte noch durch Vergleiche mit landwirtschaftlichen Ertragsstatistiken abgeklärt werden.

---

[1] «Chemie der Erde», Zeitschr. für chem. Min., Petrographie und Bodenkunde, Bd. II, S. 210–347, 1926. Verlag G. Fischer, Jena.

**19.** MAX SCHÜEPP (Zürich). – *Entwicklungsstadien der steuernden Hochdruckgebiete in den gemäßigten Breiten.*

Einen typischen Fall der Entwicklung einer Familie von steuernden Hochdruckgebieten über Zentraleuropa zeigen die Wetterkarten vom 21. Jan. bis 31. Jan. 1949. Es besteht eine gewisse Analogie zur Zyklonenentwicklung von der ursprünglichen Wellenstörung an der Polarfront zum steuernden Zentraltief. Die Unterschiede bestehen darin, daß die Rollen der Warm- und der Kaltluft bei der Entwicklung der steuernden Antizyklone vertauscht sind und die Fortpflanzung des Zentrums in bezug auf die West-Ost-Achse spiegelbildlich erfolgt. Sowohl Zyklonen als auch Antizyklonen entstehen an der west-östlich verlaufenden Polarfront durch einen gleichzeitigen Vorstoß von Warmluft aus den Subtropen und einen Ausbruch von Kaltluft aus dem Polarraum. Während jedoch beim Tief der Warmluftvorstoß östlich des Kaltluftausbruchs erfolgt, stößt beim Hoch die Warmluft im Westen der Kaltluft vor.

Dem Warmsektor des Tiefs, der sich normalerweise im SE befindet, entspricht ein Kaltsektor des Hochs auf der NE-Seite der neu entstehenden Antizyklone. Die Kaltluft wandert allmählich vom NE- in den SE- und S-Sektor des Hochs, welches zugleich seine ursprünglich östliche oder nordöstliche Zugrichtung verändert, nach SE umbiegt und später stationär wird. Im Endstadium, wenn die Kaltluft im Süden vollständig aufgezehrt ist, zieht es sich nach Westen zurück. Im Westen erfolgt der Anbau neuer Zellen an das ursprüngliche Hoch als Glieder einer antizyklonalen Familie. Dabei verlagert sich das Steuerungszentrum allmählich gegen Westen, solange dieser Anbau von neuen Gliedern weitergeht.

Wichtig für den Bestand des antizyklonalen Steuerungszentrums ist die Warmluftzufuhr aus dem subtropischen und äquatorialen Wärmereservoir. Da der Wärmevorrat des Tropengürtels die Zirkulationen im Westwindgürtel beider Hemisphären der Erde speist, ist eine Erfassung der synoptischen Zusammenhänge zwischen den beiden Roßbreiten-Hochdruckgürteln dringend wünschenswert. Hoffentlich erlaubt uns der nach Südamerika und Südafrika einsetzende Luftverkehr mit seinem Wettermeldenetz bald das Zeichnen der Wetterkarten im atlantischen Raum über den Äquator hinweg und damit die nähere Erforschung des Zusammenspiels von Nord- und Südhemisphäre.

**20.** R. SÄNGER (Zürich). – *Bemerkungen über die Wetterbeeinflussungsversuche in den USA und Demonstration eines Films über «Project Cirrus».*

In den USA laufen gegenwärtig große Untersuchungsreihen auf dem Gebiete der experimentellen Meteorologie, meistens als Gemeinschaftswerk zwischen wissenschaftlichen Laboratorien und militärischen Institutionen, vornehmlich des US Signal Corps. Eine solche Untersuchungsreihe trägt den Titel «Project Cirrus» und befaßt sich im wesentlichen mit den Vorgängen der Erzeugung von Niederschlägen und ihrer künst-

lichen Beeinflussung. Die wissenschaftliche Leitung dieser Arbeiten liegt in den Händen von Dr. Vincent J. Schaefer, vom General Electric Research Laboratory, Schenectady, NY, der kürzlich einen Film über das Wachstum von Kumuluswolken gedreht hat. Dieser Film, der vom Referenten an der Sitzung in Luzern vorgeführt wurde, soll vor allem einen Einblick in die Vorgänge, die zu Regenbildung führen, geben. Es wird darin u. a. gezeigt, wie eine nächtliche Schichtwolke durch die Sonnenwärme in Tageskumuli übergeführt wird, wie sich eine aktive Gewitterwolke aus einer orographischen Kumuluswolke entwickelt, wie die Konvektionsbewegungen von unterkühlten Wolken beim Übergang zu Eis rasch abgestoppt werden und ferner wie unterkühlte Wolkenpartien bei ihrem Eintritt in infiszierte Gebiete, unmittelbar in Schnee verwandelt werden. Am Schluß wird die Wirkung einer Impfung von Wolken mit Trockeneis geschildert und gezeigt, wie diese Maßnahme tatsächlich Regen zum Ausfall brachte.

Die in der Schweiz letztes Jahr vom Bundesrat ernannte Kommission zum Studium der Hagelbildung und Hagelabwehr, deren Forschungsaufgaben in engem Zusammenhang stehen mit den Untersuchungen über die Regenbildung, hat dieses Jahr mit einigen Vorarbeiten begonnen. Im Osservatorio Ticinese sind unter der Leitung von Herrn Thams auf dem Gebiete der Kondensationskernzählung Untersuchungen durchgeführt worden, die zu sehr nützlichen und interessanten Ergebnissen führten und demnächst veröffentlicht werden. Es ist beabsichtigt, Ende dieses Jahres mit den eigentlichen Aufgaben der Kommission zu beginnen, wobei es sich vorerst um reine Grundlagenforschung handelt. Teilweise werden die Arbeiten auch im Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung Weißfluhjoch, Davos, ausgeführt.

## 4. Sektion für Chemie

Sitzung der Schweizerischen Chemischen Gesellschaft

**Samstag und Sonntag, den 29. und 30. September 1951**

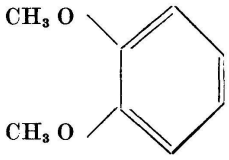
*Präsident:* Prof. Dr. L. CHARDONNENS (Fribourg)
Sekretär: Dr. E. KURTH (Basel)

**1.** EDGARDO GIOVANNINI (Fribourg). – *Contribution à l'étude de la désaromatisation.*

L'effet *Mills-Nixon* consiste, si l'on admet un certain langage, dans une localisation des doubles liaisons ou, mieux, dans une prédominance d'une formule kékuléienne, considérée comme formule limite, par rapport à la formule limite complémentaire ou, d'une manière plus générale, d'une formule limite par rapport à toutes les autres. Puisque cet effet est en général accompagné d'une diminution de ce que l'on appelle le caractère aromatique et d'une émersion correspondante du caractère oléfinique, on peut l'appeler aussi une désaromatisation. La cause de cette désaromatisation dans l'effet *Mills-Nixon* est un effet stérique: la chaîne méthylénique de l'hydrindène – nous voulons considérer uniquement l'effet *Mills-Nixon* de cette substance – garde sa configuration tétraédrique, donc des angles valenciels pratiquement rigides et impose de ce fait un angle de soudure d'environ 108°; il en résulte une rupture de la symétrie sénaire propre de la molécule benzénique et une autre répartition des électrons $\pi$.

Nous avons voulu étudier si un cas semblable pouvait être observé dans un dérivé du benzène, dans lequel la localisation des doubles liaisons ne serait pas due à un effet stérique tel qu'il se présente dans l'effet *Mills-Nixon* de l'hydrindène, mais à la présence de deux groupements polaires en position ortho. L'effet, qui peut être rangé parmi les effets ortho, mais avec un caractère un peu spécial, pourrait permettre d'intéressantes conclusions théoriques. Nos essais, qui n'ont fait que commencer, ont porté d'abord sur un dérivé benzénique orthobisubstitué par deux groupements polaires égaux, le vératrole. Parmi les preuves que *Mills* et *Nixon* d'abord et d'autres auteurs ensuite ont apportées à l'hypothèse de la localisation des doubles liaisons dans l'hydrindène, nous avons étudié jusqu'ici la position de copulation de l'hydroxy-4-vératrole et la position de cyclisation dans la réaction de *Skraup* sur l'amino-4-vératrole. L'étude des autres réactions est en

cours. Les résultats obtenus concordent avec l'hypothèse d'une localisation des doubles liaisons selon la formule A: ou, autrement dit, si l'on remplace le mécanisme de la substitution aromatique de *Wieland*,




A

adopté par *Mills* et *Nixon*, par celui actuellement admis d'une $S_E$, ces résultats concordent avec l'hypothèse d'une prédominance de la formule limite avec un doublet électronique solitaire sur l'atome de carbone en position 5.

Nous avons ensuite appliqué à l'étude de la localisation des doubles liaisons dans le vératrole deux réactions connues, mais jamais employées jusqu'ici pour ce but. La première est la réaction de métallation de l'anisole par le phényl-lithium, décrite par *Wittig*, qui a l'avantage de permettre l'étude de l'effet sur le vératrole lui-même, tandis que toutes les réactions employées jusqu'ici pour l'étude de l'effet *Mills-Nixon* ont été faites sur les dérivés de l'hydrindène et non sur l'hydrindène lui-même. Il nous a paru probable que l'aptitude de l'atome d'hydrogène en position 3 du vératrole à être substitué par un atome de lithium serait d'autant plus grande que la double liaison serait plus localisée dans le sens indiqué par la formule A. Cette aptitude se mesure aux rendements du tritanol substitué correspondant, obtenu par condensation du dérivé lithique avec la benzophénone. Les rendements en diméthoxy-2,3-tritanol (30 %) étant environ le double de ceux en méthoxy-2-tritanol (16,4 %), nous pouvons conclure que la localisation des doubles liaisons est plus grande dans le vératrole que dans l'anisole et qu'elle s'est faite dans le sens indiqué par la formule A. La seconde réaction est l'action iodurante du diméthyléther de l'iodo-4-résorcinol (I), découverte par *Meerwein*. Nous avons estimé (par un raisonnement que nous ne pouvons pas donner en résumé, mais qui sera publié prochainement in extenso) que la réactivité de l'iode serait d'autant plus grande que les doubles liaisons sont plus localisées et qu'elle pourrait donc servir comme mesure de la désaromatisation. Tandis que I iodure l'anisole avec un rendement de 38,5 %, l'iodo-3-vératrole (II) le iodure avec un rendement de 84,4 %. L'atome d'iode est donc plus réactif en II qu'en I: ce fait ne peut pas être expliqué, par le seul jeu des polarités, comme l'indique *Meerwein* pour la réactivité de l'iode en I, parce que l'action concordante des deux groupements polaires de I devrait alors être plus efficace que celle discordante dans II, ce qui est en opposition avec nos résultats. Finalement les réactions diéniques obtenues par *Robinson* et *Hudson* sur les propényl-vératroles et la réaction anomale du cyano-3-vératrole avec les organomagnésiens découverte par Richtzenhain peuvent aussi être considérées comme un appui de notre hypothèse.

Nous remercions M. Fabio Beffa de son habile collaboration expérimentale.

**2.** Walter Feitknecht und Peter Graf (Bern). – *Die Lösungsgeschwindigkeit von Nickeloxyd in verdünnter Säure.*

Die Ursachen der Korrosionsfestigkeit von Nickel sind bis heute noch wenig geklärt. Nickel ist nicht sehr edel, zeichnet sich aber durch eine hohe Überspannung bei der elektrolytischen Auflösung und Abscheidung aus. Häufig kommt die Korrosionsfestigkeit eines Metalles daher, daß es sich an Luft mit einem sehr schwerlöslichen Oxyd überzieht. Aus der freien Energie des Nickeloxydes ergibt sich, daß es in verdünnter Säure sehr leicht löslich sein sollte. Aus Korrosionsversuchen mit Nickel in Salzsäuredämpfen war geschlossen worden, daß die *Lösungsgeschwindigkeit* in Säure sehr klein sein muß.

Um diese Vermutung zu prüfen, haben wir Versuche über die Lösungsgeschwindigkeit von Nickeloxyd durchgeführt. Wir haben uns dabei eines Verfahrens bedient, das Prior und Evans (J. chem. Soc. 1949, 3330) zur Bestimmung der Lösungsgeschwindigkeit von $\alpha Fe_2O_3$ benutzten. Nickeloxyd, hergestellt durch Glühen von Nickelhydroxyd bei verschiedener Temperatur, wurde bei 25° während einer bestimmten Zeit mit HCl-bestimmter Konzentration geschüttelt und die in Lösung gegangene Menge Nickel bestimmt.

Das bei tiefer Temperatur erhaltene Nickeloxyd ist wesentlich aktiver und löst sich rascher als das bei hoher Temperatur erhaltene. Die Lösungsgeschwindigkeit nimmt mit der Zeit ab, da zuerst die kleinen Mengen aktiver Anteile reagieren und sich der inaktivere Rest langsamer löst.

Ein Vergleich der Lösungsgeschwindigkeit von bei gleicher Temperatur hergestellten Präparaten von $\alpha Fe_2O_3$, NiO und CuO ergibt ein Verhältnis von ca. 1:10:450. Nickeloxyd löst sich demnach unter sonst gleichen Bedingungen fast 50mal langsamer als Kupferoxyd, obschon seine Löslichkeit bei einem gegebenen *p*H $10^5$mal größer ist.

Die kleine Lösungsgeschwindigkeit wird darauf zurückgeführt, daß die Bildung und Lösung der Ni-O-Bindung stark gehemmt ist. Die Hemmung dieser Reaktion ist die Ursache, daß die Ablösung der Ni-Ionen aus dem Oxydgitter und ihre Hydratation im weitern auch die Dehydratation der Nickel-Ionen einer großen Aktivierungsenergie bedarf. Diese bedingt auch die eingangs erwähnte Überspannung bei der Auflösung und Abscheidung von Nickel. Kleine Lösungsgeschwindigkeit des Oxyds und Überspannung des Metalls haben demnach eine gemeinsame Wurzel und dürften beide für die Korrosionsfestigkeit des Nickels verantwortlich sein.

**3.** Kurt Leu (London/Bern). – *Zum Einfluß der kristallographischen Natur des ersten Korrosionsproduktes auf den weitern Verlauf des Angriffes.*

Wird eine metallische Oberfläche in trockenem oder nassem Zustande einem chemischen Angriffe ausgesetzt, so bildet sich sehr rasch

ein das Metall bedeckender Film. Je nach Versuchsbedingungen kann nun dieser Film aus Oxyd, Hydroxyd, normalem oder basischem Salz bestehen.

Besteht dieser Film aus locker gepacktem Material, so vermag er die Metalloberfläche vor einem Weiterangriff nicht zu schützen. Filme aus dicht gepacktem Material hingegen gewähren weitgehenden Schutz. Doch auch diese haben unterschiedlich schützende Wirkung je nach Struktur und Orientierung zum Grundmetall.

Mit Hilfe der Elektronenbeugung wurde die Bildung des ersten Oxydfilmes vom Gesichtspunkte der kristallographischen Natur aus näher untersucht. Bei der thermischen Oxydation von elektrolytisch polierten Cu-, Fe-, Zn-, Al-Einkristallflächen bildet sich bei Zimmertemperatur und bis hinauf zu einer charakteristischen Temperatur ein amorpher Oxydfilm, während oberhalb dieser ein feinkristalliner Film aufwächst. Der feinkristalline Oxydfilm kann in vielen Fällen epitaktisch aufwachsen, sofern eine diesbezügliche Beziehung zum Grundmetall besteht. Die charakteristische Temperatur ist für Kupfer zwischen 135°C und 145°C ((110)-Fläche: 135°C; (111)-Fläche: 140°C; (100)-Fläche: 145°C), für Eisen bei ca. 180°C, für Zink bei ca. 200°C und für Aluminium bei ca. 600°C.

Das Wachstum der Oxydfilme (betreffend Gesetze der Oxydation siehe U. R. Evans, Metallic Corrosion, Passivity and Protection; 2nd Ed. 1946) erfolgt unterhalb der charakteristischen Temperatur nach einem logarithmischen Gesetz, während es oberhalb derselben nach einem parabolischen Gesetz erfolgt. Die kristallographische Natur des initialen Oxydfilmes kann somit zur Erklärung der Gesetze der Oxydation herangezogen werden.

Eine Ausnahme macht jedoch die Zinkspaltfläche (Basisfläche). Bei Zimmertemperatur wächst auf dieser ein monomolekularer Film von pseudomorphem Zinkoxyd auf, welcher einen Weiterangriff vollkommen verhindert.

Ein pseudomorpher Oxydfilm schützt also eine Einkristallfläche vollkommen vor einem Weiterangriff. Ein amorpher Oxydfilm gewährt guten Schutz. Kristalline Filme bieten geringeren Schutz, da der Sauerstoff entlang der Kristallitgrenzen des Oxydes zum noch nicht umgesetzten Metall gelangen kann. Den geringsten Schutz gewähren epitaktische Filme.

In analoger Weise konnte bei der Korrosion von Kupfer in wässerigen Elektrolytlösungen der Einfluß der kristallographischen Natur des ersten Korrosionsproduktes auf den weitern Verlauf des Angriffes festgestellt werden.

Die Untersuchungen, die durch ein Stipendium aus der Stiftung für Stipendien auf dem Gebiete der Chemie ermöglicht wurden, werden weitergeführt.

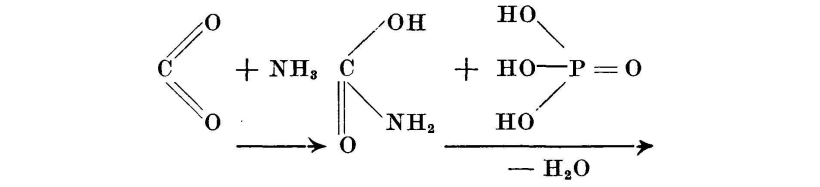
**4.** GERTRUD WOKER (Bern). – *Zur Theorie der Harnstoffbildung. – Das Ornithin als Biokatalysator.*

Den Rahmen für die ungeheure Mannigfaltigkeit der ineinandergreifenden Zwischenreaktionen, deren Resultat die biologische Harnstoffsynthese darstellt, bildet wohl noch heute die über die Stufen: Carbaminsäure, Citrullin, Arginin, Isoharnstoff, Harnstoff verlaufende Reaktionsfolge, in der das Ornithin als echter Biokatalysator im Verlauf der Reaktion regeneriert wird.

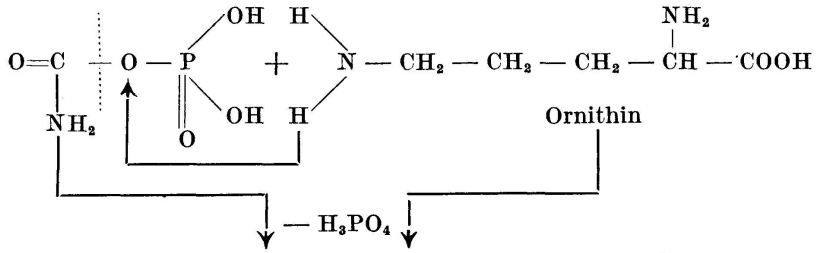
Der Ablauf dieser Reaktionsfolge ist jedoch, wie *Leuthardt* und Mitarbeiter gefunden haben, von der in den Mitochondrien der Leberzellen verankerten fermentativen Adenylsäurephosphorylierung zu Adenosintriphosphat abhängig, die ihrerseits nur vor sich gehen kann, wenn ein im Getriebe der oxydoreduktiven Fermentprozesse, mit denen die Phosphorylierung gekoppelt ist, dehydrierbares Substrat die notwendige Energie zur Verfügung stellt.

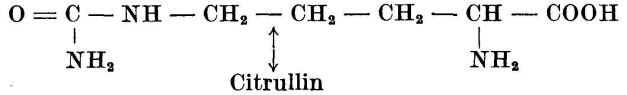
Das gebildete Adenosintriphosphat vermag nun in der Weise in den Prozeß der Harnstoffsynthese einzugreifen, daß es wie beim Kohlehydrataufbau und wahrscheinlich auch bei den biologischen Polypeptidsynthesen unbeständige Zwischenstufen phosphoryliert, sie damit aus dem Gleichgewicht entfernt und hierdurch die reversible Reaktionsbahn zwingt, im synthetischen Sinne zu verlaufen.

Wie sich die Citrullinbildung über phosphorylierte Zwischenprodukte vollziehen kann, wird dann unter Berücksichtigung der Untersuchungen von *Leuthardt* auf verschiedenen Wegen durchgeführt. Im einfachsten Fall – der direkten Citrullinbildung – kann dieselbe, ausgehend von der Carbaminsäure, folgendermaßen formuliert werden:




Carbaminsäure

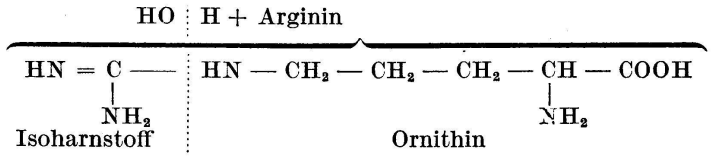


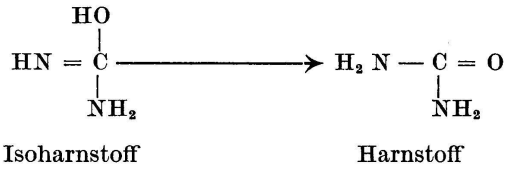

Citrullin

Ferner wird die direkte Anlagerung von Ornithin an $CO_2$ ins Auge gefaßt, das Additionsprodukt durch Phosphorylierung festgelegt und durch Reaktion mit Glutamin in Phosphorsäure, Citrullin und Glutamin-

säure zerlegt. Der weitere Weg vom Citrullin zum Arginin dürfte nach der Transaminierungsreaktion von *Borsook* und *Dubnoff* erfolgen. Hierauf setzt bekanntlich die letzte Phase der Harnstoffbildung ein, die unter dem Einfluß der Leberarginase sich vollziehende Argininhydrolyse, die folgender Formulierung entsprechen dürfte:




Von den beiden primären Spaltprodukten des Arginins, dem Isoharnstoff und dem Ornithin, reagiert das letztere aufs neue in der angegebenen Weise mit der phosphorylierten Carbaminsäure, während sich der Isoharnstoff zu Harnstoff tautomerisiert:




Es haben noch gesprochen: Georg Huber, Zürich; Roman Marbet und Alfred Winterstein, Basel; D. Reichinstein, Zürich; Robert Wizinger, Basel.

## 5. Sektion für Geologie

Sitzung der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft

**Samstag, Sonntag und Montag, den 29. und 30. September, 1. Oktober 1951**

*Präsident:* Prof. Dr. L. VONDERSCHMITT (Basel)

**1.** JOSEPH KOPP (Ebikon). – *Die Gletscherstausee-Ablagerungen von Littau und Kriens.*

Erscheint in «Eclogae Geologicae Helv.», Bd. 44, Nr. 2, 1951.

**2.** LOUIS BENDEL (Luzern). – *Die Baugrundkarte von Luzern und Umgebung.*

Im Jahre 1929 setzte in Luzern eine große Bautätigkeit ein. Bis zu diesem Zeitpunkt wurden gewisse Teile des Stadtgebietes wegen des schlechten Untergrundes nicht als Bauland benützt. Der Mangel an baureifem Land zwang die Bauherrschaften, auch Boden zum Bauen zu benützen, der kostspielige Fundationen verlangte. Die zahlreichen neuen Bodenaufschlüsse legten mir den Gedanken nahe, dieselben zu sammeln und systematisch zu verarbeiten.

Leider fehlte aber eine geologische Karte von Luzern im Maßstab 1:25 000. Der erste Schritt war daher, das Gebiet von Luzern und seine Umgebung neu geologisch im Maßstab 1:10 000 zu kartieren. So entstand die geologische Neuaufnahme von Luzern durch den Vortragenden. Vgl. Probedruck Blatt Luzern des geologischen Atlasses der Schweiz.

Neben der rein geologischen Karte wurden an Sonderkarten erstellt:

1. Die *petrographische* Karte von Luzern in Verbindung mit Dr. F. de Quervain.

Dabei wurde unterschieden in

*a)* Lockergestein: lehmiges Material, Kiessand (Schotter), Gehängeschutt;

*b)* Festgestein: Mergelschiefer und Kalksteine.

2. Die *Senkungsisohypsen* von Luzern in Verbindung mit dem Vermessungsamt der Stadt Luzern.

Die Senkungsisohypsen zeigten im Süden der Stadt das Vorhandensein eines alten, aus Schotter bestehenden Deltas auf. Die jährlichen Setzungen sind in diesem Gebiet relativ klein, 1–2 mm gegenüber den mächtigen, jungen See- und Flußablagerungen von 3–6 mm je Jahr.

3. Die *Senkungszonen* in Abhängigkeit der physikalisch-geologischen Beschaffenheit des Bodens.

Auf Grund der Senkungsisohypsen konnte das Stadtgebiet mit Leichtigkeit in verschieden große Senkungsgebiete eingeteilt werden. Die Kosten für die Gründungen sind dementsprechend verschieden groß. Vgl. L. Bendel, Ingenieurgeologie, zwei Bände (1664 Seiten), Bd. I, 2. Auflage, S. 215/220.

4. Die *bautechnische* Einteilung des Baugrundes nach Arbeitsaufwand und Sprengstoffbedarf.

Die bautechnische Einteilung des Baulandes nach dem Arbeitsaufwand bot ziemlich große Schwierigkeiten. Immerhin war es möglich, einzelne Zonen auszuscheiden, bei welchen bei der Wahl der Flachfundation der Boden zwischen 0,3 bis 0,7 kg/cm² belastet werden kann (torfig-sandiger Boden) oder 2 bis 4 (wasserhaltige Kiessandböden). Mergelfelsen sollten nicht mit mehr als 3 bis 4 kg/cm² belastet werden, da sie immer mehr oder weniger stark zusammendrückbar sind. Nagelfluh, trockene Moräne, kompakte Sandschichten können bis 6 kg/cm² beansprucht werden.

In neuster Zeit wurde auf Anregung von Herrn Stadtingenieur Maag erstellt:

5. Die bautechnische *Bodenwertkarte* von Luzern und Umgebung.

Maag entwickelte eine Bodenkennziffer, aus welcher der Bebauungsplan, der Zusammenhang zwischen den technischen Baugrunddaten und der Wirtschaftlichkeit der Bebauung ersichtlich ist, bzw. die Kosten für die Fundation. Die Kennziffer ist gebildet aus der Dichte des Bodens, dem Winkel der innern Reibung und einem Wirtschaftlichkeitsfaktor als Einheitspreis für die Gestehungskosten der Fundation.

Neben den Karten wurden typische ingenieurgeologische Querschnitte erstellt.

Für die Berechnung der erwähnten Bodenkennziffer konnte der Verfasser die Ergebnisse von 128 Bohrungen und Rammsondierungen, die unter seiner Leitung durchgeführt und ausgewertet wurden, zur Verfügung stellen. Die Herren Kopp und Tschachtli erstellten auf Grund dieser Angaben die Bodenwertekarte.

Zum Untersuch der Mächtigkeit der einzelnen Schichten wurden an Geräten verwendet: Bohrgeräte, Rammsonden, geoseismische und geoelektrische Geräte. Zur Ermittlung der Bodeneigenschaften dienten hauptsächlich an Geräten (sämtliche sind Eigentum des Verfassers):

| Bestimmung der Eigenschaften | Im Feld | Im Laboratorium |
|---|---|---|
| Zusammendrückbarkeit | Nivellierinstrument | Oedometer (Drucksetzgerät) |
| bzw. Setzungen | Drucksetzgerät | |
| Tragfähigkeit des Bodens | Bodenbelastung durch Probepfählung | Kreißringscher Gerät |
| | Feldtriaxialapparat | Dynamischer Triaxialapparat |
| Raumgewicht | | Waage mit Dämpfungsvorrichtung |
| Wassergehalt | | Trockenschrank |

**3.** Walther K. Nabholz (Basel). – *Funde spätdiluvialer Schotter im Lugnez und Safiental (Graubünden)*[1].

Im unteren Teil des Lugnezes (=Lumnezia), auf der Strecke von Uors bis Ilanz, breitet sich im Mittel 300 m über der heutigen Talsohle zu beiden Seiten des Haupttals, das im unteren Teil schluchtartig eng ist, eine breite Terrassenfläche aus. Diese Talterrasse, die auf der rechten Seite des Lugnezes die Dörfer Duvin, Pitasch und Riein trägt, steht genetisch in Verbindung mit dem Terrassenniveau von Obersaxen–Brigels–Waltensburg im Vorderrheintal. Wahrscheinlich handelt es sich um den Rest eines sehr alten, evtl. präglazialen Talbodens.

In der vorliegenden Mitteilung soll erstmals auf das Vorkommen von *Schottern* hingewiesen werden, die ich an verschiedenen Stellen der Terrassenfläche auf der rechten Talseite des Lugnezes finden konnte. Besonders auffällig sind die Schotteraufschlüsse bei der Häusergruppe von Signina (1318 m), wo sich die von Pitasch aus ostwärts leicht ansteigende Terrassenfläche an den Fuß der Signina-Gebirgsgruppe anlehnt. Die Quartärablagerungen über dem Felssockel der Terrassenfläche erreichen hier eine Mächtigkeit von 60–80 m. Sie bestehen aus den Schottern eines ehemaligen von der Signina-Gebirgsgruppe herabkommenden Baches, sind in den untersten 5–10 m sehr grob und werden gegen oben bei intensiver Wechsellagerung mit Sandlagen kontinuierlich feiner. An der heutigen Terrassenoberfläche werden sie von 1–3 m mächtiger Moräne überlagert, die zahlreiche Blöcke von Adulakristallin führt. In analoger Weise liegt auch das Dorf Duvin auf bis zu 20 m mächtigen Schottern eines ehemaligen Baches aus der Val Uastg (Duviner Tobel). Auch hier sind die Schotter von 1–3 m mächtiger Moräne bedeckt. 200 m NNW der Kirche von Duvin sind in einem Wall einer ehemaligen Seitenmoräne des Haupttalgletschers Schotter- und Moränenmaterial durch seitliche Schmelzwässer des Gletschers miteinander vermischt worden; diese Beobachtung zeigt, daß die aus den Seitentälern des Lugnezes stammenden Flußschotter offensichtlich infolge Stauung durch das Eis entstanden sind, das zu jenem Zeitpunkt das Haupttal bis zur Höhe der Terrasse ausfüllte. Anschließend an diesen Eisstand erfolgte ein neuer Vorstoß des Gletschers, der sich bei Ilanz mit dem Vorderrheintalgletscher vereinigte und über den Flimser Bergsturz hinweg bis in die Gegend von Chur vorstieß (nach *R. Staub* =Flimser-Churer-Stadium). Auf diesen Vorstoß, der zu den Rückzugsphasen der Würmvergletscherung gehört und mit dem *Schlernstadium* der Ostalpen parallelisiert werden kann, läßt sich die Moränenüberlagerung der Schotter auf der Lugnezer Terrasse zurückführen.

In der gleichen Höhenlage wie im Lugnez konnten auch im *Safiental* Schotter gefunden werden, und zwar liegen sie auf der rechten Talseite gegenüber Tenna, 130 m über dem Flußlauf der Rabiusa, am Weg, der von Eggschi über Wald gegen das Inn. Salentobel und weiter tal-

---

[1] Vgl. hierzu: Blatt 257 Safiental der Landeskarte der Schweiz 1:50 000.

auswärts führt. 1948 wurden diese Schotter beim Inn. Salentobel auf 1170 m Höhe ausgebeutet und zur Betonkiesherstellung für den Überleitungsstollen Eggschi–Trieg des Kraftwerks Rabiusa-Realta verwendet. Auch hier setzen sie sich aus kleinen Geröllen zusammen, mit zahlreichen zwischengelagerten Sandlagen, und zeigen deutliche Übergußschichtung. Man kann annehmen, daß diese Schotter gebildet wurden, während der Vorderrheingletscher zum Flimser-Churer-Stadium vorstieß und den Ausgang des Safientals auf der Höhe von ca. 1150 m staute.

Die beschriebenen Schottervorkommen des Lugnezes und Safientals lassen sich also altersmäßig mit der Flimser-Churer-Rückzugsphase der Würmvergletscherung in Beziehung bringen. Diese Feststellung ist deshalb wichtig, weil im zentralen Teil der Schweizer Alpen Schotterrelikte, die bedeutend höher liegen als die heutigen Talsohlen, nicht nur relativ selten erhalten geblieben, sondern auch selten datierbar sind. Für eine nähere Beschreibung dieser jungpleistozänen Schottervorkommen sei auf «Eclogae geol. Helv.», Vol. 44/2, verwiesen.

**4.** Rudolf Trümpy (Lausanne). – *Sur les racines helvétiques et les «schistes lustrés» entre le Rhône et la vallée de Bagnes*.*

**5.** Léon Mornod (Bulle). – *Ravinements et remaniements dans la Molasse fribourgeoise*.*

**6.** Léon Mornod (Bulle). – *La grande source des Avants et son origine dans les préalpes médianes*.*

**7.** R.F. Rutsch (Bern). – *Das Typusprofil des Aquitanien*.*

**8.** R.F. Rutsch (Bern). – *Die ältesten geologischen Schweizer Karten*.*

* Erscheinen in «Eclogae geologicae Helv.», Bd. 44, Nr. 2, 1951.

**9.** Toni Hagen (Kathmandu). – *Preliminary Note on the Geological Structure of Central Nepal.*

Through kind invitation by the Government of Nepal Dr. Hagen was able to do some geological studies in the Central part of the country. Particular thanks are due to Major General Bijaya Shamsher Jang Bahadur Rana for the invitation and Col. K.N. Rana, Director of the Nepal Bureau of Mines, for the organisation of the fieldwork. Mr. Malla, Mining engineer of the Nepal Bureau of Mines accompanied the author as an assistant and proved as very helpful and as a very keen observer.

*Nappe Structure.* Proves for nappe structures were found in the Nawakot district first (16 miles north of Kathmandu). Boulderbeds are there underlying the older phyllites of the Daling type. Lithological similarities between these Nawakot series and those series lying just north of the main boundary thrust near Suparitar were found too, and it was therefore supposed, that these might be the same series, thus underlying the older series of the whole Kathmandu-Bimphedi area.

Furthermore, due to a strong axial rising towards West, it was supposed too, that the Nawakot series and the Suparitar series might be linked somewhere north of the junction of the Kali and the Trisuli rivers. This was proved as a fact by later studies.

Two different main nappe groups were found in Central Nepal. The lower one was called by the author as *Nawakot nappe system*, the overlying one the *Kathmandu nappe system*. Both of these nappe systems consist of several nappes and sheets which however are similar in rocks and structures in the same nappe system.

It is very probable, that the Kathmandu nappe system corresponds to the "Garhwal Nappe" and the Nawakot nappe system to the "Krol Nappe" of J.B.Auden[1].

The *Nawakot nappe system* consists of quartzites, phyllites, coaly phyllites, sandstones, large boulderbeds (perm and carboniferous) dolomite (triassic), limestone and polygen breccies (rhetic ?). The root zone of this nappe system is occuring along the line Khamchok (10 miles Northeast of Gurkha) – Dhunche (in the Trisuli valley, 27 miles north of Kathmandu). From this line to the south, the nappes are forming a very big anticline (Gosainkund anticline), followed further to the south by a vaste syncline (Kathmandu-syncline). Due to the axial rising to the west, this syncline is getting more and more narrow towards west (i. e. north of the Kali-Trisuli junction). The Nawakot nappe system consists of two main sheets, one thrusted upon the other.

*The Kathmandu nappe system* is overthrusted on the Nawakot nappes. It consists of phyllites (Daling phyllites), sandstones, schistes of different degree of metamorphism, gneis (Darjeeling gneis), quartzites and limestones of Ordovicien age. The lower parts of the Kathmandu nappes are intruded by granites, pegmatites and aplites, which are the cause of the mentioned metamorphism. The Kathmandu nappe system consists of several sheets (4 major sheets). This fact could be found in the southern front parts as well as in the root zone. Metamorphism is of higher degree in the root zone (between Rasua Garhi and Syabrubensi) than in the southern part (south of Kathmandu). But even there, in the root zone, regular successions and repetitions could be found in the metamorphosed mica schistes and gneisses, thus showing the complex structure too. Parallelisation with the non metamorphosed sheets of the southern area might be possible to a certain degree. The cristalline zone of the northern root part showed many similarities with the root zone of the Swiss Alps (i. e. southern Bernina area), with its different sheets, separated by small sediment series and intracristalline thrustplanes.

The Kathmandu nappes are lying more or less conform on the Nawakot nappes. The southern parts are however thrusted supplementarily and contorted by movements of a late phase.

---

[1] J.B.Auden: Geological Structure of the Garhwal Himalaya. Rec. Geol. Survey of India, LXXIII, pt. 4 (1937).

**10.** Hans Röthlisberger (Zürich). – *Glazialgeologische Beobachtungen am Eglinton-Fjord, Baffin-Land.*

An der Expedition 1950 des «Arctic Institute of North America» nach dem zentralen Baffin-Land, Nordkanada, konnten dank der Schweizerischen Stiftung für alpine Forschungen drei Schweizer teilnehmen, nämlich H.R. Mülli (cand. phil.), F. Elmiger (stud. geol.) und der Verfasser. Vorwiegend hielten wir uns am mittleren Sam-Ford-Fjord und hintersten Eglinton-Fjord auf (ca. 70½°N, 71°W), das war in der gebirgigen Zone.

Das topographische Querprofil durch den zentralen Teil Baffin-Lands zeigt im NE einen raschen Anstieg zu den höchsten Bergen (1800 m) und einen allmählichen Abfall nach SW. Die der Küste ungefähr parallel laufende Gebirgszone ist von Fjorden tief zersägt, was die Wasserscheide weit über die höchsten Erhebungen hinaus nach SW verlegt. Es lassen sich zwei verschiedene Vergletscherungsarten feststellen: Die Gebirgsvergletscherung und die Inlandvereisung, letztere aus einem Eisschild von nahezu 6000 km² und einigen Hundert Metern Dicke bestehend, der im SW des Gebirges einer hügeligen Hochfläche von ca. 500 m Meereshöhe aufliegt. Über die Vereisungsgeschichte im zentralen Baffin-Land hat R.P. Goldthwait, Ohio University, eingehend gearbeitet. Meine Beobachtungen am hintersten Eglinton-Fjord beziehen sich lediglich auf einige Moränen- und Terrassenrelikte in tief eingeschnittenen Tälern der Gebirgszone. Die wichtigsten Ergebnisse daraus sind die folgenden:

Während des Rückzuges der letzten Eiszeit (Wisconsin) herrschte deutliches Überfließen des Eises von einem südöstlicheren Fjord (Eglinton) in einen nordwestlicheren (Sam Ford) durch ein entsprechendes Verbindungstal. Diese Nordtendenz steht in Übereinstimmung mit den Ergebnissen Goldthwaits, der für eine spätere Phase festgestellt hat, daß das Zentrum des Inlandeises südlich des heutigen lag. Weiter konnte erkannt werden, daß sich die lokalen Gebirgsgletscher schon auf ein Maß gleich dem heutigen reduziert hatten, als vom Inlandeis noch mächtige Eisströme bis in die Fjorde flossen.

(Eine vollständigere Darstellung der Beobachtungen mit Kartenskizzen ist in der «Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich», Jahrg. 96 [1951], Heft 4, S. 252–257, erschienen.)

**11.** H. Fröhlicher (Olten). – *Brachyuren aus den stampischen Fischschiefern des Entlebuches, Kt. Luzern.*

Erscheint in «Eclogae geologicae Helv.», Bd. 44, Nr. 2, 1951.

Es haben noch gesprochen: B.S. Tschachtli, Luzern; Emil Witzig, Zürich.

## 6. Sektion für Mineralogie und Petrographie

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Mineralogie und Petrographie

**Sonntag, den 30. September 1951**

*Präsident:* Dr. R. GALOPIN (Genève)
*Sekretär:* Dr. M. VUAGNAT (Genève)

**1.** E. WENK (Basel). – *Betrachtungen zur Gesteinsmetamorphose in Ostgrönland.* – Kein Manuskript erhalten.

**2.** H. HUTTENLOCHER (Bern). – *Über verschiedene Beobachtungen an neuen Kristallfunden aus der Grimsel- und Rhonegletschergegend.*

Die durch Gletscherrückgang und Kraftwerkbauten verursachten Kristallfunde boten Gelegenheit, neue Einblicke in das Wesen der Kluftmineralisation unserer Alpen zu gewinnen. Als wichtigste Funde der letzten Zeit seien folgende genannt:

1. Im Ablaufstollen der Zentrale Grimsel (Sommerloch): Quarz, Adular, Chlorit, Fluorit, Apatit. Auf dem stark zersetzten Granit fanden sich Milarite (damit zum erstenmal aus dem Haslital gemeldet). Die prismatischen, gläsern durchscheinenden, hellgefärbten Milarite erreichen bis 1,5 cm Länge, sind // *c* gerieft, mit Endbegrenzung durch Pyramiden und Basis.

2. Beim Aushub der Kaverne für die Zentrale Grimsel stieß man auf prächtige, auf Quarz aufsitzende Fluoritoktaeder. Die schwach grünlich bis leicht rötlich gefärbten und durchscheinenden Fluorite mit bis 18 cm langen Kanten zeigen im UV-Licht keine Besonderheiten. Im basalen Quarz sind stark gerundete Bleiglanzkristalle eingeschlossen.

3. Im Druckschacht für die Zentrale Grimsel weisen die mehrfach im Grimselgranit angeschossenen Zerrklüfte eine ankeritische Füllung auf. In einer jüngeren Phase haben sich zwillingsreiche Zinkblendekristalle mit (110)- und (111)-Begrenzung und Kalzitskalenoeder abgeschieden; statt Chlorit trifft man ein eisenschüssiges muskovitisches Produkt an.

4. Beim Fenster 2 des Druckschachtes zeigt die Zerrkluft prächtig nierige Ankeritausscheidungen und reichliche Mengen eines grobblättrigen Fe-Muskovites. Der zersetzte Granit führt in seinen Auslaugungs-

drusen außer den beiden vorerwähnten Mineralien Brookit, Rutil, Anatas, Apatit, Kalzit, Albit, etwas Quarz und Zinkblende.

5. Im Zulaufstollen von Oberaar stieß man unweit vom Wasserschloß auf reiche Adularvorkommen, begleitet von dunklem Chlorit, Eisenglanz und etwas Eisenspat.

6. An der Zunge des Gerstengletschers fand sich in 2900 m Höhe eine 6 m tiefe Kluft mit tiefgefärbten Rauchtopasen mit einem Gesamtgewicht von mehreren Hundert Kilogramm. Die Begleitmineralisierung ist recht arm, doch ist das zersetzte Nebengestein (Grimselgranit) stark adulardurchsetzt.

7. Unmittelbar unter der Rhonegletscherzunge stellen sich auf quarz- und adularbesetzten Spaltrissen des südlichen Aaregranites prächtige amethystfarbene Apatite ein; die Apatitkristalle haben mit ihrer betonten Basisentwicklung und den flächenreichen Pyramiden linsigen Habitus, der für alle Vorkommen im Grimsel- und Rhonegletschergebiet typisch ist. Die Durchmesser der Apatitkristalle erreichen öfters 2 cm. Die Quarze erscheinen wasserklar, die Adulare leuchtend weiß und häufig als Vierlinge.

Die mit der Kluftmineralisierung verknüpften Zersetzungsvorgänge des Nebengesteins ließen sich an mehreren Vorkommen eingehend studieren. In erster Linie ist es die aus kleinkörnigem Quarz, Serizit und Biotit bestehende Grundsubstanz der alpinorogenetisch verarbeiteten feldspatreichen Granite, welche der Zersetzung durch die in den Zerrklüften sich ansammelnden warmen, kohlensäurehaltigen Lösungen anheimfiel. Die Feldspate selbst erscheinen wenig verändert, randlich alkalisiert, ihre feinschuppige Serizitisierung hat – gewissermaßen im Wirtskristall abgeschirmt – deutliche Sammelkristallisation erfahren. Der Biotit dagegen ist abgebaut und hat zusammen mit dem Grundmassenserizit zur Neubildung von Adular wesentlich beigetragen, sein Fe-Gehalt ist gänzlich in die neu gebildete Chloritphase eingetreten.

Lokale Schwankungen, hauptsächlich in der Zusammensetzung der Lösungen, verursachen leicht andere Assoziationen.

Ein eingehendes mikroskopisches Studium weist einwandfrei auf die enge Beziehung zwischen Umsätzen im Muttergestein während seiner alpintektonischen Verformung und der Kristallisation in der Zerrkluft.

Nähere Ausführungen in den «Schweiz. Min. und Petr. Mitteilungen».

**3.** Carl Friedlaender (Zürich). – *Über die Alkaligesteine von Blue Mountains, Ontario.*

Als Diskussionsbeitrag werden einige Beobachtungen über Mineralbestand und Ausscheidungsfolge vorgelegt.

Mineralbestand. Neben vorherrschend Albit wurde im Litchfieldit von Blue Mountains Oligoklas mit $An_{25-30}$ beobachtet. Da die Projektionskurven von (010) bezogen auf die optische Indikatrix in den Bereichen $An_{0-10}$ und $An_{25-30}$ praktisch zusammenfallen, konnten sichere Bestimmungen nur an Zwillingen ausgeführt werden, bei denen min-

destens an einem der beteiligten Zwillingselemente außer (010) noch eine weitere sichere Bezugsrichtung feststellbar war, etwa Spaltbarkeit // (001). Der Achsenwinkel wurde nur als zusätzliches Bestimmungselement gewertet. Ein bisher vielleicht nicht genügend beachteter Nebengemengteil ist Epidot. Es handelt sich um gewöhnlichen Epidot ($n_\alpha$ h'gelblichbraun– fast farblos, $n_\gamma$ h'braun-grünlichbraun, sehr starke Doppelbrechung, unregelmäßig fleckige Interferenzfarben, opt.–, 2V um 74°), z. T. in rel. großen hypidiomorphen Körnern, der hier nicht als «sekundäre» Bildung anzusehen ist.

Ausscheidungsfolge. Beobachtung von Zwillingslamellen kann, neben anderen Kriterien, bei der Beurteilung der Ausscheidungsfolge helfen. Wenn Zwillingslamellen durch Einschluß unterbrochen erscheinen und auf der Gegenseite des Einschlußkorns in anderen Abständen fortsetzen, so weist dies offenbar auf frühere Kristallisation des Einschlußminerals. Bei den untersuchten Gesteinen von Blue Mountains ist Nephelin vorwiegend eine frühere Bildung als Feldspat. Zusammengefaßt und vereinfacht ergab sich als Ausscheidungsfolge: Calcit–Hornblende-Titanit-Apatit–Nephelin 1–Oligoklas bzw. Albit 1–Epidot-KFeldspat–Albit 2–Nephelin 2–Biotit-Granat-Cancrinit-Sodalith-Zeolithe usf. Es ist bemerkenswert, daß erstens für diese Gesteine verschiedene Ausscheidungsfolgen angegeben werden und daß sich zweitens eine eindeutige Ausscheidungsfolge offenbar nicht aufstellen läßt.

Es wurden keine Anzeichen von Hochtemperaturbildung oder von magmatischer Nephelinzufuhr beobachtet. Partien mit verbogenen Zwillingslamellen in Albit werden als Anzeichen von Reliktstruktur aufgefaßt. Mineralbestand sowie Art und Unregelmäßigkeit der Ausscheidungsfolge weisen auf metamorphe Bildung bei tiefer Temperatur. Für eine gewisse Stoffzufuhr spricht das Auftreten von Sodalith. Die Gesteine werden als Migmatite gedeutet, wobei als Hauptbildungsbestandteile präkambrische Gneise und Karbonat vermutet werden.

**4.** V. Fritsch (Wien). – *Einige baugrundgeologische Anwendungen der Geoelektrik mit besonderer Berücksichtigung der Untersuchungen an österreichischen Talsperren.* – Kein Manuskript erhalten.

**5.** Th. Hügi (Bern). – *Anwendungsmöglichkeiten spektrographischer Methoden in der Petrographie.* – Erscheint in «Schweiz. Mineralog. und Petr. Mitteilungen», Bd. 31.

**6.** G. Christian Amstutz (Zürich/Bern). – *Radioaktivitätsmessungen an den Glarner Laven.*

Dank einem Stipendium der American Swiss Society for Scientific Exchange konnten im Department of Geology des Massachusetts Institute of Technology an einigen Proben der permokarbonischen Laven aus dem Glarner Freiberg Radioaktivitätsmessungen vorgenommen werden. Es wurde mit der an diesem Institute gebauten «thick source alpha

determination»-Apparatur die Summe der Alpha-Strahlungen gemessen. Die Resultate geben vorderhand, ohne vergleichende Messungen mit andern Methoden, nur die Größenordnung der Aktivität an (etwa $\pm 0{,}05 \cdot 10^{-12}$ g Ra pro g Gestein).

| Gestein | | si-Werte | Ra-Äquivalent | Fundort |
|---|---|---|---|---|
| Quarzporphyr | 994 | 541 | $4{,}46 . 10^{-12}$ g/g | Kärpf, S-Spron |
| » | 655 | 384 | 3,08 | Kärpfscharte |
| Spilit | 640 | 232 | 1,08 | Hahnenstock |
| » | 644 | 148 | 1,12 | Westplateau |
| » | 115 | 123 | 0,64 | Bleisstöcke |
| » | 224 | 116 | 4,69 | Gandstock |

Die Radioaktivität der Glarner Laven erweist sich, wie diejenige gewöhnlicher Ergußgesteine, im wesentlichen als Funktion dreier Komponenten: der Azidität, der Korngröße und des Gehaltes an gewissen akzessorischen Mineralien wie Titanit, Apatit und Zirkon. Die Abhängigkeit von der Azidität ist längst bekannt und kommt auch in den vorliegenden Messungen zum Ausdruck (eine Ausnahme bildet der Spilit 224; siehe unten).

Ein Teil der U- und Th-Atome wird nach Versuchen von *Hurley* et al. an den Oberflächen der Kristalle adsorbiert. Mit abnehmender Korngröße, d. h. mit zunehmender Oberfläche der Kristalle nimmt deshalb die Aktivität zu. Es darf indessen nicht nur der Intergranularfilm als Träger dieser großen, adsorbierten Atome angesehen werden, sondern auch die Fehlerstellen innerhalb der Kristallstrukturen besitzen energetisch die Fähigkeit, derartige Atome zu beherbergen. Die weitaus häufigsten Fehlerstellen sind die *Buerger*schen lineage structures.

Wohl der größte Teil des in Eruptivgesteinen vorhandenen U und Th tritt in diadochem Ersatz für $Ca^{++}$ in die Struktur der genannten akzessorischen Mineralien ein. Die ungewöhnlich hohe Aktivität des Spilites 224 vom Gandstock ist zurückzuführen auf den hohen Gehalt an Titanit und Leukoxen (1,5 %). Diese Annahmen sollen noch durch autoradiographische Messungen und Aktivitätsmessungen an einzelnen Mineralfraktionen (gewaschen und ungewaschen) bestätigt werden. — Meines Wissens sind dies die ersten Radioaktivitätsmessungen an spilitischen Gesteinen.

**7.** G. Christian Amstutz (Zürich/Bern). – *Spektrographische Untersuchungen auf seltene Elemente in den Laven der Glarner Decken*[1].

Die Untersuchungen konnten am Cabot Spectrochemical Laboratory in Cambridge, USA, gemacht werden dank einem Stipendium der American Swiss Society for Scientific Exchange und einer freundlichen Einladung des Massachusetts Institute of Technology.

[1] Die Meßresultate und eine Diskussion werden in extenso in den «Geochimica Acta» erscheinen.

Die von mir 1947/48 in Zürich chemisch analysierten vier Spilite und zwei Quarzporphyre aus dem Glarner Freiberg und zusätzlich ein von *J. Jakob* analysierter Spilit aus der Wurzelzone wurden auf folgende Elemente untersucht:
Li; Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu, Ga; Rb, Sr, Zr; Cs, Ba, Pb.

Dazu wurden zum Vergleich mit den Resultaten der chemischen Analyse noch die Alkalimetalle Na und K gemessen.

Verglichen mit dem von *Rankama* und *Sahama* (Geochemistry, 1950) gegebenen Mittel der Eruptivgesteine, ergab sich folgendes: Die Glarner Laven haben gleichviel Ga, Ni, Zr, Co, Ba, Li und Sr, wobei Li und Sr für die Quarzporphyre etwas tiefer liegen. Ferner 2–5mal weniger Pb; 8–10mal weniger Cu; die Spilite ungefähr gleichviel, die Quarzporphyre fast 10mal weniger Cr; 4–12mal mehr Sc; 2–4mal mehr V.

Der Wert für Rb, welches Element K sehr deutlich folgt, ist gemäß der K-Armut der Spilite sehr tief, dafür aber in den Quarzporphyren etwas über dem Mittel für Eruptivgesteine. Ga und Zr zeigen im Gegensatz zu den meisten übrigen Elementen die übliche geringe Streuung. Ba, Sr und Cs wurden visuell gemessen, alle andern Elemente photometrisch. — Meines Wissens sind dies die ersten spektrochemischen Messungen an spilitischen Gesteinen.

**8.** Leonhard Weber (Fribourg). – *Mechanische Beziehungen im ebenen Gitter als Gleichnisbilder der Härtekurven.*

Die Exnerschen Härtekurven hängen in komplizierter, vektoriell noch keineswegs genau erfaßter Weise von der Struktur – Exner denkt vorab an die Spaltrichtung – ab. Beobachtungen an Calcittafeln lassen es aber als ausgemacht erscheinen, daß mit einer Änderung der Ritzrichtung sich sowohl die Intensität als auch die Qualität des Vorgangs verändern kann. Zur Ergründung derartiger Eigentümlichkeiten sind vereinfachende Modellversuche angezeigt. Über die unter fünf verschiedenen Voraussetzungen gemachten Feststellungen vgl. «Schweiz. Mineral. u. Petrogr. Mitteilungen», 1952.

Es haben noch gesprochen: W. Epprecht, Zürich; A. Frei, Frick.

## 7. Sektion für Paläontologie

Sitzung der Schweizerischen Paläontologischen Gesellschaft

**Sonntag, den 30. September 1951**

*Präsident:* Prof. Dr. R. F. Rutsch (Bern)
*Sekretär:* Dr. Hans Schaub (Basel)

**1.** Samuel Schaub (Basel). – *Soergelia nov. gen., ein Caprine aus dem thüringischen Altpleistocaen.*

In einer Liste der Säugetiere aus den altdiluvialen Kiesen von Süßenborn führt *Soergel* 1939 einen «Ovicaprinen, n. gen. n. sp.» auf, dessen Beschreibung in Aussicht gestellt wird, aber nie erschienen ist. Die Funde stammen aus den dreißiger Jahren und umfassen Schädel-, Gebiß- und Skeletteile von mindestens vier Individuen. Das beste Fundstück, ein beinahe vollständiger Gehirnschädel mit beiden Hornzapfen, ist aber nicht in Süßenborn, sondern am Kappelberg bei Rastenberg an der Finne entdeckt worden. *W. Soergel* brachte dieses wertvolle Dokument seinerzeit nach Basel, wo es glücklicherweise sofort abgegossen wurde. Das Original ist dann bei der Zerstörung des Geologischen Institutes von Freiburg i. Br. vernichtet worden. Dagegen blieben die Fundstücke von Süßenborn erhalten und liegen heute im Basler Museum.

Es handelt sich um einen Caprinen von der Größe eines kleinen Rindes, der durch die Gestalt seiner Hornzapfen von allen lebenden Schafen und Ziegen abweicht. Die Hörner sind plump und kurz, stark spreizend und abwärts und vorwärts gekrümmt. Zwischen dem Rand der Orbita und der Basis des Hornzapfens liegt eine charakteristische Grube. Die Frontalzone des Schädels ist stark aufgebläht; die Schädelbasis weicht von derjenigen der Schafe durch ihre nach vorn sich verschmälernde Gestalt und eine Grube unmittelbar vor dem Foramen magnum ab. Der Schädel besaß eine starke Achsenknickung. Das Gebiß ist ovin, mit strakem Talon am unteren $M_3$. Der untere $P_1$ besitzt eine geschlossene Innenwand und einen kurzen, wenig abgegliederten Hinterlobus.

Zu *Soergelia* gehören wahrscheinlich zwei plump gebaute Canons. Der vordere, von 180 mm Länge, ist demjenigen von *Megalovis* (?) *Wimani* Schaub aus Honan sehr ähnlich, der hintere ist rinderartig gebaut, 217,5 mm lang, mit verbreitertem Distalende. Falls diese Knochen zu *Soergelia* gehören, ist anzunehmen, daß die neue Gattung sehr plump gebaute Extremitäten besaß.

**2.** JOHANNES HÜRZELER (Basel). – *Über Anthropodus Rouvillei de Lapouge.*

Der Typus von *Anthropodus Rouvillei de Lapouge* (1894) aus dem unteren Pliocaen von Montpellier konnte in der Sammlung des Laboratoire de Paléontologie in Paris wieder aufgefunden werden. Es handelt sich um einen linken oberen $J_1$ (und nicht um einen $J_2$, wie de Lapouge annahm). Die linguale Seite des Zähnchens zeigt die für die Cynomorphen charakteristische zentrale Furche mit seitlich (d. h. mesial und distal) lingualwärts vorspringenden Rändern. Ebenfalls mehr cynomorph ist die starke Krümmung im labio-lingualen Sinne. Der von *de Lapouge* beschriebene Zahn von Montpellier gehört somit keinem Anthropomorphen, sondern einem Cynomorphen an.

(Die vollinhaltliche Notiz erscheint später.)

**3.** JOHANNES HÜRZELER (Basel). – *Zur Kenntnis des Milchgebisses von Oreopithecus.*

Der 1949 (*Hürzeler:* Neubeschreibung von *Oreopithecus bambolii Gervais*) vermißte mandibulare $D_1$ von *Oreopithecus* konnte inzwischen im Laboratoire de Paléontologie in Paris wieder aufgefunden werden. Der Zahn besitzt, wie der erste Molar von *Oreopithecus*, ein deutliches «Paraconid». Etwas weniger gut ausgebildet ist das «Hypoconulid».

In Ergänzung der Notiz von 1949 wird auf den prinzipiellen Unterschied in der Struktur der mandibularen Molaren der Anthropomorphen und der Cynomorphen aufmerksam gemacht. Beide besitzen im Talonid ein wohlentwickeltes Hypoconid außen und ein ebensogut ausgebildetes Entoconid innen. Dazu kommt bei den Anthropomorphen in der Regel noch ein etwas schwächeres Hypoconulid am Hinterrand. Das Entoconid ist bei den Cynomorphen durchwegs mit dem Hypoconid, bei den Anthropomorphen aber – sofern eine direkte kantige Verbindung besteht – mit dem Hypoconulid verbunden. Diese Tatsache scheint mir dafür zu sprechen, daß auch der 1949 für die Maxillarmolaren vermutete Unterschied tatsächlich besteht, d. h. daß der hintere Innenhügel der Maxillarmolaren bei den Cynomorphen kein echter Hypoconus ist. Die Cynomorphen und die Anthropomorphen müssen daher schon sehr früh getrennte Wege eingeschlagen haben, wofür ja auch andere Differenzen, wie jene in der Plazentation, sprechen. *Oreopithecus* verhält sich in der Struktur seiner Molaren ganz wie die Anthropomorphen und kann daher weder ein Cynomorphe selbst sein noch den Ausgangspunkt zu diesen bilden oder als Zwischenform gewertet werden.

Ferner wird noch darauf hingewiesen, daß am vorderen mandibularen Prämolaren ($P_2$ inf.) der Innenhügel nahezu gleich hoch ist wie der Außenhügel. Dies tritt in den beiden Ansichten von oben und außen nicht deutlich in Erscheinung (*Oreopithecus* 1949, Fig. 6–7) und ist auch im Text zu wenig hervorgehoben worden.

(Die vollinhaltliche Notiz mit Figuren erscheint in den «Eclogae geol. Helvetiae», Vol. 44, Nr. 2, 1951.)

**4.** JOHANNES HÜRZELER (Basel). – *Zur Odontologie und Stammesgeschichte von Pliopithecus.*

Das Gebiß von *Pliopithecus antiquus Gervais* wird an Hand der reichen Materialien von Sansan (Gers) und Göriach (Steiermark) neu abgebildet und beschrieben.

Die Stammlinie *Pliopithecus* kann sicher vom Helvétien bis ins Tortonien, eventuell ins untere Pliocaen verfolgt werden: Helvétien (*Pliopithecus* sp. von Manthelan Touraine. – Tortonien *(Pliopithecus antiquus Gervais)* – ? – Pontien *(Pliopithecus rhenanus* [*Pohlig*]*)* von Eppelsheim – ? – Pliocaen *(Pliopithecus Brancoi* [*Schlosser*]*)* von Salmendingen.

Die ausführliche Arbeit mit Abbildungen erscheint voraussichtlich in den «Schweizerischen Paläontologischen Abhandlungen».

**5.** RENÉ LAVOCAT (Paris). – *Sur les affinités de quelques carnassiers de l'oligocène d'Europe, notamment du genre Plesictis Pomel et du genre Proailurus Filhol.*

Erscheint im Jahresbericht der Schweiz. Paläontologischen Gesellschaft, «Eclogae geol. Helv.», Bd. 44, Nr. 2, 1951.

**6.** FRÉDÉRIC-E. KOBY (Bâle). – *Le putois d'Eversmann fossile en Suisse et en France.*

Les caractères morphologiques et métriques de la forme fossile du putois d'Eversmann *(Putorius Eversmanni* Lesson*)* ont été minutieusement décrits par Soergel, après que Wurm en ait eu trouvé le premier crâne à Mauer. Les principaux caractères sont: étranglement postorbitaire très marqué, mesurant de 10 à 14 mm, dernières molaires supérieure et inférieure relativement et absolument plus petites que chez le putois ordinaire, massiveté de la mandibule dont la hauteur, prise entre la prémolaire postérieure et la première molaire, excède 9 mm.

Les gisements sont rares, tant en Suisse qu'en France. L'espèce a été trouvée chez nous pour la première fois par M. Lüdin dans le Kaltbrunnental, dans un milieu magdalénien. Quelque temps après, nous récoltions à Saint-Brais II un humérus intact, que nous avons cru devoir attribuer à cette espèce. Enfin M.-S. Schaub récupérait, avec M. Jagher, dans un abri situé sur la Birse près de Liesberg, un fragment du même os, avec une faunule semblant appartenir au moustérien.

En France la première mention provient de Harlé (1912) qui a trouvé, avec des restes de lemmings et de rennes, un crâne de putois avec un fort étranglement orbitaire. Le prof. Goury nous ayant donné à étudier la faunule de la caverne de Soyons, sur le Rhône, en Ardèche, nous avons eu le plaisir de constater la présence d'un fragment de mandibule avec une prémolaire et la première molaire, fragment que nous attribuons au putois d'Eversmann à cause de la hauteur de 9,1 mm

mesurée devant la molaire. La faune concomitante comprenait l'ours brun, celui des cavernes, le renard, la panthère, signalée pour la première fois dans cette station moustéro-aurignacienne, le bouquetin, le chamois, le cerf, le renne, etc.

M. le comte Bégouen a bien voulu nous soumettre un crâne de putois, trouvé avec sa mandibule, dans le cône d'éboulis de l'intérieur de la caverne des Trois-Frères, en Ariège, avec des restes de rennes, de bisons, de glouton, etc., dans lequel nous avons reconnu le premier crâne complet de putois des steppes trouvé en France. Au même endroit il y avait aussi le crâne d'un autre putois assez différent de la forme ordinaire pour qu'il soit impossible de l'identifier avec celle-ci. On a trouvé d'ailleurs dans différents gisements quaternaires des restes ressemblant au putois ordinaire et aussi une forme plus puissante: *Mustela robusta* Newton, mais les individus décrits sous ce nom sont tellement différents entre eux qu'une révision nous paraît nécessaire.

Le putois d'Eversmann des Trois-Frères a une longueur basilaire de 65,3 mm, un étranglement de 13,2 mm, une hauteur de la mandibule de 9,4 mm. Ses caractères morphologiques sont moins exagérés que ceux du crâne de Mauer. La mandibule de Kaltbrunnental a 10,6 mm de hauteur et la longueur de la carnassière est de 9,4 mm. (Voir Eclogae geol. Helv.)

**7.** Frédéric-E. Koby (Bâle). – *Un nouveau gisement à Ursus Deningeri von Reich.*

Le gisement de Jagsthausen, dans le Wurtemberg, a donné, en plus des ursidés, des restes plutôt rares d'un grand lion et d'un chien de la taille de *C. neschersensis.* On estime qu'il remonte au-delà du Würm. Le professeur Berckhemer de Stuttgart, a bien voulu soumettre, au Musée de Bâle, 371 ossements d'ours. Il s'agit surtout de dents, d'os du carpe et du tarse et de quelques épiphyses de longs os. L'étude de ces pièces nous a montré qu'elles provenaient d'une espèce voisine d'*U. Deningeri* v. Reich, de Mosbach. Les dents comme les ossements, d'une grandeur intermédiaire entre *U. Deningeri* et *U. spelaeus*, présentent un curieux mélange de caractères arctoïdes et spéléoïdes. Il n'y a pas d'autres prémolaires que les postérieures. La série jugale supérieure compilée mesure 84,1 mm et l'inférieure 94,2 mm, alors que chez *U. spelaeus* on trouve 92,8 et 102,2 mm. A la mandibule, la première et la seconde molaire présentent, comme *U. Deningeri,* un second hypoconide situé lingualement et un peu en avant. La dent qui nous semble la plus caractéristique est la prémolaire supérieure. Elle est remarquablement grande, tricuspide, les deux cuspides externes formant par leur crête un angle obtus ouvert en dehors. La cuspide interne, allongée, ne montre aucune attache avec la postéro-externe. Cette dernière porte un tubercule postérieur qui peut devenir plus important que l'antérieur. La longueur moyenne de la dent est de 17,6 mm. Elle est plus longue et cependant moins épaisse que chez *U. Deningeri.*

Les métapodes sont assez massifs. A la main compilée la longueur du premier rayon comporte 79 % de celle du cinquième; chez l'ours brun actuel 88 %, chez le fossile 85 % et chez *U. spelaeus* 73 %. Au pied nous trouvons pour le même rapport 67 %, même valeur que sur une patte authentique d'*U. etruscus*, 65 % chez *U. spelaeus* et 74 % chez l'ours brun. Les phalanges unguéales sont remarquables par leur grande hauteur, mesurée au bord de la gaine osseuse. Cette valeur, en % de la longueur de la phalange, est de 33 % chez l'ours brun, de 40 % chez l'ours des cavernes et de 51 % chez l'ursidé de Jagsthausen, que ses caractères métriques et morphologiques rapprochent de l'ours de Deninger, bien qu'il ne semble pas qu'on puisse l'identifier avec lui. Nous proposons d'en faire une nouvelle sous-espèce sous le nom d'*U. Deningeri suevicus nov. ssp.* pour rappeler son gisement wurtembergeois. Cette variété se rapproche plus de l'ours des cavernes que l'*U. Deningeri hundsheimensis* Zapfe, mais on peut se demander si elle se trouve bien sur le phylum de l'espèce spéléenne, ou déjà sur un rameau latéral (v. *Eclogae geol. Helv.)*.

**8.** Emil Kuhn (Zürich). – *Ein Ichthyosauruswirbel aus dem Rhät von Vallon de Novel (Kt. Wallis)**.

**9.** Emil Kuhn (Zürich). – *Ein Sauropterygier aus dem Ducantal (Kt. Graubünden)**.

**10.** Emil Kuhn (Zürich). – *Pachypleurosaurus edwardsi (Cornalia) aus der ladinischen Stufe der Trias vom Monte San Giorgio (Kt. Tessin)**.

**11.** Rolf F. Rutsch (Bern). – *Die paläogeographische Bedeutung der Fauna von Iquitos am oberen Amazonasbecken**.

**12.** Jean Viret (Lyon) et H. Zapfe (Wien). – *Sur quelques Soricidés miocènes**.

**13.** Jakob Schweighauser (Basel). – *Ein Vorkommen von Neoalveolina im vicentinischen Priabonien**.

**14.** Paul Brönnimann (Pointe-à-Pierre, Trinidad). – *Die Mundöffnungen bei Asterigerina carinata d'Orbigny*, 1839*.

**15.** Paul Brönnimann (Pointe-à-Pierre, Trinidad). – *Remarks on the Embryogenic Chambers of Upper Eocene Asterocyclinidae of Trinidad**.

* Erscheinen im Jahresbericht der Schweiz. Paläontologischen Gesellschaft, «Eclogae geol. Helv.», Bd. 44, Nr. 2, 1951.

Es hat noch gesprochen: Emil Bräm, Embrach.

## 8. Sektion für Botanik

Sitzung der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft

**Sonntag, den 30. September 1951**

*Präsident:* Prof. Dr. W. Vischer (Basel)
*Sekretär:* Dr. A. Gast (Arlesheim)

**1.** Rudolf Gasser (Basel). – *Über das Verhalten von selektiven Insektiziden mit Tiefenwirkung in der Pflanze.* – Erscheint in den Verh. der Schweiz. Botanischen Gesellschaft 1952.

**2.** Werner Lüdi (Zollikon/Zürich). – *Überblick über die Pflanzenwelt des Entlebuchs, als Einleitung zur Exkursion der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft.*

Die Entlebucher Alpen, umfassend das Gebirgsland zwischen der Waldemme und der Sarner Aa, gelten mit Ausnahme des nördlichen Eckpfeilers, des Pilatus, botanisch als arm und wenig interessant. Die genauere Durchforschung, die in den letzten Jahren vor allem durch Josef Aregger erfolgte, hat aber doch erwiesen, daß die Flora einen guten Durchschnitt der nördlichen Kalkalpen bietet. Allerdings fehlen die hochalpinen Arten, da die höchsten Berggipfel des Gebietes nur wenig in die alpine Stufe hinaufreichen. Die generelle Gliederung der Vegetation ist die der nördlichen Kalkalpen: unten ein Buchen-Weißtannen-Waldgürtel, darüber ein Fichtenwaldgürtel, in den Hochlagen ein Zwergstrauchgürtel (Rhodoreto-Vaccinietum). Die höchsten Gipfel reichen noch in den Loiseleurietum-Gürtel hinauf. Innerhalb dieser allgemeinen Vegetationsverteilung finden sich aber sehr bemerkenswerte Eigenheiten. Im oberen Teil des Picea-Gürtels mischt sich dem Walde mehr und mehr die aufrechte Bergföhre (Pinus mugo ssp. uncinata) bei, die im Zwergstrauchgürtel den baumförmigen Oberwuchs bildet, soweit er noch erhalten ist. Die Baumgrenze ist also normalerweise die Bergföhrengrenze. Vielfach macht sich im oberen Teil des Fichtengürtels die Verteilung der Waldbäume so, daß an trockeneren Hängen, also besonders auf der Sonnenseite, noch die Fichte herrscht, auf der Schattenseite und an feuchteren Hängen die Bergföhre. Im zentral gelegenen Gebiet der oberen Seewenalp kommt überhaupt nur die Bergföhre vor. Das zweite Charakteristikum des Gebietes ist die überaus große Verbreitung der Sümpfe. Nicht nur in den Mulden sind Moore entstanden, sondern auch

die Berghänge sind von Sumpfbildungen bedeckt, vor allem in Schattenlagen. Sogar Sphagnum-Eriophorum vaginatum-Moore und Trichophorum caespitosum-Moore ziehen, ähnlich den Deckenmooren des atlantischen Europas, sich den Hängen nach, was in unserem Lande eine ganz besondere Erscheinung ist. Da wo die Moore durch Höherwachstum etwas trockener geworden sind, haben sie sich mit der aufrechten Bergföhre bewaldet und sind von azidophilem Zwerggesträuch bedeckt, in dem aber immer noch Reste der eigentlichen Moorvegetation vorhanden sind. Es sind also alle Übergänge vorhanden vom Bergföhrenwald auf mineralischem Boden zum Bergföhren-Moorwald. Unter den Moorpflanzen finden wir besonders bemerkenswerte Pflanzenarten des Gebietes, so die nordischen Carex vaginata und Juncus stygius, die atlantischen Juncus squarrosus und Erica tetralix. Die in den Alpen seltene Scheuchzeria palustris hat in den Moortümpeln des Entlebuchs ein Massenverbreitungszentrum. Diese Besonderheiten der Vegetation haben ihre Ursache. Das Klima ist sehr feucht; die Niederschläge sind während der Vegetationszeit hoch (Jahresmittel über 2 m), Nebelbildungen reichlich. Die Geländemorphologie weist eine Reihe von aufragenden Kalkgipfeln und -felsgräten auf (Alpenrandkette, Brienzergrat, Giswilerstöcke), mit ausgedehnten Karrenfeldern. Sie nehmen aber nur wenig Raum ein, während der größte Teil des Gebietes aus Flyschgesteinen und eozänen Sandsteinen besteht, die undurchlässige, zur Versumpfung neigende, teilweise (Hohgantsandstein) auch sehr nährstoffarme, leicht versauernde Böden abgeben. So vereinigen sich Klima und Bodenbeschaffenheit zur Begünstigung von anspruchsloser, azidophiler Vegetation und zur Erzeugung von Moorbildungen aller Art, vor allem auch der ombrogenen, terrainbedeckenden Hochmoore.

Trotzdem auch im Entlebuch, vor allem im Gebiete des unteren Entlenbaches, manche Moore zerstört worden sind, so dürfte wohl in keinem Gebiet der Schweiz noch so viel natürliches Moorland erhalten geblieben sein. Es ist sehr zu begrüßen, daß der Schweizerische Bund für Naturschutz einige der besten dieser Moore gesichert hat (das Balmoos bei Hasle, das Haglerenmoos und das Stächeleggmoos), und hoffentlich gelingt es, diese Reservate noch durch einige weitere zu ergänzen.

**3.** Otto Jaag und F. Nipkow (Zürich). – *Neue und wenig bekannte parasitische Pilze auf Planktonorganismen.* – Kein Manuskript erhalten.

**4.** Wilhelm Vischer (Basel) und Paul Hauduroy (Lausanne). – *Lyophilisation von Algenkulturen.*

Lyophilisation (rasche Abkühlung auf —80°C und Trocknen, d. h. Sublimation im Hochvakuum) wird seit einigen Jahren für Kulturen von Bakterien, Viren usw. mit Erfolg angewendet: Die in Glasröhrchen eingeschmolzenen Wesen bleiben jahrelang entwicklungsfähig. Eine Anzahl von Algenreinkulturen der Basler Sammlung wurden im Institut d'Hygiène, Lausanne, dieser Prozedur unterworfen.

*Cyanophyceen:* Alle fünf behandelten Stämme entwickelten sich auf neuem Nährboden, drei Arten von Nostoc, zwei Arten von Oscillatoria.

*Chlorophyceen:* Die meisten der 20 Arten ertrugen die Prozedur nicht. Es entwickelten sich nur eine Art von Scenedesmus, zwei Arten von Dictyococcus, eine Prasiolopsis. Scenedesmus (Nr. 19) ist eine Planktonalge und bildet keine besonderen Dauersporen. Dictyococcus terrestris Kol. et Chod. und D. spec. Nr. 258 sind Erdalgen aus dem Nationalpark. Dictyococcus gehört zu den verbreitetsten Rinden- und Erdbewohnern mit kleinen Sporen. Prasiolopsis Chodati (Nr. 532) besitzt verhältnismäßig komplizierten Zellbau mit sternförmigem Chloroplasten, bildet aber sehr kleine, runde Sporen, die wohl vom Winde verfrachtet werden können.

Das Wachstum der neugeimpften Kulturen der Grünalgen schien von wenigen überlebenden Zellen auszugehen und war anfänglich langsam. Interessant ist, daß Algenzellen überhaupt sich lyophilisieren lassen; für die Cyanophyceen mit ihrem einfachen Zellbau ist das eher verständlich. Durch ausgedehntere Versuche muß festgestellt werden, ob weitere Beziehungen zwischen biologischen Eigenschaften und systematischer Stellung zu Überdauern der Prozedur bestehen.

**5.** W.-H. Schopfer, M. Bein et M^lle G. Besson (Berne). – *Action de la streptomycine et de la chloromycétine sur la biogenèse de la chlorophylle et des caroténoïdes chez Pisum.*

Il a été démontré que la streptomycine est un puissant inhibiteur de la croissance du méristème radiculaire de *Pisum* cultivé aseptiquement en milieu synthétique: 12,5 $\gamma$ p. 10 cm³ de milieu déterminent une inhibition de 80 %, après 19 jours *(M. Bein*[1]*)*. Les présentes recherches ont pour but une étude quantitative de l'action de deux antibiotiques sur les plantules de *Pisum*, avec cotylédons, cultivées stérilement sur le milieu de Knop. Les résultats sont les suivants.

| Streptomycine mg p. 22 cm³ | Longueur tige | Chlorophylle | Caroténoïdes |
|---|---|---|---|
| 0 | 100 | 100 (0,456)[2] | 100 (0,817)[2] |
| 50 | 70,6 | 23,3 | 41,8 |
| 100 | 44,9 | 7,5 | 20,3 |
| 200 | 43,0 | tr. | 5,6 |
| 400 | 32,1 | tr. | 16,8 |

Nous retrouvons, en la précisant et en la mesurant, l'inhibition de la synthèse de la chlorophylle signalée par H. von Euler[3]. Nous mon-

[1] M. Bein. Thèse doctorat, Institut botanique, Berne, 1951.

[2] Les chiffres indiquent les coefficients d'extinction obtenus à l'aide du pigment extrait de 100 mg de substance sèche dans 10 cm³ de solvant.

[3] H. von Euler, Kemiska Arbeten, Ny Följd, Bd. 9, 1947.

trons que le groupe guanidine seul suffit à déterminer une forte inhibition de la croissance et un blocage partiel de la synthèse de la chlorophylle. De plus, nous montrons que la streptomycine agit comme un inhibiteur non compétitif de la genèse des caroténoïdes. Il en est de même pour les plantules d'Avoine et de Blé.

| *Avena* | Streptomycine | Croissance feuilles | Chlorophylle | Caroténoïdes |
|---|---|---|---|---|
| | 0 | 100 | 100 | 100 |
| | 400 mg % | 50,9 | 9,5 | 12,8 |
| *Triticum* | 0 | 100 | 100 | 100 |
| | 400 mg % | 45,5 | 13,7 | 22,5 |

On constate que la racine seule, en culture pure, est beaucoup plus sensible à la streptomycine que la plantule entière; des substances des cotylédons et des feuilles doivent s'opposer à l'action de l'antibiotique.

Des phénomènes identiques sont observés après action de *la chloromycétine (chloramphénicol) sur Pisum.*

| Chloromycétine mg p. 22 cm³ | Croissance tige | Chlorophylle | Caroténoïdes |
|---|---|---|---|
| 0 | 100 | 100 (1,135)[4] | 100 (1,12)[4] |
| 5 | 75 | 66,8 | 89 |
| 10 | 63 | 46,5 | 64 |
| 20 | 52 | 32,1 | 44,2 |
| 40 | 40 | 20 | 29,5 |

Les deux antibiotiques agissent donc comme des inhibiteurs non compétitifs de la biogenèse des caroténoïdes dont le taux relatif est fortement diminué.

On peut admettre que cet effet antipigmentaire est l'un des facteurs déterminant l'inhibition du développement.

Es haben noch gesprochen: Hans Huber, Basel; Hans Meder und Rudolf Christ, Basel; Hans Peter Rieder, Basel.

---

[4] Même remarque que pour le premier tableau.

## 9/10. Sektion für Zoologie und Entomologie

Sitzung der Schweizerischen Zoologischen Gesellschaft zusammen mit der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft

**Sonntag, den 30. September 1951**

*Präsidenten:* Prof. Dr. J. de Beaumont (Lausanne)
Dr. Paul Bovey (Lausanne).

**1.** Max Reiff (Basel). – *Über Territoriumsmarkierungen bei Hausratten und Hausmäusen.*

Bei der Grundlagenforschung für die Bekämpfung schädlicher Nager in menschlichen Siedlungen wurden u. a. die Merkmale der *Geruchsmarkierung* der Ratten- und Mauswechsel bearbeitet. Reiff und Wiesmann (Acta tropica 8, S. 97, 1951) haben Markierungspolster beschrieben, die besonders auffallend durch Hausratten und Hausmäuse an wichtigen Stellen der betreffenden Wechsel, als dunkelbraune Beläge mit typischem Maus- und Rattengeruch, durch Abstreichen des Genitalfeldes gebildet werden. Es stellte sich heraus, daß diese Markierungspolster auf Ratten und Mäuse eine starke Attraktivwirkung ausüben. In einem Testverfahren mit Albinotieren, bei dem die Häufigkeit des Zugehens auf bestimmte Geruchsmarken beobachtet wurde, konnten einige Details weiter ausgearbeitet werden:

1. Wenn Ratten und Mäuse die Geruchsfelder ihres Aufenthaltsgebietes absuchen, spielt ihr eigener Harngeruch und derjenige von verschiedenen andern Tieren, die in ihrem Biotop vorkommen, eine große Rolle. Besonderes Interesse zeigt z. B. der Geruch von gestandenem Schweine-, Rinder- und Pferdeharn. Erste Resultate mit Carnivorenharn deuten darauf hin, daß teilweise auch die Feindbedeutung im Geruchserlebnis erkannt werden kann.

2. Die Attraktivwirkung des Markierungspolsters ist aber stets stärker als die Geruchsfelder der diversen Harne. Da alte Polster ihre Attraktivkraft verlieren, ist eine stetige Neumarkierung von besonderer biologischer Bedeutung. Es ließ sich noch nicht abklären, ob die Markierung innerhalb derselben Art als sippenspezifische Bezeichnung gilt.

3. Hausrattenpolster, das zu 10 % in Wasser aufgelöst und filtriert wurde, hat im Test den höchsten Attraktivwert mit Index 8 ergeben. Ätherauszug und Rückstand zeigen Werte von 6–6½. Harne von weißen

und wilden Ratten und Mäusen beiden Geschlechts erreichen einen Index von 6–6¾, sobald die Harne einige Tage an der Luft gestanden und gegärt haben. Verschiedene Versuche weisen darauf hin, daß im Markierungspolster dem Harnanteil die wichtigste Geruchsfunktion zukommt. Harn, den Ratten direkt aus der Blase entnommen und an der Luft stehengelassen, besitzt fast keine Attraktivwirkung. Es wird daher vermutet, daß die Geruchszusätze erst im letzten Teil des Harnweges abgeschieden werden. Über die Natur der verschiedenen Geruchsstoffe sind noch keine Anhaltspunkte vorhanden.

Die hier skizzierten Erkenntnisse aus der Sinnesphysiologie bei schädlichen Nagern dienen der sinnvollen Anwendung eines neuen Rodenticid-Streumittels, das in den Forschungslaboratorien der J.R. Geigy AG entwickelt wurde.

**2.** Ulrich A. Corti (Zürich) und Max Dietiker (Zürich) – *Über das Verhalten von Elritzen, Phoxinus laevis Agass., gegenüber Licht verschiedener Wellenlänge.*

Dreißig Elritzen wurden gemeinsam in einem zylindrischen, flachen Aquarium mit Licht verschiedener Wellenlänge (maximale Durchlässigkeit der Filter bei $\lambda = 640$ m$\mu$, 580 m$\mu$, 520 m$\mu$, 491 m$\mu$, 444 m$\mu$) kurze Zeit belichtet. Die sich im Verhalten der Fische manifestierende Unruhe wurde auf seismischem (elektronischem) Wege gemessen. Es zeigte sich, in Bestätigung der Ergebnisse früher von K. von Frisch, A. Kühn u. a. angestellter Versuche, daß die Elritzen ein Farbenunterscheidungsvermögen besitzen. Im roten und violetten Lichtfeld tritt eine bemerkenswerte Unruhe auf, während sich die Versuchstiere im gelben, grünen und blauen Feld relativ ruhig verhalten. Von Rotgrünblindheit ist bei Ph. laevis nichts festzustellen. Beachtenswert ist der erhebliche Unterschied zwischen dem Verhalten der Elritzen im Rot ($\lambda = 580$ m$\mu$) und Gelb ($\lambda = 520$ m$\mu$) einerseits und im Blau ($\lambda = 491$ m$\mu$) und Violett ($\lambda = 444$ m$\mu$) anderseits. Im Violett zeigen die Versuchstiere ein Verhalten, das kaum anders denn als Flucht gedeutet werden kann; jedenfalls löst diese Wellenlänge des Lichtes wie das Rot einen Effekt aus, der weit über das bloße Farbenunterscheidungsvermögen von Ph. laevis hinausreicht. Eine ausführlichere Mitteilung erscheint demnächst in der «Schweizerischen Zeitschrift für Hydrologie».

**3.** Robert Matthey (Lausanne). – *Chromosomes de Rongeurs (Microtinae et Cricetinae).* – Paraît dans «Experientia».

**4.** Fritz Schneider (Wädenswil-Zürich). – *Warum bildet der Maikäfer Schwärmbahnen und Befallskonzentrationen?*

Bekanntlich orientiert sich der Maikäfer (Melolontha vulgaris F.) beim Ausflug aus dem Boden in erster Linie optisch, um zu seinem Fraßplatz zu gelangen. Im Frühjahr 1951 wurde die Art dieser Orientierung näher untersucht. Der Maikäfer beginnt mit einem spiraligen

Rundflug. Er wählt mit großer Präzision als Flugziel denjenigen Abschnitt des Horizontes, welcher die größte Silhouettenhöhe aufweist. Flugscheiden sind Linien im Gelände, von denen aus der Horizont mit wenigstens zwei gleichwertigen Attraktionsflächen besetzt ist; sie bilden die Grenze zwischen den Einzugsgebieten verschiedener Fraßplätze. Ein günstiger Fraßplatz wird oft erst indirekt erreicht. Der Käfer fliegt beispielsweise baumlose Grashügel oder langgestreckte Fabrikgebäude an, wo er sich unter Umständen neu orientieren und den Flug in einer andern Richtung fortsetzen muß. Nadelwälder werden oft stärker angeflogen als Laubwälder. Die Beziehung zwischen Silhouettenhöhe und Attraktionswirkung gilt nur bis zu einer bestimmten Entfernung. In zwei unabhängig voneinander und an verschiedenen Orten geprüften Fällen betrug dieser Grenzwert 3200 und 3150 Meter. Es wird angenommen, daß diese Entfernung identisch ist mit der maximalen Sichtweite des Maikäfers, bei welcher die Kontur einer Silhouette verblaßt und der Reiz unterschwellig wird.

Der Maikäfer zeigt beim Ausflug eine Bevorzugung dunkler Silhouetten (Skototaxis) mit einer scharf gezeichneten Grenzlinie gegenüber dem hellen Himmel (Photo-Horotaxis). Da aber die Höhe der Silhouette eine entscheidende Rolle spielt, muß das Verhalten durch die Einführung des Begriffs Hypsotaxis (=Orientierung in der Richtung der scheinbar höchsten als Reizquelle in Frage kommenden Silhouette) ergänzt werden.

Da alle einem bestimmten Engerlingsbrutplatz entstammenden Maikäfer der gleichen Reizsituation gegenüberstehen, werden sie zu gleichgerichteten Flügen in sog. Schwärmbahnen veranlaßt, die besonders dicht werden, sobald sich die Käfer auf einem ungeeigneten primären Flugziel sammeln und nach erfolgter Neuorientierung geschlossen nach einem sekundären Flugziel weiterziehen. Alle uns bisher bekanntgewordenen Befallskonzentrationen an Waldrändern lassen sich auf Grund der angeführten optischen Orientierung und speziell der Hypsotaxis des Maikäfers erklären.

**5.** Hans Traber (Heerbrugg). – *Registrierung von Lautäußerungen im Tierreich* (mit Demonstrationen).

In unserer einheimischen Fauna kommen Lautäußerungen vor allem bei den Säugetieren, Vögeln, Amphibien und Insekten vor. Diese liegen meistens im Frequenzbereich der fünfgestrichenen Oktave (ca. 4000 bis 8000 Schwingungen pro Sekunde). Mit den Aufnahmeapparaturen nach dem Magnettonverfahren sind wir heute in der Lage, mit relativ kleinem Kostenaufwand diese Lautäußerungen in ausgezeichneter Qualität festzuhalten.

Das Tonband läßt sich nicht nur beliebig oft abspielen, sondern es kann auch ohne weiteres zerschnitten und wieder zusammengesetzt werden, so daß uns die Möglichkeit in die Hand gegeben wird, verschiedene Gesangsteile, Frühjahrs- und Herbstgesang usw., unmittelbar miteinander zu vergleichen.

Die Möglichkeiten des Magnettonverfahrens werden an den Gesängen einiger einheimischer Singvögel und der Feldgrille in Originalaufnahmen demonstriert.

Eine Art der Auswertung der Tonbandaufnahmen zeigt das Oszillogramm der Dynamik der Gesänge, wo diese vor allem in bezug auf den Zeitfaktor analysiert werden können. Es werden einige solcher Diagramme im Lichtbild demonstriert.

**6.** Hans Steiner (Zürich). – *Die embryonale Hand- und Fußskelettentwicklung von Tupaia.*

Das große Interesse, welches in steigendem Maße von Systematikern und Morphologen den Spitzhörnchen, Tupaioidea, entgegengebracht wird, liegt in der Tatsache begründet, daß diese primitivsten heute noch lebenden placentalen Mammalier sich immer mehr als in ihrer Organisation den Primaten sehr nahestehende Säugetiere zu erkennen geben (vgl. Le Gros Clark: «Early Forerunners of Man», 1934). Nun ist aber der Organisationstypus der Primaten durch die gleiche arborikole Lebensweise bedingt worden, welche auch für die Spitzhörnchen nachgewiesen werden kann. Es scheint somit, daß die vielen primitiven Merkmale, welche die Spitzhörnchen aufweisen und die teilweise bei den Primaten erhalten geblieben sind, durch die gleichen Lebensbedingungen entwickelt wurden und die arborikole Lebensweise ganz allgemein für die Prägung des Säugetiertypus verantwortlich zu machen ist (vgl. Wood Jones: «Arboreal Man», 1926). Tatsächlich lassen sich sehr viele Beweise hierfür erbringen, so namentlich aus dem Aufbau der Säugetierextremität, welche vom Baumleben primär unmittelbar betroffen wurde. In früheren Publikationen ist schon auf die typische längliche Gestaltung hingewiesen worden, welche das erste Carpale bzw. Tarsale bei allen Säugetieren aufweist, womit die Opponierbarkeit von Daumen und großer Zehe und die ehemalige Ausbildung von Greifhänden selbst in jenen Fällen dokumentiert wird, wo sie heute nicht mehr vorhanden sind (vgl. Schmidt-Ehrenberg, 1942; Steiner, 1942). Parallel zur Ausbildung vieler anderer Säugetiermerkmale tritt auch diese typische Gestaltung des ersten Basalelementes erstmals bei den theromorphen Reptilien auf.

Die embryonale Hand- und Fußskelettentwicklung von Tupaia weist nun im besonderen eine Anzahl von Merkmalen auf, welche deutlich erkennen lassen, dass der Aufbau des Extremitätenskelettes der Säugetiere direkt aus jenem der Reptilien erfolgt ist. Einige alte Streitfragen der vergleichenden Anatomie des Extremitätenskelettes der Säugetiere und des Menschen können damit einer definitiven Lösung entgegengebracht werden. So kann bei Tupaia – erstmals bei einem placentalen Säugetier – ein Rudiment des Carpale 5 nachgewiesen werden: Das Hamatum ist somit nicht aus einer Verschmelzung von Carpale 4 mit 5 hervorgegangen. Überraschend ist der Befund, daß das Intermedium, zunächst vorknorpelig sehr gut angelegt, später vollständig reduziert

wird und verschwindet. Das bisher immer als Intermedium bezeichnete Lunatum stellt dagegen das Centrale ulnare proximale der ursprünglichen Tetrapodenextremität dar. Das klassische Os centrale, das beim Menschen mit dem Naviculare verschmilzt, repräsentiert dagegen das Centrale ulnare distale, während das Naviculare selbst, das in der vergleichenden Anatomie immer mit dem Radiale homologisiert wird, tatsächlich aus der Verschmelzung der beiden Centralia radialia proximale und distale hervorgeht. Somit sind im Säugetiercarpus alle vier Centralia der primitiven Tetrapodenextremität vorhanden. Ausserdem zeigt Tupaia die Entwicklung eines gut ausgebildeten Präpollex und Prähallux, die als Randknöchelchen zuweilen auch beim Menschen erhalten bleiben. Überaus langgestreckt ist die Anlage des Carpale bzw. Tarsale 1 beim Spitzhörnchen. Die früheste Ausbildung des Fußskelettes gleicht vollständig jener der Reptilien. Es tritt sehr bald eine starke Streckung der intermedialen und fibularen Elemente ein, die zum Astragalus und Calcaneus sich formen, während das Naviculare aus den beiden Centralia distalia hervorgeht. Auch im Tarsus gelingt der Nachweis eines letzten Rudimentes des Tarsale 5.

So ergibt die embryonale Hand- und Fußskelettanlage dieses primitiven Säugetieres ein Bild überraschender Übereinstimmung mit jener der niederen Tetrapoden. Die späteren Abweichungen, welche als typische Säugetiermerkmale zu bezeichnen sind, lassen sich unverkennbar als Anpassungen an eine arborikole Lebensweise deuten.

(Erscheint ausführlich in der Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich.)

**7.** Hedi Fritz-Niggli (Zürich). – *Erste biologische Versuche mit dem 31-MeV-Betatron.*

Das 31-MeV-Betatron der radiotherapeutischen Klinik des Kantonsspitals Zürich (Direktor Prof. Dr. H. R. Schinz) liefert auf dem Prinzip der Elektronenbeschleunigung und der nachherigen Bremsung der Elektronen in einer Antikathode außerordentlich durchdringende ultraharte Röntgenstrahlen mit einer sehr kleinen Wellenlänge. Während die üblichen Röntgenapparate mit einer Energie von 50 bis 400 keV arbeiten, besitzen die Betatronstrahlen eine Energie von 31 Millionen Elektronenvolt. Die Betatronstrahlen vermögen tief in das Gewebe einzudringen, und noch in einer Gewebetiefe von 10 cm sind 90 % der eingestrahlten Maximaldosis wirksam, während bei den 200-keV-Röntgenstrahlen in dieser Tiefe nur noch maximal 30 % des Maximalwerts erreicht wird. An der Oberfläche hingegen beträgt die Intensität der Betatronstrahlen nur 25 % des Maximalwerts, so daß im Gegensatz zu den bis anhin verwendeten Röntgenstrahlen bei der Therapie tiefliegender Geschwüre die Körperoberfläche weitgehend geschont wird.

Um die Wirkung der Betatronstrahlen mit den gewöhnlichen Röntgenstrahlen zu vergleichen, wurden Versuche an den Puppen von *Drosophila melanogaster* durchgeführt. Die Strahlenempfindlichkeit der Puppe

hängt vom Bestrahlungsalter ab. Versuche mit 12 000 r, 36 000 r und 80 000 r (50 keV) zeigten übereinstimmend, daß die Puppen vom Bestrahlungsalter von 40 h (Zeit von Puparisierung an gerechnet) ab weitgehend strahlenresistent sind, und sogar die enorme Dosis von 80 000 r läßt ca. 30 % der bestrahlten älteren Puppen sich weiterentwickeln. Es stellte sich heraus, daß die Puppen zumeist nicht unmittelbar nach der Bestrahlung sterben, sondern erst als schlüpfreife Puppen am Ausschlüpfen durch einen Defekt in der Körperwand (Ausfall der Muskulatur, Fehlen der imaginalen Cuticula usw.) verhindert werden. Das Ausmaß des Defektes hängt vom jeweiligen Entwicklungszustand der Körperwand während der Bestrahlung ab. Die Bestrahlung der 5-h-Vorpuppe schädigt Thorax und Abdomen, während die 15-h-Puppe am Thorax nur leichtere, die 22-h-Puppe nach der Bestrahlung mit 12 000 r überhaupt keine Defekte mehr aufweist. Das in der Entwicklung nachhinkende Abdomen weist hingegen stets Defekte auf. Die Bestrahlung mit 12 000-r-Betatronstrahlen zeigte dieselben Defekte wie mit einer gewöhnlichen Röntgenbestrahlung (50 keV). Setzt man aber die Dosis auf 2500 r hinunter, dann verursacht die Betatronbestrahlung von 5-h-Vorpuppen außer wenigen Borstenausfällen überhaupt keine Schädigung, während die mit 2500 r der gewöhnlichen 180-keV-Röntgenstrahlen behandelten Puppen gestörte Abdomina und gespreizte Flügel besitzen. Erst eine Dosis von 4000 r Betatronbestrahlung ergibt den gleichen Effekt wie die 180-keV-Strahlung, d. h. die biologische Wirksamkeit des Betatrons ist gegenüber gewöhnlichen Röntgenstrahlen um 40 % herabgesetzt. Eine ähnliche verminderte Wirksamkeit (die übrigens therapeutisch ohne Bedeutung ist) wurde auch bei der Tötung von Drosophila-Eiern verschiedenen Alters gefunden. Die Deutung dieses Phänomens ist schwierig und kann eventuell auf die unterschiedliche Ionisationsdichte der 31-MeV-Betatronstrahlen und der gewöhnlichen Röntgenstrahlen, z. B. von 180 keV, zurückgeführt werden.

**8.** F. E. Lehmann und A. Bretscher (Bern). – *Antimitotische und differenzierungshemmende Stoffwirkungen auf den Seeigelkeim.* – Erscheint im Arch. der Julius-Klaus-Stiftung, Band 26, 1951.

**9.** Alfred Bretscher (Bern). – *Genetisch bedingte Unterschiede in der Colchicin-Empfindlichkeit bei Hühnern.*

Die Embryonen von verschiedenen Hühnerrassen wurden am vierten Tage nach Beginn der Bebrütung an der einen Beinknospe lokal mit Colchicin behandelt. Zehn Tage nach dem Eingriff war am behandelten Beine eine deutliche Verkürzung sämtlicher Beinabschnitte festzustellen. Diese Verkürzung war bei den Rassen Leghorn und Krüper für alle Beinabschnitte prozentual gleich, die ursprünglichen Proportionen der Beine wurden also nicht geändert.

Eine Ausnahme machte die Rasse «Nicht-Krüper» (diese geht aus den Kreuzungen der heterozygoten Krüper *inter se* hervor, welche in

25 % lethale homozygote Krüper, 50 % chondrodystrophe, heterozygote Krüper und in 25 % normalbeinige Nicht-Krüper aufspaltet). Bei Nicht-Krüper ist der Beinstamm in statistisch gesichertem Ausmaße weniger stark verkürzt als die Zehen; die Beinproportionen sind also verändert.

Dieses abweichende Verhalten legt nahe, für den Unterschied ein bis anhin unbekanntes Gen verantwortlich zu machen. Dieses hypothetische Gen sei *sr* (*S*tamm *r*esistent) genannt. Je nach Locus und Dominanzverhältnis dieses Gens sind verschiedene Kombinationen von Phänotypen möglich, die hier nicht im einzelnen diskutiert werden können. Auf Grund genetischer und entwicklungsphysiologischer Betrachtungen lassen sich jedoch bestimmte Aussagen über Art und Locus des Gens *sr* tun:

1. *sr* ist rezessiv.
2. Die Krüpertiere sind für *sr* heterozygot.
3. *sr* liegt in demjenigen Chromosom, das zum Krüperchromosom homolog ist.
4. *sr* liegt in der Nähe des Krüperlocus, wenn nicht überhaupt innerhalb des Bereiches der (allerdings nicht eindeutig bewiesenen) Krüper-Inversion oder -Deficiency. In letzterem Falle wären die Voraussetzungen dafür, daß sich *sr* im Krüperstamme halten und anreichern konnte, sehr günstig. *sr* würde in dieser Lage durch Krüper balanciert, da infolge der Chromosomenanomalie der Austausch verhindert wird.

**10.** E. Hadorn (Zürich). – *Papierchromatische Untersuchungen an Drosophila.* – Kein Résumé erhalten.

Es haben noch gesprochen: Nelly Bucher, Zürich; Rolf Perron, Zürich; Karl Theiler, Zürich.

## 11. Sektion für Anthropologie und Ethnologie

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie und Ethnologie

**Samstag und Sonntag, den 29. und 30. September 1951**

*Präsident:* Dr. E. Rohrer (Bern)

**1.** Jacob M. Schneider (Altstätten SG). – *Zu den Entwicklungsperioden der steinzeitlichen Menschheit.*

Während das Altpalaeolithikum durch Praecelléen, Chelléen, Acheuléen, Moustérien gegliedert wird, fällt auf, daß in Ehringsdorf das letzte Interglacial hindurch (nach Dr. Schuster, Weimar) die Artefactbildung stets auf gleicher Stufe blieb und daß nach Emil Bächler in den Höhlenkulturstätten Wildkirchli, Drachenloch, Wildmannlisloch in der gleichen Zwischeneiszeit «von dem obersten ihrer Schichtteile ab bis zuunterst mit einigen Ausnahmen die Steinwerkzeuge und Knochenwerkzeuge des prähistorischen Menschen der älteren Altsteinzeit sich finden» (E.B.: «Das Wildkirchli», S. 164), aber daß «man von einer Evolution gegen oben gar nicht reden konnte, alle derartigen Funde gehören demnach in einen einzigen, gleich primitiven Kreis, eben in das Prämoustérien. Die Technik bleibt in den Anfängen.» (Bächler: «Das alpine Palaeolithikum der Schweiz.») Und «die gesamte Steinwerkzeugtechnik in Formgebung, Zuschlag und Randkerbung entspricht den *primitivsten Anfängen* der Bearbeitung des Steins zu Werkzeugen. Sie stellt in Wirklichkeit eine *Erststufe* des Steinwerkzeugs dar. – Praemoustérien –». (ib. S. 82). Also in diesen Alpenhöhlen wie in der Tieflandstation Weimar-Ehringsdorf keine Entwicklung. Wie lange dauerte diese ganze Zwischeneiszeit? Da beginnt das Zeitproblem. Auf der letzten Seite des «Alpinen Palaeolithikum» heißt es: «Aurigniacien 25 000 Jahre vor unserer Ära», auf Seite 240 dagegen fallen nach dem von ihm zitierten und fast allgemein nachgeschriebenen Milankowitsch auf die Riß-Würm-Zwischeneiszeit 230 000 bis 115 000 Jahre. In die gleiche Zeit fällt das Moustérien mit homo Moustériensis Hauseri in der Anfangs- und mit la Chapelle-aux-Saints in der Schlußperiode; mit Beginn der folgenden Würm-Eiszeit die Neandertaler-Periode umspannend. Ist anzunehmen, daß alle jene Volksstämme mit sehr beweglichem Denken und Wollen, belegt durch praktischen Sinn der Artefacte, durch Materialbeschaffung aus sehr entfernten Gebieten, durch Überwindung der Höhlenbären, Löwen,

Panthern, nebst kleinerem Wild, durch vielfachen Feuergebrauch und Herrichtung von Herden, von kultischen Opferstätten während wenigstens hunderttausend Jahren nie auf einen Fortschritt in der Werkzeug- und Waffenformung verfielen? Oder: sind die hunderttausend und mehr Jahre nicht reell? Es kommt weiteres dazu. Ernst Büchi fand eine Körperhöhe von Zürchern relativ von 166,3 cm Anno 1900 und 169,5 cm Anno 1930; also 3,2 cm höher in 30 Jahren («Verhandlungen Schweiz. Naturf. Ges. 1947», S. 97). Schlaginhaufen notierte von Anno 1908/10 bis 1927/32 ein Höhenwachstum in Appenzell AR um 4 cm; Appenzell IR um 4,1 cm (ib. 1936, S. 338). Wenn man nur für je 5000 Jahre eine Wachstumsperiode mit so starker Körpererhöhung, etwaige Rückschläge miteingerechnet, ansetzen müsste, so ergäbe das während 100 000 Jahren über ½ m; mit 200 000 Jahren stark über 1 m, und weil auf Basis der Milankowitsch-Zahlen eine Reihe von Forschern die Mauer-Mandibula auf (wenigstens) 500 000 Jahre zurückdatieren, so wäre der Körperhöhezuwachs über 2 m. Es frägt sich also: Stimmt die Eiszeitchronologie nach Milankowitsch? Sie ist wie die ihr widersprechende nach Spitaler astronomisch-meteorologischer Natur; Unzulänglichkeiten wurden mehrfach nachgewiesen. Viele Geologen griffen nach ihr, weil sie die Ursache der Eiszeit meinten in ihr entdeckt zu haben (Köppen und Wegener: «Klimate der geologischen Vorzeit»; Eberl, Sörgel). Die geologischen Resultate sind so: Nach F. Nipkows Durchstich des Zürichseegrundes bis zur Eiszeitmoräne, bis in Schlußperiode des Altpalaeolithikum hinein, im Mittel ca. 5000 Jahre, ähnlich Reißinger nach der Schlammkastenmethode im Niedersonthofenersee; beides ist zugleich eine Korrektur de Geers und Sauramos in Schweden und Finnland, und Max Weltens (übrigens sehr wertvolle Faulensee-Forschung). (Reißinger: «Untersuch. ü. d. Niedersonthofenersee i. bayr. Allgäu; Versuch einer exakten Zeitbestimmung in postglac. Zeitalter»; Innsbruck 1930.) Für die ganze letzte Zwischeneiszeit und den ersten Teil der letzten Eiszeit: die Zählung der Bänderung im Ehringsdorfer Travertin ergibt gegen 1000 Jahre; nach Werner Lüdi («Pollenanalytische Untersuchung interglacialer gebändeter Mergel an der Rhone unterhalb Genf», Geobot. Institut Rübel, Zürich 1946) etwa 1150 Jahre. Nach Gams für die vorletzte Zwischeneiszeit, und dem Pollenspektrum zufolge für die Schlußperiode der vorletzten und für das starke Vorrücken der letzten Eiszeit von Troiskoje bei Moskau, errechnet von Sukatschew 8500 Jahre («Zeitschr. f. Gletscherkunde», 1930, S. 307). Relativ gleiches betrifft die 11 000 (Gistl, Giesenhagen) oder etwa 6000 Jahre (v. Dewall) des Interglacials der Lüneburgerheide, welches Stoller, Milthers und Jessen zwischen die zwei vorletzten, Gams zwischen die zwei letzten Eiszeiten stellen. Falls auf je ein Jahr mehrere Schichten fallen (z. B. wegen zwei oder mehrerer Vegetationsperioden verschiedener Planktonten pro Jahr), so ergeben sich um so weniger Jahre. Rechnen wir indes hypothetisch mit den unkorrigierten größten Zahlen, dann kommt man auf kaum 30 000 oder 20 000 Jahre von jetzt bis zurück bis zur Mauer-Mandibula. Diese Summe wird eher verkleinert, wenn bei den sehr engen Schluchten der Via Mala,

Albula, Schöllenen, Grimsel-Spitallamm usw., welche die Gletscher in allen Eiszeiten durchschliffen, die Erosionsgrößen berechnet werden. Das rückt die einstige Bemerkung Karl Schuchards wieder mehr nahe: «Die Entwicklung der menschlichen Werkzeuge in den ganzen Perioden vom Chelléen bis zum Magdalénien ist eine so organische und folgerichtige, daß man nicht mit *viel* höheren Zahlen rechnen möchte als in den historischen Zeiten.» («Korrespondenzblatt der deutschen Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte.»)

**2.** Marg. Lobsiger-Dellenbach (Genève). – *L'indice cormique des Haoussas (territoire du Niger, AOF).*

Dans un rapport paru dans les «Archives suisses d'anthropologie générale» (T. XVI, N° 1, Genève 1951) nous avons donné l'indice skélique des populations mesurées par nous-même en 1948, à Tahoua. Plusieurs anthropologues délaissant aujourd'hui cet indice au profit de l'indice cormique de Giuffrida Ruggeri (longueur du buste × 100 divisée par la stature) nous jugeons utile de le donner également. L'indice skélique nous apparaît plus nuancé dans sa nomenclature que l'indice cormique. Ce dernier ne compte que trois subdivisions – brachycorme (buste court) allant jusqu'à 50,9, métriocorme (buste moyen) de 51 à 52,9 et macrocorme (buste long) à partir de 53 –. tandis que l'indice skélique en compte sept ce qui donne, me semble-t-il, une meilleure démonstration de la construction du corps.

Nous avons mesuré 317 Haoussas dont 143 hommes et 174 femmes. Voici la répartition de l'indice cormique de cette population:

| | *143 hommes* | | *174 femmes* | |
|---|---|---|---|---|
| | nombre d'individus | pourcentage | nombre d'individus | pourcentage |
| Brachycorme | 127 | 88,81 % | 136 | 78,16 % |
| Métriocorme | 15 | 10,48 % | 56 | 20,69 % |
| Macrocorme | 1 | 0,70 % | 2 | 1,15 % |

Moyenne: (brachycorme) *49,13* (brachycorme) *50*,05
H. Minimum: 44,44 Maximum: 53,29 Ecart: 8,85
F. Minimum: 46,69 Maximum: 53,46 Ecart: 6,77

L'indice moyen des hommes et des femmes indique la brachycormie, c'est-à-dire le buste court. L'indice skélique moyen indique, chez les hommes, l'hypermacroskélie (103,1), chez les femmes, la macroskélie (99,64) dans les deux cas il s'agit de jambes longues.

Examinons comment se répartit l'indice skélique par rapport à l'indice cormique.

| *hommes* | | *femmes* | |
|---|---|---|---|
| 127 brachycormes = | 101 hypermacroskèles | 136 brachycormes = | 92 hypermacroskèles |
| | 26 macroskèles | | 43 macroskèles |
| 15 métriocormes = | 5 macroskèles | 56 métriocormes = | 9 macroskèles |
| | 8 submacroskèles | | 25 submacroskèles |
| | 2 mésatiskèles | | 2 mésatiskèles |
| 1 macrocorme = | 1 mésatiskèle | 2 macrocormes = | 2 mésatiskèles |

Nous constatons que les macroskèles se rencontrent à la fois chez les brachycormes et les métriocormes. Les indices de macroskélie entrant dans la catégorie des métriocormes vont de 95 à 95,65 chez les hommes et de 95 à 96,25 chez les femmes. A partir de là les macroskèles sont tous brachycormes.

Les mésatiskèles se rencontrent dans deux catégories également de l'indice cormique: chez les bustes moyens et les bustes longs. C'est à partir de l'indice skélique 88,76 que les hommes se classent parmi les métriocormes et les femmes à partir de 87,65[1].

**3.** Marg. Lobsiger-Dellenbach (Genève). – *L'indice cormique des Bellahs et des Djermas (territoires du Niger, AOF) et comparaison avec l'indice skélique.*

Comme nous l'avons fait précédemment[2], nous étudierons l'indice cormique d'abord et nous le comparerons à l'indice skélique.

*Chez les Bellahs*

| | *75 hommes* | | *28 femmes* | |
|---|---|---|---|---|
| | nombre d'individus | pourcentage | nombre d'individus | pourcentage |
| Brachycorme | 63 | 84 % | 21 | 75 % |
| Métriocorme | 12 | 16 % | 6 | 21,42 % |
| Macrocorme | — | — | 1 | 3,57 % |

Moyenne: (brachycorme) *49,62* (brachycorme) *49,92*
H. Minimum: 47,43 Maximum: 53,29 Ecart: 5,86
F. Minimum: 46,86 Maximum: 52,47 Ecart: 5,61

L'indice moyen de chaque groupe indique un buste court. La série masculine ne possède aucun type macrocorme. L'indice skélique moyen, dans les deux cas, indique l'hypermacroskélie (101,02 chez les hommes et 104,97 chez les femmes).

*Répartition de l'indice skélique par rapport à l'indice cormique*

| *hommes* | | *femmes* | |
|---|---|---|---|
| 63 brachycormes = | 48 hypermacroskèles | 21 brachycormes = | 16 hypermacroskèles |
| | 15 macroskèles | | 5 macroskèles |
| 12 métriocormes = | 1 macroskèle | 6 métriocormes = | 1 macroskèle |
| | 10 submacroskèles | | 4 submacroskèles |
| | 1 mésatiskèle | | 1 mésatiskèle |
| | | 1 macrocorme = | 1 mésatiskèle |

Chez les hommes les macroskèles entrant dans la catégorie des brachycormes débutent avec l'indice 95,40 et chez les femmes avec l'indice 96,30.

---

[1] Je rappelle que la mésatiskélie va de l'indice 85 à 89,9 et la macroskélie de 95 à 99,9.

[2] Voir sous N° 2, p. 159/160 de ce volume.

*Chez les Djermas*

| | *17 hommes* | | *7 femmes* | |
|---|---|---|---|---|
| | nombre d'individus | pourcentage | nombre d'individus | pourcentage |
| Brachycorme | 15 | 88,23 % | 4 | 57,14 % |
| Métriocorme | 2 | 11,76 % | 3 | 42,85 % |

Moyenne: (brachycorme) *48,94* (brachycorme) *50,72*
H. Minimum: 45,86 Maximum: 51,90 Ecart: 6,04
F. Minimum: 49,94 Maximum: 51,53 Ecart: 1,59

L'indice moyen de ces deux séries sexuelles est brachycorme. Aucune ne présente d'individu macrocorme. L'indice skélique moyen indique l'hypermacroskélie chez les hommes (104,40) et la macroskélie chez les femmes (96,84).

*Répartition de l'indice skélique par rapport à l'indice cormique*

| *hommes* | | *femmes* | |
|---|---|---|---|
| 15 brachycormes = | 12 hypermacroskèles<br>3 macroskèles | 4 brachycormes = | 2 hypermacroskèles<br>2 macroskèles |
| 2 métriocormes = | 2 submacroskèles | 3 métriocormes = | 1 macroskèle<br>2 submacroskèles |

Les macroskèles de la série masculine ont un indice qui débute à 97,62 et les macroskèles de la série féminine à 97,53. L'unique femme macroskèle classée dans la série des métriocormes a un indice skélique de 96,25.

**4.** Marg. Lobsiger-Dellenbach (Genève). – *L'indice cormique des Peuls, Touaregs et Maures de la région de Tahoua (territoire du Niger, AOF).*

Cette note concerne également des populations mesurées en 1948, en même temps que les groupes étudiés dans les mémoires précédents (Haoussas, Bellahs, Djermas[1]).

*Chez les Peuls*

| | *42hommes* | | *41 femmes* | |
|---|---|---|---|---|
| | nombre d'individus | pourcentage | nombre d'individus | pourcentage |
| Brachycorme | 37 | 88,09 % | 30 | 73,17 % |
| Métriocorme | 5 | 11,90 % | 9 | 21,95 % |
| Macrocorme | — | — | 2 | 4,87 % |

Moyenne: (brachycorme) *49,34* (brachycorme) *50,46*
H. Minimum: 46,39 Maximum: 52,30 Ecart: 5,91
F. Minimum: 48,52 Maximum: 54,30 Ecart: 5,78

Les deux groupes sexuels présentent un indice moyen brachycorme. Le groupe masculin ne compte aucun macrocorme. L'indice skélique moyen, chez les hommes, est hypermacroskèle (102,70); chez les femmes il est macroskèle (97,91).

[1] Voir sous N° 2 et 3, p. 159/160, de la présente revue.

*Répartition de l'indice skélique par rapport à l'indice cormique:*

| *hommes* | | *femmes* | |
|---|---|---|---|
| 37 brachycormes | = 28 hypermacroskèles | 30 brachycormes | = 18 hypermacroskèles |
| | 9 macroskèles | | 12 macroskèles |
| 5 métriocormes | = 1 macroskèle | 9 métriocormes | = 1 macroskèle |
| | 4 submacroskèles | | 8 submacroskèles |
| | | 2 macrocormes | = 1 mésatiskèle |
| | | | 1 subbrachyskèle |

Chez les hommes, les macroskèles appartenant à la catégorie des brachycormes débutent avec l'indice 95,18, chez les femmes avec l'indice 95,24.

*Chez les Touaregs et chez les Maures*

| | *Touaregs* | | | | *Maures* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *25 hommes* | | *8 femmes* | | *26 hommes* | | *7 femmes* | |
| | nombre d'individus | pourcentage | nombre d'individus | pourcentage | nombre d'individus | pourcentage | nombre d'individus | pourcentage |
| Brachycorme | 14 | 56 % | 4 | 50 % | 17 | 65,38 % | 4 | 57,15 % |
| Métriocorme | 10 | 50 % | 4 | 50 % | 8 | 30,77 % | 3 | 42,85 % |
| Macrocorme | 1 | 4 % | — | — | 1 | 3,84 % | — | — |
| Moyenne | *50,76* | | *51,13* | | *50,37* | | *50,79* | |
| Minimum | 47,65 | | 49,52 | | 48,14 | | 49,25 | |
| Maximum | 53,59 | | 52,60 | | 53,53 | | 52,95 | |
| Ecart | 5,94 | | 3,08 | | 5,39 | | 3,70 | |

Les femmes touaregs présentent, avec leur indice moyen, une exception: elles sont métriocormes alors que tous les autres groupes sont brachycormes. Les femmes touaregs et les femmes maures ne présentent aucun type macrocorme. L'indice skélique moyen est le suivant: Touaregs, hommes 96,52 (macroskèle), femmes 95,95 (macroskèle); Maures, hommes 98,56 (macroskèle), femmes 97,15 (macroskèle).

*Répartition de l'indice skélique par rapport à l'indice cormique*

| *Touaregs* (hommes) | | *Maures* (hommes) | |
|---|---|---|---|
| 14 brachycormes | = 8 hypermacroskèles | 17 brachycormes | = 12 hypermacroskèles |
| | 6 macroskèles | | 5 macroskèles |
| 10 métriocormes | = 2 macroskèles | 8 métriocormes | = 1 macroskèle |
| | 5 submacroskèles | | 4 submacroskèles |
| | 3 mésatiskèles | | 3 mésatiskèles |
| 1 macrocorme | = 1 mésatiskèle | 1 macrocorme | = 1 mésatiskèle |

**5.** Eugène Pittard et C. Petre-Lazar (Genève). – *Documents anthropologiques concernant les Tatars (Tartares).*

Cette étude est basée sur l'examen morphologiques de 971 Tatars mesurés par l'un de nous (E.P.) dans la Péninsule des Balkans, principalement dans la Dobroudja. Il sera question, ici, seulement de la stature, des deux diamètres craniens principaux et de l'indice céphalique.

Un premier examen de ces caractères a été publié dans «*Les peuples des Balkans*»[1] mais il n'était alors basé que sur l'étude de 253 individus (215 hommes et 38 femmes).

Les résultats de cette nouvelle recherche, à cause même du grand nombre de sujets examinés peuvent être considérés, sinon comme constituant une étude définitive, tout au moins comme un solide apport de base.

Les Tatars sont connus sous des appellations diverses. Les différents groupes dont ils sont constitués ont été examinés à part, mais nous ne retenons aujourd'hui que les documents relatifs aux trois plus importants. Ce sont les Tatars dits de Crimée, les Tatars Nogaïs, les Tatars Ciongars (595 individus).

Les caractères indiqués ci-dessus sont, chez tous les Tatars, rangés selon la taille croissante.

| Nombre d'individus | Subdivisions de la taille | Stature | D. A. P. | D. T. | Indice céphalique |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 1410–1458 | 1 m 425 | 178 mm 3 | 149 mm 3 | 83,78 |
| 16 | 1460–1500 | 1 m 470 | 182 mm 3 | 150 mm 3 | 82,51 |
| 53 | 1510–1550 | 1 m 531 | 181 mm 2 | 153 mm 6 | 84,78 |
| 171 | 1560–1600 | 1 m 581 | 184 mm 5 | 154 mm 3 | 83,59 |
| 292 | 1610–1650 | 1 m 631 | 185 mm 8 | 155 mm 6 | 83,79 |
| 261 | 1660–1700 | 1 m 681 | 186 mm 6 | 155 mm 2 | 83,19 |
| 115 | 1710–1750 | 1 m 730 | 188 mm 7 | 155 mm 3 | 82,28 |
| 24 | 1760–1800 | 1 m 781 | 189 mm 5 | 154 mm 9 | 81,84 |
| 6 | 1810–1850 | 1 m 828 | 187 mm 8 | 155 mm 7 | 83,03 |
| Moyennes générales: | | 1 m 624 | 184 mm 9 | 153 mm 8 | 83,19 |

Nous extrayons de ces valeurs générales les valeurs moyennes des trois groupes principaux dont il vient d'être question:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 258 | Tatars de Crimée | 1 m 628 | 184 mm 3 | 154 mm 3 | 83,88 |
| 162 | Tatars Nogaï | 1 m 606 | 187 mm 1 | 153 mm 2 | 82,00 |
| 148 | Tatars Ciongars | 1 m 633 | 184 mm 7 | 154 mm 1 | 83,39 |

Ce tableau marque, à tout le moins, l'hétérogénéité raciale des Tatars. Sous ce vocable nationaliste sont réunis des hommes dont les origines sont très différentes. L'histoire des invasions tatares peut servir à expliquer cette hétérogénéité.

Les présentes recherches ont permis des vérifications au sujet de la loi dite de Pittard (relation entre les valeurs de l'indice céphalique et la taille). Il en sera question par C. Petre-Lazar en même temps que paraîtront dans les «Archives suisses d'anthropologie générale», les réflexions qu'appelle le tableau ci-dessus.

---

[1] Eugène Pittard, *Les peuples des Balkans. Recherches anthropologiques dans la Péninsule des Balkans, spécialement dans la Dobroudja.* Genève et Lyon, Ed. Georg & Cie, Paris, Ed. Leroux, 1920; 634 pages.

**6.** Hélène Kaufmann et Marc-R. Sauter (Genève). – *Enquête anthropologique sur la population masculine de Genève.*

Au cours de l'enquête que nous avons effectuée à Genève au printemps de 1940[1], nous avons pu remplir les fiches anthropométriques de plus de 500 hommes, en plus des deux milliers de femmes dont nous avons eu l'occasion de parler[2].

Nous rappelons qu'il s'agissait surtout d'une enquête séro-anthropologique, chaque fiche individuelle portant l'indication du groupe sanguin du système ABO à côté des données anthropométriques et chromatiques.

Après élimination, nous avons obtenu une série de 497 hommes de 18 à 64 ans; nous ne retenons ici que les 462 de 20 à 59 ans et le groupe de 26 sujets de 18 et 19 ans. La plupart sont des citadins, et leur provenance sociale est très variée.

Comme pour la série féminine nous devons faire une remarque restrictive. Par l'effet des circonstances administratives dues aux besoins du Service de transfusion du sang de la Croix-Rouge, nous avons une pléthore relative de sujets porteurs du sang 0. En effet, la série de 487 hommes «groupés» de 18 à 64 ans offre les proportions suivantes: 0, 74,1 %; A, 19,9 %; B, 4,4 % et AB, 1,4 %; ce qui est très différent des pourcentages normaux de la population genevoise (0, 40,5 %; A, 49,2 %; B, 7,7 % et AB, 2,2 %). Nous pouvons redire: «...si l'on considère le groupe sanguin comme un caractère de morphologie raciale, nos résultats anthropologiques sont en quelque sorte faussés par cette pléthore relative de 0». Mais nous croyons qu'on peut quand même utiliser ces données; nous aurons à discuter de cette question lorsque nous publierons le détail de nos résultats.

Nous laissons de côté pour l'instant l'examen des corrélations séro-anthropologiques; c'est pourquoi nous avons englobé dans notre série dix sujets dont nous ne connaissons pas le groupe sanguin.

**7.** Hélène Kaufmann et Marc-R. Sauter (Genève). – *Analyse anthropologique d'une série de* 488 *hommes de Genève.*

Nous ne considérons d'abord que la taille, les deux indices skéliques et les indices céphalique, facial et nasal des 462 sujets masculins de 20 à 59 ans.

*Taille* (462 sujets). La moyenne de 168,9 cm est à la limite supérieure de la catégorie sus-moyenne; le graphique (mode à 170) accentue la tendance vers les grandes tailles. Répartition: très petites et petites, 7,8 %; moyennes (160–169), 45,6 %; grandes et très grandes, 46,5 %.

---

[1] M.-R. Sauter et H. Kaufmann. Etude des corrélations séro-anthropologiques dans la population féminine de Genève. Arch. d. Jul.-Klaus-Stiftung, vol. XXIV, 1949, pp. 479—496. Voir aussi: E. Pittard. Une enquête séro-anthropologique en Suisse. Arch. s. d'Anthr. gén., XI, 1945, pp. 132—136.

[2] Le travail cité de Sauter et Kaufmann contient la bibliographie de ce qui a paru jusqu'ici.

*Indice skélique I (Manouvrier)* (462). La moyenne de 91,37 et le plus grand contingent sont submacroskèles. Répartition: brachy-, 10,4 %; mésati-, 27,9 %; macroskèles, 61,7 %.

*Indice skélique II (Giuffrida-Ruggeri) ou indice cormique* (462). La moyenne de 52,32 est dans la catégorie mésatiskèle, ce que viennent confirmer la courbe, très homogène et la répartition: macro-, 19,5 %; mésati-, 52,4 %; brachyskèles, 28,1 % (selon la classification originale de Giuffrida-Ruggeri).

*Indice céphalique* (462). Moyenne de 80,85, à la limite de la méso- et de la brachycéphalie. Le polygone de fréquence est irrégulier, avec un sommet principal à 77, un second à 80, un troisième à 84. Répartition: dolicho- ,9,1 %; méso-, 45,4 %; brachy-, 32,2 %; hyperbrachycéphales, 13,2 %.

*Indice facial* (461). L'indice moyen, 88,23, traduit la leptoprosopie prédominante. Dans le graphique, un sommet leptoprosope à 88 est doublé d'un autre, presque aussi prononcé, à 85 (mésoprosope). Répartition: eury-, 21,5 %; méso-, 27,8 %; leptoprosopes, 50,8 % (dont 19,9 % d'hyperleptoprosopes).

*Indice nasal* (460). La leptorhinie est de règle. Moyenne, 62,95. Répartition: hyperlepto-, 12,2; lepto-, 72,8 %; méso-, 14,8 %; chamaerhinie, 0,2 %.

En résumé, la diagnose anthropologique de la population masculine de Genève peut s'exprimer ainsi: taille sus-moyenne à grande, submacroskélie et mésatiskélie, tête mésocéphale à brachycéphale, à face leptoprosope et à nez leptorhinien.

Si nous prenons ensuite la série de 26 sujets de 18 et 19 ans, pour la comparer aux 401 conscrits genevois mesurés en 1932 par Schlaginhaufen (1946) au cours de sa grande enquête sur plus de 35 000 jeunes gens de la Suisse, nous obtenons, comme moyennes (conscrits en parenthèses): grande taille, 171,9 (171,7); ind. skélique II ou ind. cormique, 52,05 (52,26), mésatiskélie; ind. céphalique, 79,13 (79,75), mésocéphalie; ind. facial, 88,59 (88,98), leptoprosopie; ind. nasal, 62,28 (63,35), leptorhinie. Si petite qu'elle soit, cette série est donc un bon échantillon.

*Institut d'Anthropologie de l'Université de Genève*

**8.** Marc-R. Sauter et François Privat (Genève). – *Une nouvelle méthode de détermination sexuelle de l'os coxal: l'indice cotylo-sciatique.*

Les os du bassin ont une grande valeur pour la détermination sexuelle d'un squelette. Plusieurs méthodes (indices, angles) ont été proposées, de Verneau (1875) à Schultz (1939) et Poulhé (1948), pour exprimer numériquement la différence sexuelle; mais en général elles sont d'un emploi peu aisé, soit qu'elles exigent un état de conservation de l'os trop rarement réalisé, soit qu'elles nécessitent des repérages de points singuliers ou des dessins préalables compliqués.

Nous proposons ici un nouvel indice qui, sans prétendre résoudre de façon absolue le problème, nous paraît présenter des avantages. En

effet, l'*indice cotylo-sciatique* intéresse une région de l'os coxal très souvent conservée (entre le bord de la cavité cotyloïde et l'épine iliaque postéro-inférieure); les points singuliers sont d'un repérage facile; la mensuration n'offre pas de difficulté, et l'appareillage est simple.

Les deux dimensions qui servent à calculer cet indice sont: *a)* le diamètre cotylo-sciatique, qui joint le bord de la cavité cotyloïde à l'arête qui borde l'échancrure sciatique; *b)* la hauteur sciatique, ligne perpendiculaire à la même arête et touchant l'épine iliaque postéro-inférieure là ou l'arête séparant le bord interne de l'ilion atteint la surface auriculaire.

Comme chez la femme la hauteur sciatique est en principe plus grande que chez l'homme, et le diamètre cotylo-sciatique plus faible, il en résulte que l'indice $b/a$ sera plus fort, et traduira ainsi assez nettement la différence sexuelle.

*Application préliminaire.* Nous avons calculé cet indice dans une série d'os coxaux entiers provenant de la Genève médiévale. La détermination préliminaire du sexe a été faite à l'œil, en utilisant les caractères descriptifs classiques. Nous avons pris 100 os (50 de chaque sexe).

L'indice moyen obtenu, sans tenir compte du sexe, est 122,8; la variation est forte (73,8 à 185,3). La série déterminée comme masculine a un indice moyen de 104,6 (73,8 à 128,9), la série féminine, 141,0 (92,5 à 185,3). En prenant arbitrairement le chiffre moyen de 123 comme limite provisoire, on constate que six os considérés comme masculins (soit 12 %) ont un indice supérieur, et dix os féminins (20 %) un indice inférieur à ce seuil.

Nous reviendrons sur ce sujet dans un travail plus étendu.

*Institut d'Anthropologie de l'Université de Genève*

**9.** R. Bay und C. Lüdin (Basel). – *Ein mesolithischer Skelettfund aus dem Birstal.*

Vor einigen Jahren fand C. Lüdin aus Basel in einer Höhle des bernischen Birstales ein menschliches Skelett. Dieses lag in ausgestreckter Lage unter einer durchgehenden, ungestörten Sinterschicht. Die Silexfunde aus der gleichen Schicht, aus der das Skelett stammt, sind spärlich. Einfache Klingen fehlen. Hingegen fanden sich unter anderen Typen sehr feine, spitzdreieckige Spitzen mit einseitiger Randretouche, wie sie für das Frühmesolithicum, das sog. Sauveterrien, typisch sind. Diese Kulturstufe wäre somit zum erstenmal für die Schweiz nachgewiesen.

Das Skelett ist recht gut erhalten. Es gehörte einem maturen Manne an von 155 bis 160 cm Körpergröße. Der Mann war also klein bis untermittelgroß.

Der Gehirnschädel besitzt eine Kapazität von 1420 ccm, ist also euencephal. Der Horizontalumfang ist mit 518 mm klein bis mittelgroß. Die größte Hirnschädellänge von 186 und die größte Hirnschädelbreite von 133 mm verbinden sich zu einem Längenbreitenindex von 71,5. Der Schädel zeigt also Dolichocranie mit Tendenz zur Hyperdolichocranie.

Die Schädelbasis ist kurz. Auf die Länge bezogen ist der Schädel orthocran oder mittelhoch, auf die Breite bezogen aber acrocran oder hoch. Die Schädelkalotte ist hypsicalott. Die Stirn ist breitförmig, kugelig und hypereurymetop. Die Sagittalkurve ist gleichmäßig gewölbt. Die Mastoidfortsätze sind breit und kurz. Rechts des Lambda findet sich ein einseitiges Incabein.

Der Gesichtsschädel ist gut erhalten. Die Gesichtslänge ist kurz. Sämtliche Breitenmaße sind breit, die Jochbogen stark phaenocyg. Ganzgesichtshöhe und Obergesichtshöhe sind niedrig. Mit dem Gesichtindex von 72 bis 75 ist das Gesicht hypereuryprosop oder sehr breit und niedrig. Das Obergesicht ist euryen. Die Orbitae sind breit und niedrig oder chamaeconch. Die Nasenöffnung ist mesorrhin oder mittelbreit. Der Oberkiefer ist hyperbrachyuranisch. Im Gegensatz zum breiten Obergesicht ist die Winkelbreite des Unterkiefers sehr schmal (Jugomandibular-Index = 66). Das Kinn ist niedrig und wenig prominent. Sämtliche Profilwinkel sind mesognath (82°). Der Unterkiefer zeigt beidseits einen Torus mandibularis. Die Zähne sind klein und besonders links stark abgekaut. Das Gebiß ist durch Caries weitgehend zerstört. Als habitueller Linkskauer war entsprechend den Gysischen Hebelgesetzen das rechte Kiefergelenk funktionell überlastet und zeigt in der Folge alle typischen Veränderungen, wie Verbreiterung und Abflachung des rechten Gelenkkopfes, Freischeuerung der Spongiosa auf Kopf und Pfanne, Erniedrigung des rechten aufsteigenden Astes und Vergrößerung des Astwinkels. Die Gliederung in die vertikalen Gesichtsfelder, von oben nach unten 41,7 %; 35 % und 23,3 % findet sich nur bei prähistorischen Schweizern und ist ganz die gleiche, wie sie G. Schwalbe für Australier gefunden hat.

Vom übrigen Skelett sind ein Femur, beide Humeri und eine Fibula vollständig erhalten, von den übrigen Skeletteilen liegen Fragmente vor.

Die Fundumstände, die Typenanalyse der Silices und das Skelett werden in einer späteren eingehenden Publikation dargelegt.

**10.** Rud. Schwarz (Basel). – *Die menschenähnlichen Zähne aus dem Bonerz der Schwäbischen Alb. Eine Nachprüfung.*

Diese Zähne wurden von den Museen von Stuttgart dem Basler Museum durch Vermittlung von Dr. Bay einige Zeit zum Studium überlassen. Sie werden von dem Paläontologen Dr. Hürzeler bearbeitet, sind aber auch mir zur Einsicht übergeben worden. Da sie von bekannten Gelehrten um 1850 wie dem Anatomen Arnold (Tübingen) und Richard Owen (London) als menschliche Zähne bezeichnet wurden, so möchte ich meine vergleichenden Untersuchungen als Odontologe hauptsächlich auf die menschlichen Zähne beschränken. Der Schmelz der vorliegenden Zähne ist wunderbar erhalten, was durch farbige Aufnahmen gezeigt wird. Eingeschwemmte, rezente Menschenzähne sind es nicht. Die Bonerzzähne stammen aus verschiedenen Fundorten und sind nach meiner Ansicht nicht von gleicher Art. Sehr menschenähnlich sind die-

jenigen aus Melchingen; es sind alles Molaren, darunter zwei obere. Zum Vergleich gezeigte primitive Neucaledonierzähne weisen gleiche Eigentümlichkeiten auf. Nach langem Zögern hat Branco 1898 die Bonerzzähne zu Dryopithecus gestellt, und sie sind als Dryopithecus suevicus oder Rhenanus in die Literatur eingegangen.

Das zugespitzte Ende der Molaren, das für Dryopithecus typisch sein soll, findet sich noch ausgeprägter bei den Neucaledoniern, wie auch gerunzelte Zähne. Merkwürdigerweise sind die Wurzeln des unteren Molaren von Ebikon offen (Röntgenbild) und sondierbar. Das liegt vielleicht an der Wirkung des Bonerzes, das ja auch den Schmelz so wunderbar präserviert, das Dentin aber auflöst. Die Innenseite der Schmelzkeime zeigen Verfärbungen (braun), die als metallische Infiltrationen anzusehen sind.

Da man in Frankreich obere Dryopithecusmolaren gefunden hat, die mit den Bonerzzähnen übereinstimmen, so wird die Bestimmung Dryopithecus wahrscheinlich richtig sein, falls es sich nicht um einen Anthropoiden handelt, der dem Menschen noch nähersteht, obschon die Form der Molaren als Verwandtschaftsgrad nicht ausschlaggebend sein kann, sondern die des Frontgebisses, besonders des Eckzahnes.

Der jugendliche Schädel Australopithecus (Südafrika) zeigt fast vollständige Übereinstimmung des Gebisses mit seinem kurzen Eckzahn und der Form des Gesichtsschädels mit einem Menschenkind. Ob der Mensch eine Sonderschöpfung ist, wird sich nicht beweisen, aber auch nicht widerlegen lassen.

## 12. Sektion für Medizinische Biologie

Sitzung der Schweizerischen Medizinisch-Biologischen Gesellschaft

**Samstag und Sonntag, den 29. und 30. September 1951**

*Präsident:* Prof. Dr. E. MARTIN (Genève)

*Einzelvorträge*

**1.** G. JOYET et H.R. SCHINZ (Zurich). – *Adaptation médicale, protection et étalonnage biologique d'un bétatron de* **31** *MeV.*

En thérapie profonde ordinaire, où l'on utilise des tensions de 150, 200 et même 400 kV, la dose profonde de rayonnement définie à 10 cm au-dessous de la peau atteint respectivement 24, 34 et 43 % de la dose superficielle dans des conditions normales de thérapie et pour un champ de $10 \times 10$ cm. L'élévation de la tension des appareils n'augmente que très lentement la dose profonde relative, mais accroît en revanche considérablement leur coût et leur encombrement.

Avec les tensions d'accélération des électrons de plusieurs dizaines de millions de volts que le principe du bétatron permet d'obtenir, le rayonnement X de très grande énergie possède une répartition tout-à-fait différente dans les tissus. Cette répartition a été étudiée à Zurich dans un phantôme de plexiglas pour les distances à l'anode de 75, 100 et 130 cm et pour des champs à 100 cm de distance de 4, 8 et 20 cm de diamètre. L'intensité à la peau est quasi nulle, passe par un maximum à une profondeur de 5 à 6 cm et décroît ensuite pour atteindre à 20 cm, à la sortie de l'organisme, 60 à 70 % de l'intensité maximum. Avec une même dose à la peau, la thérapie à 31 MeV, permet de multiplier par un facteur 3 la dose profonde relativement à la thérapie à 200 kV.

L'efficacité biologique du rayonnement a été étudiée, en comparant les courbes de mortalité (dose léthale du 50 % des sujets) de souris mâles soumises respectivement à 400 kV et à 31 MeV, dans les mêmes conditions de diffusion, et de mesure de la dose à des quantités de rayonnement de 500, 750, 1000, etc. jusqu'à 2500 rœntgens. Les essais, effectués sur un matériel homogène de 360 souris mâles adultes, n'ont montré, contrairement aux résultats de *Quastler* and *Clark*[1], *Quastler*[2], *Quastler*

---

[1] Quastler H. and Clark R.K. Am. J. of Roentgenology *54*, 723–27, 1945.
[2] Quastler H. Am J. of Roentgenology *54*, 449–56, 1945.

et *Lanzl*[1] obtenus également chez la souris, aucune différence d'action d'une même dose à 400 kV ou 31 MeV. A 10 % près, les mêmes doses de rayonnement donnent la même durée de survie du 50 % des sujets[2].

Les différents champs d'irradiation dont la thérapie a besoin, sont délimités par des tubes collimateurs facilement amovibles, contre lesquels le patient, en cours d'irradiation, peut s'adosser. Celui-ci est commodément installé sur une table d'irradiation réglable en hauteur, à rotation latérale et pourvue d'un dossier latéral pour la fixation de courroies. Le patient est convenablement et commodément observé à partir du pupitre de commande par un système périscopique de miroirs parallèles à grand champ.

Des dispositions spéciales ont été prises pour la protection du patient et du personnel au cours des irradiations. En dehors du champ d'irradiation, le patient reçoit une dose de rayonnement pénétrant en irradiation totale qui ne dépasse pas le $^1/^{1000\,e}$ de la dose de rayonnement reçue dans le champ en profondeur, au maximum de la courbe de transition. Le personnel, isolé du bétatron par des murs de béton plein de 70 cm et des portes de plomb de 40 mm, reçoit une dose de rayonnement de 1 à 2 millirœntgens par heure qui est toujours inférieure à la limite de tolérance en irradiation totale (6,25 mr/h). Dans la direction des rayons, des blocs de béton plein de 200 cm d'épaisseur arrêtent le rayonnement direct[3].

*Laboratoire du bétatron et des isotopes*, CLINIQUE RADIOTHÉRAPEUTIQUE (Prof. Dr. H. R. Schinz).

**2.** G. JOYET et M^lle E. ROESCH (Zurich). – *Essai de dosage différentiel du $^{42}K$ chez les souris de souches RIII, C3H et C57.*

En constituant des lignées pures de souris avec des facteurs héréditaires entrainant l'apparition de tumeurs spontanées ou avec des facteurs héréditaires excluant cette apparition, les généticiens *(W. E. Heston[4])* ont apporté une contribution capitale aux recherches anticancéreuses. Des recherches en cours ont déjà mis en évidence dans les lignées à hérédité cancéreuse des altérations importantes des fonctions hormonales. La fonction des capsules surrénales en particulier n'est probablement pas normale chez les femelles de lignées RIII et C3H dont le 80 % respectivement le 95 % sont atteintes de cancers spontanés de la mamelle. Comme la régulation du potassium dans le sang est placée sous la dépendance des capsules surrénales, nous avons tenté de mettre en évidence une différence de taux plasmatique du potassium radioactif

---

[1] H. Quastler a. E.F. Lanzl. Am. J. of Roentgenology *63*, 566–574, 1950.

[2] Ces résultats seront publiés prochainement.

[3] Cette installation et les mesures de protection sont décrites dans la Revue Brown Boveri, sept.–oct. 1951.

[4] W. E. Heston, Development of inbred strains in the mouse and their use in cancer research. From Roscoe B. Jackson Memorial Laboratory Bar Harbor, Maine 1949.

$^{42}K$ injecté par voie endoveineuse entre des souches de souris à hérédité cancéreuse et hérédité non cancéreuse. Le potassium radioactif est injecté par voie endoveineuse en solution isotonique (0,1 mg de K stable par injection de 0,1 à 0,15 cc) sous forme de chlorure additionné de NaCl. Le sang est prélevé 14 ou 24 heures après l'injection, centrifugé dans un tube liquéminé en prévenant toute hémolyse, et la radioactivité spécifique du plasma (sélectivité) mesurée après prélèvement selon des méthodes que nous avons décrites ailleurs[1]. La faible sélectivité du plasma au $K^{42}$ et le danger d'hémolyse, constituent les difficultés principales à dominer.

Une centaine de mesures de sélectivité effectuées sur des femelles adultes, non gravides et non cancéreuses, ont donné les résultats suivants:

| | Sélectivité moyenne au $^{42}K$ |
|---|---|
| Souche Z non sélectionnée mais homogène, sans Ca ..... | 0,086 |
| Souche pure RIII avec hérédité du Ca de la mamelle ... | 0,085 |
| Souche pure C3H avec hérédité du Ca de la mamelle ... | 0,085 |
| Souche pure C57 sans Ca ..... | 0,088 |

En tenant compte de la dispersion des résultats, les essais montrent qu'il n'y a aucune sélectivité différentielle du potassium radioactif entre les souches à hérédité cancéreuse et non cancéreuse. Le résultat expérimental est nettement négatif.

*Laboratoire du bétatron et des isotopes,* CLINIQUE RADIOTHÉRAPEUTIQUE (Prof. Dr. H.R. Schinz).

**3.** PIERRE FAVARGER et EMILE-F. METZGER (Genève). – *La cholesterolestérase des villosités intestinales.*

Etant donné ses propriétés physico-chimiques, le cholestérol semble jouer un rôle actif d'émulsionnant dans la résorption intestinale des graisses. Nous avons jugé intéressant d'étudier l'action des cellules épithéliales de la paroi intestinale sur le cholestérol et ses esters. Il s'agissait de comprendre si la synthèse ou l'hydrolyse des esters du cholestérol ne sont dues qu'à l'influence du milieu réactionnel.

Les résultats des recherches antérieures sont peu concordants (Klein, 1939; Nieft et Deuel, 1949; Swell et coll., 1950). Suivant les conditions expérimentales, ces auteurs réalisent soit une hydrolyse soit une estérification. Selon certains, le régime antérieur a une influence sur le sens de la réaction.

Nous avons essayé de réaliser des conditions plus physiologiques et nous utilisons comme substrat du sérum humain inactivé dans la

[1] G. Joyet, Méthodes de travail biologique à l'aide d'isotopes radioactifs. Le dosage relatif dans les cendres de tissus. Bull. Acad. s. des Sc. Méd., Vol. 5 fasc. 5/6, 1949, p. 361–404.

plupart des essais. Comme source d'enzyme, nous avons choisi des villosités de rat qui sont prélevées par râclage de l'intestin grêle lavé au moyen d'une solution physiologique.

On incube les villosités avec le sérum et on dose le cholestérol libre et total par la méthode de Schoenheimer et Sperry au début et à la fin de l'incubation à 37°.

Que l'on utilise une suspension de villosités dans une solution physiologique, un homogénéisat fait selon la méthode de Potter, ou même le surnageant d'un tel homogénéisat centrifugé, le résultat de l'expérience est toujours une hydrolyse. Le degré d'activité varie peu d'un type de préparation à l'autre. La présence de sels biliaires active fortement l'hydrolyse. L'activité du système enzymatique varie avec le pH. L'optimum se situe à 7,0.

Si pour constituer un milieu favorable à une estérification, on augmente la concentration en acides gras en ajoutant de l'oléate de Na, l'intensité de l'hydrolyse est diminuée. L'estérification ne se produit même pas si l'on emploie comme substrat un sérum dont les esters ont été préalablement hydrolysés et auquel on a additionné de l'oléate de Na. Dans toutes nos conditions expérimentales, nous avons observé l'hydrolyse et non la synthèse des esters du cholestérol. Il paraît donc vraisemblable que la réaction se déroule aussi dans ce sens in vivo.

**4.** B. Glasson (Genève). – *Contribution à la toxicologie expérimentale des médicaments acétylés.*

En marge d'une étude de l'hydrolyse enzymatique des substances acétylées, nous avons été amené à préciser les doses léthales de quelques unes de ces substances chez le cobaye et à comparer leur capacité d'hydrolyse dans le sang avec leur toxicité.

La littérature est pauvre en de telles données, même pour une substance aussi répandue que l'aspirine. La description de quelques cas d'empoisonnement ont permis d'établir approximativement la quantité d'acide acetylsalicylique supportée par l'organisme humain. *St. W. Williams* et *R. M. Passting* (1937) notent que l'excrétion totale d'aspirine inchangée varie entre 8 et 36 % de la quantité ingérée et que 65–75 % est éliminée sous forme de salicylate. Ces auteurs pensent que les phénomènes d'empoisonnement sont dus à une acidose, et peut-être à une action directe de l'acide salicylique sur le centre respiratoire. Ils observent qu'il faut une dose totale de 29 à 39 g, soit 2,9 à 5,8 g par jour pour provoquer l'empoisonnement.

*L. E. Prickman* et *H. F. Buchstein* (1937) démontrent que l'hypersensibilité à l'aspirine est la forme la plus connue d'une allergie médicamenteuse. Le facteur déterminant leur semble être le groupe acétyl dont ils supposent qu'il se combine à des protéines pour former un nouveau composé aux propriétés immunologiques spécifiques.

*F. Halstrom* et *K. O. Moller* (1939) situent la dose mortelle chez l'homme entre 20 et 40 g. Quant à la toxicité de l'aspirine chez les ani-

maux d'expérience, le traité classique de *Flury* ne cite que le chien (0,4–0,7 g/kg) et le lapin (0,7 g/kg).

Il nous a paru utile d'en préciser les doses léthales chez le cobaye. Récemment, *Ross Hart* (1947), en étudiant la toxicité des salicylamides, donne la quantité de 1,8 g/kg comme dose léthale pour l'aspirine.

Nous avons administré ce même acide acetylsalicylique tout d'abord par gavage du cobaye. Cette méthode nous a paru trop imprécise: 2,5 g d'aspirine ne suffisent pas ainsi à provoquer la mort de l'animal. Mais par sonde stomacale, en disposant de plus de trente cobayes, l'équation de Karber et Behrens nous donne une dose léthale de **1,05** *g/kg*, chiffre sensiblement inférieur à celui fourni par Ross Hart.

Tableau 1

*Toxicité de l'acetylsalicylique chez le cobaye*

| Doses ingérées | Animaux exp. | Morts | Survies |
|---|---|---|---|
| 1,0 kg | 6 | 0 | 6 |
| 1,2 kg | 2 | 2 | 0 |
| 1,5 kg | 2 | 2 | 0 |
| 2,0 kg | 2 | 2 | 0 |
| 2,5 kg | 3 | 2 | 1 |

LD 50 = 1,05 g/kg

Nous avons eu l'occasion de rechercher la dose léthale d'autres substances acétylées. En premier lieu, la *N-morpholylthioacetylsalicylamide* (RH 372) dont l'hydrolyse dans le sang humain est beaucoup plus forte que pour l'aspirine. *R. Giudicelli* (1951) a déterminé chez la souris, par voie buccale en raison de l'insolubilité du produit, la dose léthale de cette substance qui est de 4,125 g/kg qu'il compare, dans les mêmes conditions d'expérience – et toujours chez la souris – à l'aspirine: 0,52 g/kg ou au salicylate de sodium: 1,425 g/kg. Dans nos expériences sur le cobaye, il faut également une quantité très élevée d'acetyl-salicyl-thaimide morpholique pour atteindre le plafond léthal. Ce médicament, plus rapidement hydrolisé que l'aspirine dans l'organisme animal, est donc aussi beaucoup moins toxique. Sa toxicité peut même être considérée comme négligeable puisqu'elle dépasse 4,5 g/kg.

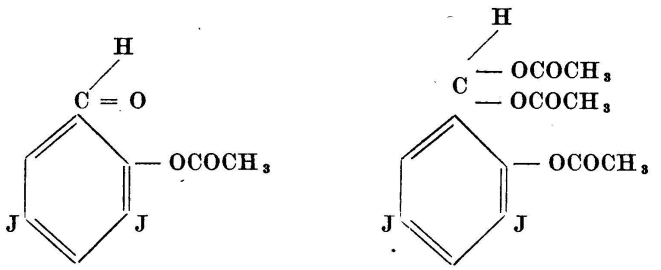
Tableau 2

*Toxicité de l'acetyl-salicyl-thaimide morpholique chez le cobaye*

| Doses ingérées | Animaux exp. | Morts | Survies |
|---|---|---|---|
| 2,0 kg | 3 | 1 (?) | 2 |
| 2,5 kg | 1 | – | 1 |
| 3,0 kg | 1 | 0 | 1 |
| 3,5 kg | 1 | 0 | 1 |
| 4,0 kg | 1 | 0 | 1 |
| 4,5 kg | 2 | 0 | 2 |

Si nous suivions la théorie de Prickman qui attache une particulière toxicité au groupe acetyl, nous pourrions imaginer qu'une substance possédant *plusieurs* groupes acétyl présenterait une toxicité d'autant

plus marquée. Nous avons eu l'occasion d'étudier deux substances identiques, l'une possédant un groupe acétyl et l'autre trois mêmes groupes. Il s'agit de l'aldéhyde salicylique diiodé mono- ou tri-acétylé:




Nous avons pu établir que le produit monoacétylé chez le cobaye a une dose léthale de **0,58** *g/kg* tandis que la substance portant trois groupes acétylés présente une dose léthale de **0,875** *g/kg*. Cette dose est beaucoup plus élevée que celle de l'aspirine (1,05 g/kg). Mais elle est plus faible que celle du produit monoacétylé. Il est intéressant de constater que ces deux substances ne sont que partiellement hydrolysées dans le sérum humain (2 % environ seulement). L'aspirine, dans les mêmes conditions, est hydrolysée à raison de 10 %.

On peut tirer deux conclusions de ces expériences. Il ne semble pas que la théorie de Prickman se confirme chez le cobaye. Le groupe acétyl ne paraît pas présenter par lui-même une toxicité particulièrement accusée. Il faut considérer ce groupe dans le cadre de la molécule entière à laquelle il est attaché, si l'on veut estimer sa toxicité.

D'autre part, il nous semble que la toxicité des substances acétylées est en rapport étroit avec la vitesse d'hydrolyse. Plus l'hydrolyse est facile, moins la substance est toxique. On peut en tirer d'intéressantes suggestions sur le plan de la thérapeutique.

Institut de Thérapeutique de l'Université de Genève (Prof. Frommel)

*F. Flury* et *Fr. Zernik*, Zusammenstellung der toxischen und lethalen Dosen für die gebrauchten Gifte und Versuchstiere.
*R. Giudicelli* (1951), Etude sur le N-morpholylthiosalicylamide. A paraître.
*F. Halstrom* et *K. O. Moller* (1939), Dtsch. Ztf. für Gesamt. Gericht. Med. *31*, 4 (1939).
*E. Ross Hart* (1947), J. Pharmacol. *89*, 205 (1947).
*L. E. Prickman* et *H. F. Buchstein* (1937), J. Am. Med. Assoc. *108*, 445 (1937).
*St. W. Williams* et *R. M. Passting* (1937), Brit. Med. J. 3975, 550 (1937).

**5.** E. Hanhart (Zürich). – *Über eine neue Form von Osteopsathyrosis congenita mit einfach-rezessivem Erbgang und die Frage der Vererbung der sog. Osteogenesis imperfecta.*

Die *Knochenbrüchigkeit (Osteopsathyrosis)* als Erbmerkmal scheint von mindestens drei verschiedenen Genen abhängen zu können. Am bekanntesten, weil häufigsten, ist der Typ *Lobstein* mit den beiden weiteren, sich zur Trias fügenden Symptomen: Otosklerose und blaue Skleren und mehr oder minder *regelmäßiger Dominanz*. Diese Form fand ich in vier neuen Familien, zweimal in je drei, einmal in zwei Genera-

tionen und einmal bei zwei Halbgeschwistern, deren gemeinsame Großmutter mehrere Knochenbrüche ohne genügenden äußeren Anlaß hatte. Hier sei auf eine klinisch etwa gleich schwere, die Otosklerose und blauen Skleren aber nicht immer aufweisende, *einfach-rezessiv* vererbte *Osteopsathyrosis* aufmerksam gemacht, deren Träger stets näher *blutsverwandte* Eltern haben. 1. Sippe: zwei von drei Kindern von Vettern II. Grades aus dem Zürcher Grenzdorf Wa., die 2. und 3. je eine Sippe aus dem Oberwallis; die eine davon aus dem Lö.-Tal enthält acht Merkmalsträger aus fünf Einzelfamilien, die andere aus dem Vi.-Tal deren zwei aus zwei Familien mit zehn bzw. zwölf Kindern, deren Väter Brüder und deren Mütter Geschwisterkinder, während sie selbst im IV. kanon. Grade blutsverwandt sind. In diesen letzteren zwei Familien besteht offenbar nur geringe Penetranz des entsprechenden Gens. Dasselbe gilt wohl für einen isolierten Fall aus dem Av.-Tal in Bünden, der das 7. Kind von im II. bis III. Grad konsanguinen Eltern betrifft, für das *P. Steiner* (Thusis) zuerst eine «Mangelosteopathie bei latenter Stearrhoe» als ausreichende Ätiologie betrachtete. Auffällig bleibt, daß sowohl die beiden Probanden von Sippe 3 als derjenige aus dieser Sippe 4 am Ende einer größeren Zahl von Geschwistern stehen.

Viel schwieriger ist das Erbproblem der schon in utero manifesten Osteopsathyrosis, der sog. *Osteogenesis imperfecta (Vrolik)*. Ihr von *Stakemann Seedorff* angenommenes Alternieren mit obiger später manifester Osteopsathyrosis ist nicht erwiesen und ihr konkordantes Auftreten bei einem eineiigen Zwillingspaar *(Welz und Liebermann)* noch kein sicherer Anhaltspunkt für Erbbedingtheit. Gegen den hier allein in Betracht kommenden *einfach-rezessiven Erbgang* spricht die trotz der sehr großen Seltenheit in den Fällen der Literatur sowie fünf neuen eigenen Beobachtungen fehlende elterliche Konsanguinität, auch bei den anscheinend bisher einzigen beiden Geschwisterfällen von *Glanzmann*. Es müssen deshalb *alle Fälle von Osteogenesis imperfecta* gesammelt und unter genetischen Gesichtspunkten verarbeitet werden.

**6.** H. Rosenmund (Zürich). – *Über saure Phosphatasen.*

Nach einem einleitenden Überblick über die Funktion und das Vorkommen der sauren Phosphatasen werden die besonderen Verhältnisse der sauren Phosphatasewirksamkeit im Blutserum besprochen. Es wird darauf hingewiesen, daß die Aktivität der Prostataphosphatase im Serum von Prostatacarcinomfällen mit Metastasen bei Temperaturen über 20° in vitro rasch zurückgeht, sie kann schon nach 3 Stunden bei 30° nur noch 20 % der ursprünglichen Wirksamkeit betragen. Es läßt sich leicht zeigen, daß für diesen Aktivitätsrückgang der Prostataphosphatase die alkalische Reaktion des Serums verantwortlich ist, denn es gelingt durch Ansäuren des Serums, z. B. mit Natriumbisulfat (5,0 mg $NaHSO_4$/1 $cm^3$ Serum), dieses empfindliche Ferment vollständig zu stabilisieren. In derart stabilisiertem Serum ist die anfängliche Wirksamkeit der Prostataphosphatase selbst nach 24 Stunden bei 40° noch

unverändert. Auf die praktische Bedeutung einer solchen Stabilisierung für die Diagnosestellung beim Prostatacarcinom wird hingewiesen.

**7.** J. Kopp (Ebikon). – *Biologische Wirkungen tellurischer Ionisationszonen.*

Ärzte, wie Sydenham, Hufeland, Pettenkofer, haben darauf hingewiesen, daß der Boden und seine Einflüsse auf die Gesundheit des Menschen einen wesentlichen Einfluß ausüben. Es ist dies eine Anschauung, die bei alten Kulturvölkern, wie den Ägyptern und Chinesen, schon seit Jahrtausenden verwurzelt ist, sind sie doch bei der Errichtung ihrer Wohnstätten schädlichen Bodeneinflüssen ausgewichen. Neuste Berichte von seiten schweizerischer Universitätsprofessoren und Missionare aus China bezeugen, daß in diesem Lande beim Hausbau noch heute darauf geachtet wird, die gesundheitsschädlichen Einwirkungen unterirdischer Wasserläufe zu vermeiden.

Bis in die neuste Zeit ist in ärztlichen Kreisen die Behauptung, daß gewisse Bodeneinflüsse *biologische Wirkungen* erzeugen, mit Skepsis, ja mit Ablehnung aufgenommen worden, da man glaubte, diese seltsamen Erdkräfte, welche beim Menschen den Rutenausschlag auslösen, physikalisch nicht erfassen zu können. Dank den Forschungen von Geologen, Physikern und Ärzten sind indessen in letzter Zeit bedeutende Fortschritte bei der Lösung des Erdstrahlenproblems erzielt worden. Unter dem Namen «*Erdstrahlen*» fassen wir alle physikalisch erfaßbaren, zumeist auch biologisch wirksamen Bodenkräfte zusammen, ohne indessen etwas Endgültiges über die Strahlennatur dieser Erscheinungen aussagen zu wollen. Rutenaktive Bodenzonen werden *Reizstreifen* genannt.

Die deutschen Physiker Wendler, Wüst und Reiter, der italienische Forscher de Vita und der französische Ingenieur Cody haben durch zahlreiche Versuche festgestellt, daß über unterirdischen Wasserläufen, insbesondere über deren Kreuzungsstellen, eine starke Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit der Luft *(Ionisation)* stattfindet. Die Schweizer Forscher Schaad und Häfeli führen das Vorhandensein eines meßbaren elektrischen Feldes über unterirdischen Wasserströmungen auf die beim Durchfluß durch Lockergesteine entstehende Reibungselektrizität zurück (Diaphragma-Effekt). Die erhöhte Ionisation der Luft über rutenaktiven Reizstreifen unterirdischer Strömungen kann mit Elektrometern verschiedener Bauart einwandfrei gemessen werden, so mit Elektrometern mit radioaktiver oder Flammen-Sonde und auch mit einem Neonröhren-Ionisationszähler. Die im Auftrage des Gesundheitsamtes der Stadt Le Havre von Ing. Cody mit einem Elektrometer von Elster und Geitel (mit Ionisationskammer) genau über Stellen tödlicher Krebserkrankungen durchgeführten Messungen ergaben im Mittel eine zehnfache Erhöhung der Ionisation der Luft (einige tausend Messungen!). Diese Stellen fielen mit radioaktiven unterirdischen Wasserströmungen zusammen. Zugleich wurde eine scharf begrenzte Strahlung, wahrscheinlich eine Neutronenstrahlung, festgestellt. Reizstreifen unter-

irdischer Wasserläufe und geologischer Klüfte lassen sich mit dem Doppelkompaß oder dem magnetischen Lokalvariometer deutlich bestimmen.

Während Tromp, der Verfasser des grundlegenden Werkes «Psychical Physics», den Standpunkt vertritt, daß elektrische, elektromagnetische oder magnetische Felder die rutenaktiven Reizstreifen erzeugen, neigen einige deutsche Physiker zur Ansicht, daß es sich bei den geopathische Reize auslösenden «Erdstrahlen» um einen *pulsierenden, kippschwingungsähnlichen Erdstrom* (Gleichstrom) von der Frequenz 1–10 Hz mit magnetischer Nebenwirkung handelt, der einen luftelektrischen Vertikalstrom erzeugt. Es soll sich um quasioptische *Hertzsche Wellen* (Wellenlänge einige Millimeter oder Zentimeter) handeln, so daß der Name Strahlen physikalisch vertretbar wäre. Vieles deutet darauf hin, daß das Erdstrahlenproblem komplexer Natur ist, d. h. daß auf den Reizstreifen verschiedenartige physikalische Kräfte wirksam sind.

Tromp wies durch zahlreiche Versuche nach, daß der Mensch über den rutenaktiven Reizstreifen *biologische Effekte* erleidet, wie starke *Herabsetzung des elektrischen Hautwiderstandes* sowie *Veränderungen der Hautpotentiale* (festgestellt mit dem Saitengalvanometer von Einthoven). Elektrokardiographische Messungen über Reizstreifen zeigten einen dem normalen Herzaktionsstrom überlagerten *Induktionsstrom*. Über Zentralheizungsröhren, in denen oft niederfrequente, rutenaktive Wechselströme zirkulieren, welche ebenfalls biologische Effekte auslösen, ergeben kardiographische Messungen einen deutlichen «*Brumm*»-*Effekt*.

Wir sehen also, daß sich «erdstrahlenbedingte» Reizstreifen auf mannigfache Art physikalisch lokalisieren lassen.

Die Untersuchungen der englischen Forscher Franklin und Mayby im physikalischen Laboratorium von Bourton-on-the-Hill führten zur Hypothese, daß die biologischen Wirkungen der Reizstreifen auf *Hertzsche Wellen* zurückzuführen sind. In der Tat decken sich manche durch künstliche Hertzsche Wellen hervorgerufenen gesundheitlichen Störungen mit denen, welche über Reizstreifen auftreten, die hinwiederum viel Ähnlichkeit mit meteorotropen Gesundheitsaffektionen besitzen (Müdigkeit, Schlaflosigkeit, Nervosität, Rheumatismus usw.). Mit den geopathischen, ja stellenweise carcinogenen Reizstreifenwirkungen haben sich zahlreiche Forscher aus dem Ärztestande befaßt. In Italien hat Gori mit Kaninchen experimentell-biologische Tierversuche über unterirdischen Wasserläufen durchgeführt. Er stellte nach monatelanger Exposition ein Mindergewicht, mangelhafte körperliche Entwicklung und verlangsamte Bewegungsaktion fest. Die Autopsie ergab vergrößerte lymphatische Knoten und rachitische Symptome im Knochengerüst. Die außerordentlich gründlichen und langdauernden Versuche von Jenny in der Schweiz zeigten pathologische Befunde mannigfacher Art, welche ich wohl als bekannt voraussetzen darf. Kontrollversuche von Lautenschlager in München bestätigten weitgehend die Resultate Jennys. Eine Überprüfung der Jennyschen Versuche durch Miescher führte jedoch zu einem negativen Resultat. Dies erklärt sich dadurch, daß die Versuchsanordnung in wesentlicher Weise abgeändert worden ist, worauf

Jenny selbst sowie Wüst und Tromp hingewiesen haben. Tromp macht darauf aufmerksam, daß die Miescherschen Versuche auf Grund der Errichtung eines speziell ventilierten Faradaykäfigs a priori zu einer Neutralisierung der magnetischen oder bodenelektrischen Reizstreifenwirkung führen mußten.

Die pathologischen Befunde werden durch ein überaus reichhaltiges Beobachtungsmaterial aus landwirtschaftlichen Kreisen bestätigt. Ich verweise unter anderem auf die Sondernummer der schweizerischen landwirtschaftlichen Zeitschrift über «Wasseradern und krankes Vieh». Der Autor hatte bei seiner hydrologischen Tätigkeit Gelegenheit, zahlreiche Haus- und Stalluntersuchungen auf geopathische Reizstreifen durchzuführen. Dabei zeigte sich immer wieder, daß manche Stellen, an denen Erkrankungen auftraten, mit den Reizstreifen zusammenfielen. Beim Menschen machten sich die oben erwähnten gesundheitlichen Störungen bemerkbar; beim Rindvieh sind u. a. Sterilität und Verwerfen häufig, und bei Pferden tritt zuweilen Blutzersetzung oder Erblindung auf. Von ärztlichen und tierärztlichen Beobachtern ist ein umfangreiches und eindrucksvolles Tatsachenmaterial über Zusammenhänge zwischen Reizstreifen und pathologischen Erscheinungen zusammengetragen worden, das vermehrte Berücksichtigung verdient.

Wertvolle Resultate haben unter ärztlicher Leitung durchgeführte Forschungen über Zusammenhänge zwischen Reizstreifen (insbesondere über Kreuzungen unterirdischer Wasserläufe und geologischen Klüften) und *Krebstodesfällen* ergeben. Bereits vor 70 Jahren hat von Haviland auf Beziehungen zwischen Krebsverbreitung und Untergrundverhältnisse hingewiesen. Zur gleichen Ansicht gelangten Kolb, Bach, Blos und Birkelbach. Hager fand bei der Auswertung von 5300 Krebstodesfällen in Stettin, daß sozusagen alle Krebshäuser auf unterirdischen Wasserläufen lagen. Altersheime über Kreuzungsstellen derartiger Strömungen hatten sehr viele Krebsfälle, währenddem reizstreifenfreie fast keine hatten. Auch die krebsstatistischen Erhebungen des badischen Landesverbandes zur Bekämpfung des Krebses führten zur eindeutigen Feststellung auffallend gehäufter Krebsfälle in Gebieten von Grund- und Quellwasserströmungen. Auf Grund dieser Ergebnisse wird festgehalten, daß eine völlige Ablehnung der Theorie des Zusammenhanges zwischen Krebsvorkommen und unterirdischen Wasserläufen kaum mehr zu rechtfertigen sein dürfte. Auf auffallende Zusammenhänge zwischen Reizstreifen und Krebsvorkommen hat ferner v. Gonzenbach aufmerksam gemacht. Kürzliche Untersuchungen von Petschke führten zum Ergebnis, daß 213 Krebstodesfälle in 190 Häusern sich über Untergrundströmungen oder geologischen Klüften (Verwerfungen) ereigneten. Auf Grund der Untersuchungsresultate im Stadtteil von Le Havre mit 4½ übernormaler Krebssterblichkeit folgerte Loir auf einen unleugbaren Zusammenhang zwischen Krebshäufigkeit und unterirdischen Wasserströmungen. Neueste krebsstatistische Forschungen in England und Holland ergaben auffällige Zusammenhänge von Bodenbeschaffenheit und Krebshäufigkeit.

Sowohl Hager als auch Petschke führen die Begünstigung der Krebsentwicklung auf eine auf dem Reizstreifen auftretende *Reizwirkung* zurück, welche zu verschiedenartigen funktionellen und organischen Veränderungen führen kann. Mannlicher nimmt an, daß der Mensch über Reizstreifen von einer *geopathischen Diskrasie* betroffen wird. Ähnliche Theorien sind von französischen Ärzten in Berichten an die medizinische Akademie in Paris niedergelegt worden. Es scheint, daß die andauernde Reizwirkung zu Zellwucherungen führt. Es wäre indessen verfehlt, den geophysikalischen Reiz als einzige Krebsursache anzunehmen; es handelt sich nur um *eine* der möglichen Ursachen. Die Mehrzahl der Krebsfälle dürfte auf andere Einflüsse zurückzuführen sein.

Überaus gründliche und höchst aufschlußreiche Untersuchungen hat der deutsche Arzt Hartmann über die geopathische Reizstreifenwirkung ausgeführt. Dabei zeigte es sich, daß über diesen Zonen eine Häufung meteorotroper Krankheitserscheinungen auftritt. Hartmann fand je nach der von den Reizstreifen betroffenen Körperstelle Erkrankungen bestimmter Organe, worunter zahlreiche schwerer Art. Seine geradezu erschütternden Feststellungen über die Häufigkeit der erdstrahlenbedingten Krankheitsauslösung rufen nach stärkerer Berücksichtigung dieser Zusammenhänge seitens der Medizin. Die Bedeutung der Hartmannschen Forschungen wird durch erfolgreiche Versuche zur *Neutralisation der Reizstreifenwirkung* erhöht. An Hand jahrelanger Beobachtungen konnte er feststellen, daß ein als Schwingungskreis gebautes *Entstrahlungsgerät* auf Grund der Interferenzerzeugung die geopathischen Reize zumeist ausschaltet, so daß sich nach Aufstellung dieses Gerätes bei vielen Kranken eine auffallende Besserung zeigte. Die physikalische Wirksamkeit des benutzten Entstrahlungsgerätes konnte übrigens durch Messungen mit einem magnetischen Lokalvariometer nachgewiesen werden. Nachdem in unserem Lande so viele unwirksame «Abschirmgeräte» vertrieben werden, verdienen diese Erfahrungen besondere Aufmerksamkeit, zumal auch in der Schweiz günstige Resultate mit dem fraglichen Gerät vorliegen.

Im Hinblick auf die Bedeutung der durch Bodeneinflüsse erzeugten biologischen Affekte, auf die besonders v. Gonzenbach in seinen Vorträgen über «Erdstrahlen und Bauen» hingewiesen hat, verdienen wohl die Anstrengungen zu einer wissenschaftlichen Abklärung der Erdstrahlenfrage und ihrer medizinischen Aspekte durch weitere Forschungen nachhaltige Unterstützung. Auf Grund der hygienischen und krankheitsprophylaktischen Wichtigkeit der Neutralisation der geopathischen Reizstreifen ist eine fortgesetzte Forschungstätigkeit auch in unserem Lande anzustreben, handelt es sich doch hier um die Lösung eines für die Volksgesundheit bedeutsamen Problems. Angesichts der heute vorliegenden wissenschaftlichen Vorarbeiten dürften bei einem Teamwerk von Physiker, Geologe und Arzt in absehbarer Zeit wichtige Resultate zu erzielen sein. Eröffnen sich hier der medizinischen Biologie nicht reizvolle Perspektiven, die zum Wohle von Mensch und Tier erfaßt werden sollten?

**8.** J. STREBEL (Luzern). – *Praxis und Theorie der wirksamsten Heufieber- und Allergietherapie.*

Die Praxis resultiert aus der historischen *Drei-Phasen-Entwicklung der Allergieforschungen.* Die *erste* Phase verdanken wir der *Immunbiologie und Serologie,* die mit Richet (Anaphylaxie 1902) und Dunbar (1903) beginnt, sich mit Pirquet (1906), mit Wolff-Eisner, Prausnitz-Küster, Arthus fortsetzt und mit Doerr schließt. Wohl hat sie uns experimentell und klinisch über die Bildung von zellständigen und im Blut zirkulierenden Antikörpern, die nach Eindringen von Antigenen oder Allergenen wie Pollen usw. auftreten, auch über Sensibilisierung, Desensibilisierung, Schockphänomene usw. fast restlos geklärt. Aber *das* Specificum-Pharmacum zur polyvalenten Desensibilisierung hat sie uns nicht einmal vollkommen für das Heufieber beschert. Wohl ist z. B. in der Schweiz ein polyvalentes Gramineen-flores-Pollysat fabriziert und seit dreißig Jahren verwendet worden. Wird es aber nicht zur *richtigen* Zeit verwendet, d. h. zwei Monate vor der Blütezeit und einige Wochen während derselben, behufs Anreicherung der zirkulierenden Antikörper, welche die Allergene fließend binden müssen, so versagt auch dieses Specificum, mit dem man mitten im Winter experimentell Heufieberanfälle erzeugen kann (cf. Schweiz. med. W., 1943, 23 u. 25). – Die *zweite Periode* der Allergieforschung untersucht die Rolle der *Histaminkörper,* die bei der Allergen-Antikörper-Reaktion freiwerdend sensibilisieren. Histamin entsteht aus Histidin und ist typischer Antagonist des Adrenalins. Histamin und H.-Körper sind wie Cholin, Muscarin, Pilocarpin, Eserin vagusreizende Substanzen und als solche Antagonisten des sympathicusreizenden Adrenalins. Weil Histamin nur reaktionsmäßig temporär nach der Allergen-Antikörperreaktion ausgeschüttet wird, kann diese Vagusreizung kein pathologischer Koeffizient von primärer Dignität sein im Allergiegeschehen. Vielmehr muß die *Hypertonie des Parasympathicus* die Folge sein einer *primären Hypotonie des Sympathicus infolge Adrenalinmangels* oder Corticosteroiden. Logischerweise erschließt uns diese Überlegung die *dritte Hauptphase* der Allergieforschung: die Bedeutung des vagosympathischen Nervensystems. Beim Allergiker ist das vegetative Nervensystem hereditär oder erworben-*desequilibriert* im Sinne einer Hypotonie des Sympathicus und einer sekundären Hypertonie des Vagus, was sich auch durch die vaskuläre Hypotonie der Allergiker dartun läßt. Ex juvantibus, d. h. aus den ganz vorzüglichen Heilerfolgen mittels der *Substitutionstherapie durch Adrenalinderivate,* welche den Sympathicus tonisieren und mit ihm die Gefässe und Zellmembranen, muß man schließen, daß dem Allergiker die Rindenhormone der Nebenniere fehlen. Analog dem Diabetes als Insuffizienz der Inselhormone des Pancreas wäre die *Grundlage der Allergie eine meistens angeborne Schwäche oder Insuffizienz der Nebenniere,* die infolgedessen zu wenig Adrenalkörper ausschüttet. Die eklatanten Erfolge der Substitutionstherapie mit den Sympathicus zentral tonisierenden Weckaminen und peripher stärker spannenden Adrenalderivaten wie Ephetonin usw. bei gleichzeitiger Lähmung des Vagus mittels

Atropingaben (abends) rechtfertigt uns nach dreißigjähriger Beobachtung, *diese Theorie der Insuffizienz des Adrenalsystems als Grundlage der Allergie aufzustellen.*

Aus unserer historischen Betrachtung mit Gesamtschau ergibt sich eine *dreifache Kombinationstherapie:* die kausalspezifische durch Desensibilisation mittels Specificis, die Interimsbehandlung mit Antihistaminica und obige Substitutionstherapie.

**9.** J. Strebel (Luzern). – *Fortschritte in der Berechnung und Herstellung von Augenkontaktschalen: von der sphärischen Form zur parabolischen und lentikulären.*

Refraktionsfehler des Auges sind meist erbbedingte Korrelationsfehler; denn der Refraktionszustand ist nichts anderes als die Resultante der Korrelationen der Medien mit bestimmten Brechungsindices zu der Länge des Auges. Die Refraktionsformel ist die exakteste Korrelationsformel, die nicht nur über vererbte Morphologien Auskunft gibt, sondern auch über erworbene chemische Veränderungen, z. B. bei diabetischen Indexänderungen der Linsen usw. Korrigieren wir mit dem statischen System der Brillengläser solche Korrelationsfehler, so müssen wir nicht nur die korrelativen Differenzen berücksichtigen, sondern auch das Auge als optisch-dynamisches System mit der Lage des Augendrehpunktes in Rechnung stellen, was zu punktuell abbildenden Gläsern geführt hat. Korrigieren wir mit Kontaktschalen, die sich mit dem dynamisch-optischen System des Auges achsensymmetrisch bewegen, so müssen wir scheinbar nur die korrelativ-optischen Differenzen berücksichtigen, was die Zeißischen «Haftgläser» realisierten. Dies führt zur guten Korrektur, aber zur schlechten Toleranz, speziell wenn die Radien des korrigierenden «Haftglases» und die der Cornea identisch sind, so daß «Kontakt» mit Druckstellen resultieren. Toleranz ist hier unmöglich, nicht nur, weil der Elastizitätskoeffizient des Zeißischen Silikatglases viel zu different ist von dem der perikornealen Auflagefläche, sondern weil die Cornea mit ihren unzähligen spinnwebzarten Nervenreiserchen in direkter Berührung mit einem Fremdkörper steht. Die Toleranz steht und fällt mit der völligen Überbrückung der gesamten, überaus sensiblen Cornea, deren Atmung und stetige Durchflutung mit Tränenflüssigkeit garantiert und durch keinen Fremdkörper behindert sein darf. Die Lösung dieses Problems war infolge der Variationsfülle der korrelativen Korrektionsradien bei einem einheitlichen Auflageradius der *haptischen* Fläche, wie es vor uns alle Bearbeiter dieser Probleme, auch Zeiß, realisierten, völlig ausgeschlossen. Erstmalig differenzierten wir deshalb die Auflagefläche in zwei und mehr Kalotten mit verschiedenen Radien, z. B. die äußere Hälfte mit Radius 16 mm, die innere mit 12 mm, wodurch schnittmäßig ein sphärisches Dreieck resultierte oder eine *Vorschubkammer* mit dynamischer Flüssigkeitslinse, so daß bei richtiger Berechnung jede Berührung mit der Cornea ausgeschlossen und deren freie Atmung garantiert ist. Die Tiefe der Vorschubkammer ist klinisch nach Einträufelung von Fluoreszinlösung unter Vorschaltung eines Kobaltfilters sichtbar

und an der Spaltlampe ausmeßbar. Auch kann die Größe des Vorschubes integral berechnet werden. Jahrelange praktische Verpassungen haben mir für den Differentialquotienten der Haptik normative Mittelwerte ergeben, von denen hier der häufigste Streuungswert auch dieser binomischen Kurve angeführt sei: 16:13 mm, abgekürzt 6:3, so daß z. B. die optisch-haptische Formel für eine Myopie von 5 dptr mit vorderem Cornealradius von 7,5 mm (=45 dptr) lauten muß: 85/6:3/22, d. h. mit dem vorderen Cornealradius von 8,5 mm, der der korrigierenden Brechkraft von 45—5=40 dptr entspricht, wird die Myopie von 5 dptr korrigiert, wobei bei einem Durchmesser von 22 mm die Cornea mit dem Differentialquotienten von 16:13 mm überbrückt wird. Damit haben wir erstmalig die Möglichkeit jeder Überbrückung der sensiblen Hornhaut theoretisch und praktisch mit dem Resultat realisiert, daß die Toleranz von 10 % auf ca. 50 % stieg. Eine weitere Toleranzerhöhung erfolgte, indem an Stelle des sphärischen Kegelschnittes der deformiert-parabolische verwendet wurde: $y = a.x^2$, wobei der Koeffizient $a$ kleiner als 1 berechnet wird und $x = \mathrm{tg}\beta.y$ wird, d. h. die Größe des Tangentenwinkels wird zum Maß des Öffnungswinkels unserer parabolischen Kurve. Weil die parabolische Kurve überall in der Natur vorkommt und die biologische Kurve darstellt, wird die Toleranz wiederum um ca. 20 % erhöht. Zu ergänzen ist noch, daß sich diese Parabelkurve um eine pars optica aufbaut, deren Innenradius den Mittelwert von 7,75 mm hat. Die Optik wird durch Berechnung des Differentialquotienten auf dieser Basis gebildet. Weil sphärische und parabolische Kurve innseits fließend ineinandergehen, werden die eventuellen Druckstellen der sphärischen Schalen der Zwischenzonen ausgeschaltet, wodurch neben der bessern biologischen Adaptation eine höhere Toleranz resultiert. Da sie immer noch nicht 100 % ist, liegt es nahe, den Versuch zu machen, die Haptik überhaupt wegzulassen, wodurch die Lentikulärform resultiert. Vorweisung von sphärischen KS mit haptischen Differenzenquotienten, von parabolischen und lentikulären und eines KS-Trägers, der infolge Hornhautkegel mit keiner Brille, nur mit KS korrigiert und berufstüchtig gemacht werden konnte.

**10.** Udo Pfändler (La Chaux-de-Fonds). – *La transmission combinée dans une même souche, de trois maladies héréditaires différentes (ostéochondrose déformante juvénile de la hanche, hypoplasie du fémur, dystrophie musculaire progressive).*

Il s'agit d'une souche originaire de l'Emmental, et caractérisée par la transmission combinée d'ostéochondrose déformante juvénile de la hanche chez un père et son fils, d'hypoplasie du fémur chez deux ou peut-être trois éléments issus de générations différentes, et de dystrophie musculaire progressive (type *Leyden-Moebius)* chez deux frères et une sœur. Le fils atteint d'ostéochondrose déformante, manifeste simultanément une dystrophie musculaire progressive.

On est en présence d'une forme particulière d'hérédité irrégulièrement dominante pour l'ostéochondrose déformante et pour l'hypoplasie

du fémur. La transmission est récessive simple pour la dystrophie musculaire progressive. Ces maladies représentent trois entités nosologiques auxquelles correspondent trois entités génétiques différentes.

Les expériences pratiquées dans le monde animal, en particulier sur différentes races de drosophiles, ont prouvé qu'il existe des régions chromosomiques qui rendent plus facilement mutables les gènes qu'elles renferment. Les fameuses expériences de *Timoféeff-Ressovsky* ont en outre démontré que certains gènes mutés pouvaient subir des transformations réverses (remutations). Des phénomènes analogues pourraient aussi se produire dans l'espèce humaine.

L'atteinte du système osseux qui caractérise les trois hérédopathies, et le mode d'hérédité particulier de l'ostéochondrose déformante et de l'hypoplasie du fémur, permettent d'émettre ici une hypothèse: celle d'une localisation éventuelle des facteurs héréditaires respectifs, dans une région chromosomique particulièrement mutable.

Dans l'une des fratries, l'on signale la présence d'un cas de nanisme primordial, et dans une autre famille le décès en bas-âge de trois enfants idiots dont les parents sont cousins germains.

**11.** A. Jung und A. Böni (Zürich). – *Ist die primär chronische Polyarthritis eine Anpassungskrankheit im Sinne von Selye?*

Selye hat bekanntlich das allgemeine Anpassungssyndrom beschrieben, in dessen Zentrum das Hypophysen-Nebennierensystem steht. Wenn ein Streß, eine intensive Beeinflussung, auf den Organismus wirkt, dann beginnt dieses Anpassungssyndrom zu laufen in drei Phasen: der Alarmreaktion, dem Resistenzstadium und der Erschöpfungsphase. Bei einer Reihe von Einwirkungen ergab sich tatsächlich immer wieder dasselbe Grundbild, traten die gleichen Grundreaktionen auf.

In der Wirklichkeit weist das Syndrom schon im Tierexperiment sehr mannigfaltige Bilder auf. Selye führt das zurück auf die konditionierenden Faktoren, die interferieren und die Reaktionsweise beeinflussen. Neben dem allgemeinen Anpassungssyndrom als einer normalen Reaktionsweise des Organismus, gibt es nach Selye noch Anpassungskrankheiten. Er definiert diese als Störungen des Anpassungsprozesses selbst, als «maladaptation».

Nun rechnet Selye die rheumatischen Krankheiten zu den Anpassungskrankheiten. In einem allgemeinen Sinn haben dies v. Neergaard und Böni schon länger gelehrt. Sie stimmen insofern mit Selye überein, daß neben Kälte vor allem Infektionen, Intoxikationen, Allergien, Emotionen und Traumen eine Rolle spielen. Bekannt ist auch, daß Roßkuren, die man als kräftigen Streß bezeichnen kann, rheumatische Arthritiden heilen können.

Unsere zahlreichen Untersuchungen an Patienten mit primär chronischer Polyarthritis, die wir in den letzten Jahren erst zu einem Teil in der «Schweiz. medizinischen Wochenschrift» publizierten, zeigen vor allem eine große Labilität verschiedenster Systeme. Maßgebend scheinen uns zu sein: Blutsenkungsreaktion, Blutbild, Reaktionsweise des Blut-

bildes im vierstündigen Nüchternversuch, Bluteiweiß und dessen Fraktionen, Serumeisen und Serumkupfer, Agglutination auf hämolytische Streptokokken, Antistreptolysintiter, Blutzuckerbelastungskurve, Ausscheidung von Kochsalz, Kreatinin und Kreatin, 17-Ketosteroidausscheidung. Diese Faktoren bewegen sich teils gleichzeitig in Plus- und Minusvariationen von der Norm weg, teils reagieren nur einzelne gleichsinnig, andere gegensinnig oder gar nicht. Die 17-Ketosteroide, die Selye anruft als Zeugen für eine Einteilung dieser Kranken ins Resistenzstadium, sind nicht immer vermindert, sie können normal oder sogar erhöht sein. Nach neueren Untersuchungen ist es auch fraglich geworden, ob das Verhältnis von Gluko- zu Mineralocorticoiden so eindeutig von ausschlaggebender Wichtigkeit sei, wie dies von Selye vermutet wurde auf Grund der experimentellen Versuche mit Überdosierungen dieser Hormone.

So wertvoll die Hypothesen von Selye sind für die Forschung und für die Erklärung der unspezifischen Reaktionen, so müssen wir doch für die Klinik der primär chronischen Polyarthritis sagen, daß die konditionierenden, individuellen Faktoren eine so große Rolle spielen, daß wir ein so vereinfachendes Schema und eine so einfache Stadieneinteilung ablehnen müssen. Es liegen Anpassungsstörungen der interstitiellen und parenchymatösen Gewebsanteile vor, die aber nicht nur von hormonalen, sondern auch von vegetativ-nervösen und beide auch von psychischen Faktoren beeinflußt werden. Für die Therapie gibt uns die Selyesche Streßtheorie wertvolle Hinweise, aber auch da hat die bloße Nebennierenrindentherapie mit Cortison und ACTH nicht das gebracht, was man davon erwartete. Die Vorgänge sind komplizierter und lassen sich nicht zu sehr vereinfachen.

**12.** W. Knoll (Alpnachstad). – *a) Megaloblasten in Kulturen menschlicher Embryonen; b) Beitrag zur Cooleyanämie.* Erschien in der «Schweiz. med. Wschr.» **80**, 1113 (1950).

**13.** M. Tramer (Bern). – *Über Humanbiologie.* – Kein Manuskript erhalten.

Es haben noch gesprochen: T. Wegmann, Zürich; W. Hug, Sankt Gallen.

*Hauptvorträge: Biologie und Pathologie des Knochens*

**1.** Prof. M.-J. Dallemagne (Liège). – *Biochimie de l'ossification*.*

**2.** Prof. E. Uehlinger (St. Gallen). – *Osteoporose*.*

**3.** Prof. E. Rutishauser (Genève). – *Quelques aspects des nécroses osseuses*.*

**4.** M. Wernly (Bern). – *Einige Fragen aus dem Gebiet der Osteomalazie*.*

* Erscheinen in extenso in der «Schweiz. med. Wschr.».

## 13. Sektion für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften

**Sonntag, den 30. September 1951**

*Präsident:* Prof. Dr. W. H. Schopfer (Bern)
*Sekretär:* Prof. Dr. H. Fischer (Zürich)

**1.** Henry E. Sigerist (Pura). – *Die Welt des Hippokrates.*

Griechenland ist ein kleines und nicht reiches Land, in welchem nur ein Viertel der Bodenfläche anbaufähig ist; aber die Lage am Meer lockte früh zur Kolonisierung der ägäischen Inseln, der kleinasiatischen Küste, Siziliens und Süditaliens, wo sich Wissenschaft und Medizin zuerst entwickelten. Die geographische Struktur des Landes im Gegensatz zu derjenigen Ägyptens hat die individualistische Entwicklung der einzelnen Stämme und Gruppen gefördert. In der temperierten Zone gelegen, ist das Land gesund. Im Jahre 1938 waren die Haupttodesursachen Pneumonie, Tuberkulose, Darmkrankheiten des Kindesalters, Malaria, Dysenterie, Typhus und Paratyphus. Die gleichen Krankheiten haben auch im Altertum vorgeherrscht. Chronische Malaria erklärt die Bedeutung, die der Milz als Kardinalorgan zugeschrieben wurde.

Die hippokratischen Ärzte waren ihrer sozialen Stellung nach Handwerker wie auch die Künstler. Sie genossen mehr Achtung als andere Handwerker, da die Gesundheit als höchstes Gut galt. Eine Approbation gab es nicht, und die meisten Ärzte praktizierten auf der Wanderschaft, Verhältnisse, die u. a. die hohe Entwicklung der Prognostik erklären. Einzelne Gemeinden hatten festangestellte Amtsärzte. Von Hippokrates wissen wir nicht viel mehr, als daß er ein angesehener Arzt und Lehrer war, in Kos geboren, klein von Statur, daß er viel reiste und wahrscheinlich in Larissa starb. Im Lauf der Zeit wurde die meiste aus dem 5. und 4. Jahrhundert erhaltene medizinische Literatur ihm zugeschrieben.

Wir verdanken der Hippokratischen Medizin u. a. folgende Erkenntnisse: 1. Krankheit ist ein biologischer Prozeß, hervorgerufen durch Einflüsse der Außenwelt, falsche Lebensweise und den jeweiligen Zustand des Organismus; 2. Krankheit ist ein gestörtes Gleichgewicht, dessen Träger die Kräfte oder Säfte des Körpers sind; 3. Der Organismus besitzt eine natürliche Heilkraft, die bestrebt ist, das Gleichgewicht

wieder herzustellen, was das ärztliche Handeln weitgehend bestimmt; 4. Grundlage des ärztlichen Handelns ist Beobachtung und korrektes Denken.

Hippokrates wurde zur Idealgestalt des Arztes, die während zweier Jahrtausende die Heilkunde befruchtete und gute Ärzte erzeugte.

**2.** Charles Lichtenthaeler (Leysin). – *Les dates de la Renaissance médicale. (Fin de la tradition hippocratique et galénique.)*

On lit souvent, et dans les meilleurs ouvrages, des phrases telles que celles-ci: «Vésale, le fondateur de l'anatomie moderne»; «Harvey (ou Haller), le fondateur de la physiologie moderne», etc. Or, Vésale est un Renaissant! Dire d'un Renaissant qu'il a jeté les bases d'une science moderne, c'est n'avoir pas songé à distinguer les Renaissants des modernes. Et pourtant, il y a entre eux au moins deux différences fondamentales.

1. Les Renaissants n'ont pas tous expérimenté; et ceux-là mêmes qui se sont inspirés de la méthode expérimentale n'ont pas oublié pour autant la méthode hippocratique de raisonnement scientifique. Les modernes, au contraire, n'admettent qu'une seule méthode, le raisonnement expérimental: «La médecine expérimentale ou scientifique...», écrit Claude Bernard.

2. Les Renaissants connaissent à fond le passé médical. Ce n'est pas pour s'en séparer qu'ils font des recherches, mais pour le rectifier et le compléter. Vésale donne le premier exemple digne de ce nom, en **1543**, avec sa «*Fabrica*». Les modernes, eux, ignorent ce passé. Davantage: ils ne savent même pas qui les a incités à le négliger.

Mais quand commence la période moderne, authentiquement moderne, de la médecine ? Un examen des principaux traités de ces derniers siècles montre que c'est en **1816** seulement que se produit la révolution expérimentale, lorsque Magendie publie son «*Précis élémentaire*». La physiologie et la pathologie changent alors de racines: elles substituent au passé hippocratique et galénique la physique, la chimie et la biologie modernes et expérimentales. De *novo-antiqua*, la médecine devient ce qu'elle est encore aujourd'hui, *semper nova*; le passé, c'est ce qui est «dépassé».

Sans doute, il y a toujours quelque arbitraire à délimiter exactement les périodes historiques. Mais qui cherche à préciser un cadre chronologique doit remettre en question son contenu. Or, il arrive que cet effort soit nécessaire. Dans le cas particulier, il nous a aidé à reconnaître que les Renaissants ne sont pas des modernes, ou, si l'on veut, que les modernes sont «modernes» autrement que les Renaissants.

**3.** Hansjürg Joller (Eschlikon). – *Zur Geschichte der antiken Tierheilkunde.*

Über antike Tierheilkunde ist außerordentlich wenig Quellenmaterial vorhanden. Ein Hauptgrund mag darin liegen, daß die wissenschaft-

liche Tierheilkunde relativ jüngeren Datums ist und zur damaligen Zeit die Behandlung kranker Tiere vor allem in den Händen der Hippiater lag, die sich auch mit Hippiatrik befaßten. Die wichtigste, der Quelle nach bekannte Arbeit stammt von Simon von Athen (um 430 v. Chr.). Sie ist eigentlich eine Anleitung für den Kauf eines Pferdes und gibt neben einer eingehenden Exterieurbeschreibung auch Angaben zur Altersbestimmung an Hand der Gebißveränderungen dieses Haustieres. Weitere Angaben über Veterinärmedizin stammen vom Hippiater Xenophon (445–354). Er erwähnt in seinen Arbeiten verschiedene Tierseuchen, gibt eine eingehende Beschreibung der Hufrehe und propagiert die hygienische Haltung der Haustiere.

Eine Übersicht über das veterinärmedizinische Wissen seiner Zeit gibt Aristoteles in der «Historia animalium» (8. Kap.). Seine Quellen sind jedoch unbekannt.

**4.** Hubert Erhard (Adelholzen). – *Die Vorstellung des Hippokrates von Vererbung, Geschlechtsbestimmung, Zwillingsgeburt und Unfruchtbarkeit.*

Nach Hippokrates werden mit den körperlichen Eigenschaften untrennbar verbunden seelische Eigenschaften vererbt. Deshalb könnten manche körperliche Krankheiten psychisch, manche psychische körperlich geheilt werden. Es gebe vererbte angeborene sowie erworbene Krankheiten; auch erworbene Eigenschaften könnten vererbt werden. Sowohl der Vater wie die Mutter seien geschlechtsbestimmend. «Feuchtere» Konstitution sei weiblich geschlechtsbestimmend, «trockenere» männlich bestimmend. An einer Zwillingsgeburt sei meist die Beschaffenheit der Gebärmutter schuld. Die häufige Unfruchtbarkeit der Skythen komme von der durch einförmiges Klima und gleichmäßige Kost bedingten Schlaffheit der Männer sowie durch den infolge Arbeitsscheu verursachten Fettreichtum der Frauen. Eunuchen würden die Skythen, wenn man sie an den Venen hinter dem Ohr zu Ader lasse, die Hippokrates als Samengänge betrachtete. – Hatte die griechische Schicksalstragödie die Krankheiten als Fügung der Götter betrachtet, die, da sie religiös entstanden seien, nur religiös geheilt werden könnten, so hat Hippokrates, vor allem gestützt auf die Erfahrungen bei der Pest in Athen 430–429, wobei Bittprozessionen vergeblich, ja unheilvoll sich erwiesen, da hierdurch die Ansteckungen sogar zunahmen, als erster erklärt, jedes Leiden habe «seine eigene Natur, und nichts entstehe ohne Natur»; die Natur zu erforschen und somit zu heilen, sei aber nur der *Arzt* berufen.

**5.** Hanno Caprez. – *Das Xenodochium als Stätte medizinischen Unterrichts und seine Entstehung.*

Das Fremdenhaus (Xenodochium) soll in seiner besonderen Form als Spital betrachtet werden. Dieser Typus hat seine vollendete Gestalt in dem um 555 von Cassiodor errichteten Kloster Vivarium gefunden:

ein Xenodochium für wandernde Kranke, das zugleich Lehrstätte der Medizin ist, in Verbindung mit Heilbädern und einer medizinischen Bibliothek. Welche sind seine Vorstufen?

1. Die kirchliche Organisation der Xenodochien, wie sie auf dem Konzil von Nicäa beschlossen worden ist(?), dürfte nur zur Errichtung von Gebäulichkeiten geführt haben. Um die Mitte des 4. Jahrhunderts ist eine Realisierung von Krankenhäusern nur im Pontus und in seinem Hinterland Kappadokien feststellbar. Im Jahre 365 wird Armenien nach dem «griechischen» Vorbild in Kappadokien mit einem Netz von Krankenhäusern ausgestattet, um das Wandern der Kranken entbehrlich zu machen.

2. Das in Ägypten nach 300 entstehende Mönchtum war bestrebt, die Krankenpflege den kirchlichen Organen zuzuweisen, doch sah es sich bald veranlaßt, selbst auszuhelfen. Vor allem aber war es das ihm zeitlich vorangehende Asketentum, das sich im Osten wie im Westen dieser Aufgabe annahm. In diesen Asketenorganisationen haben Ärzte eine führende Rolle gespielt.

3. Eine besonders festgefügte Organisation der Krankenpflege läßt sich in Syrien feststellen, wo Krankenhäuser von Asketenverbänden betreut werden, die unter der Leitung von Diakonen und Diakonissen stehen (Beispiel: Edessa).

4. Zur Zeit Cassiodors ist eine auffallende Zunahme der Tätigkeit der westlichen Syrer und Kappadokier feststellbar, die an den verschiedensten Orten des Westens Kloster- und Diakoniespitäler errichten. Cassiodor hat sich die Hochschule von Nisibis im östlichen Syrien zum Vorbild seiner Gründung genommen. Das dortige Xenodochium war die Stätte medizinischen Unterrichts. So sind die syrischen Spitalschulen nicht nur für den späteren Islam, sondern auch für den Westen vorbildlich geworden.

**6.** A. Faller (Freiburg). – *Anatomie und Chirurgie im Spiegel der Initialen von Vesals «Fabrica»*, 1555.

Die großen und kleinen Initialen der 2. Auflage der «Fabrica», die 1555 bei Hans Herbst in Basel erschien, geben einen interessanten Einblick in die praktische Arbeit der damaligen Anatomen und Chirurgen.

Die bildlichen Darstellungen der 5 großen Anfangsbuchstaben beziehen sich alle auf das Gebiet der Anatomie. V zeigt die Schindung des Marsyas. Abgezogene Menschenhaut galt damals geradezu als Symbol der Anatomie. O stellt die Vesalsche Kochmazeration dar. Die Drachen und Blumen der Umrandung sind alchimistische Symbole. Wie in der Alchimie die Blume sublimiert wird, so soll aus der schmutzigen Mazeration ein sauberes Skelett hervorgehen. Im Medaillon des Buchstabens Q sehen wir die traditionelle Vivisektion am Schwein, wie sie seit Galen üblich war, während die Initiale T darauf hinweist, daß der Hund wohl das häufigste Objekt für die Zergliederung darstellte. Begräbnis und Auferstehung, in Anlehnung an die Berichte des Neuen

Testamentes geschnitten, bilden den Figurenschmuck des Buchstabens I.

Von den 17 kleinen Initialen, die für die 2. Auflage neu geschnitten wurden, haben 11 Szenen aus dem Gebiet der Anatomie zum Vorwurf, 6 beziehen sich auf Chirurgie und verwandte Zweige der Medizin.

Mit vergleichender Anatomie beschäftigen sich 5 Buchstaben, 3 davon betreffen den Hund: Töten des Hundes (T), Entbluten des Hundes (S), Sektion einer trächtigen Hündin (Q). M zeigt das Aufblasen eines Tiermagens, R die Sektion der Orbita der Kuh. L, N und O weisen auf die Schwierigkeiten der Leichenbeschaffung, wobei bei O wiederum deutlich die Anspielung auf die biblische Erzählung von der Enthauptung Johannes des Täufers zu erkennen ist. Die für die damalige Anatomie so wichtige Skelettierung wird in C und P behandelt. C stellt die alte traditionelle Wassermazeration dar, wie sie schon die Anatomie des Magisters Nicolaus und die des Richardus beschreibt. P zeigt die Skelettmontage nach den Angaben Vesals, D die Eröffnung der Schädelhöhle mit der Säge, was gegenüber der Technik Galens mit Hammer und Meißel eine beachtliche Erleichterung der ganzen Arbeit war.

Bei A wird ein Putto katheterisiert. E demonstriert einen Extensionsapparat mit einfachem Zug, F einen solchen mit Zug und Gegenzug. Bei H wird ein Augenpflaster aufgelegt. Bei I handelt es sich um eine Geburt oder eine Nachgeburt, bei V um eine Venaesectio.

Besondere Bedeutung kommt dem L des 51. Kapitels des 2. Buches «De Recti Intestini Musculis» zu. Es ist die einzige Darstellung aus dem Gebiet der Physiologie und ist nur in diesem Kapitel zur Verwendung gekommen. Der dreifache Rand soll wohl bewirken, daß der Leser diesen etwas derben Witz ja nicht übersehe.

Die Feinheit der Ausführung bei den großen Initialen läßt an Stephan van Calcar denken. Die kleineren Anfangsbuchstaben sind viel weniger elegant und dürften wohl von einer andern Hand stammen.

**7.** J. Strebel (Luzern). – *Neue Beiträge zur Ikonographie von Paracelsus.*

Folgende ikonographische Arbeiten sind von mir in den drei letzten Bänden der «Nova Acta Paracelsica» erschienen: «Ist Augustin Hirschvogel der Monogrammist der authentischen Bildnisse von P. ?» (1946); «Über Entstehung und Bildkomponenten des sog. Rosenkreuzerporträts Hohenheims» (1947); «Glossen zu einem neugefundenen Porträt Hohenheims und zu den Hollar-Stichen; Auf der Fährte nach dem Schobinger-Bildnis Paracelsi, mit Ergänzungen» (1948). K. Aberle unterschied 1887 acht Typen von P.-Bildnissen, von denen wir mit dem letzten Ikonographen, G.F. Hartlaub, drei streichen können. Es bleiben: der Hollar-Stich, das sog. Rubens-Bild mit Dinant im Hintergrund, das Tintoretto-(Robusti-)Porträt, der auth. Hirschvogel-Profilstich, 1538 (Albertina) und das Kupferstichbildnis von 1540.

Wir alle kennen aus der Basler Kunstsammlung die farbige Kreidezeichnung: Bildnis eines Unbekannten, wie sie noch 1919 in der Hol-

bein-Monographie von Paul Ganz bezeichnet wird. Prof. H.A. Schmid bezeichnet sie noch 1930 als Mann mit dem Schlapphut und datiert sie falsch 1529, als Paracelsus nicht mehr in Basel war. Richtig datiert und benennt sie das Inselbändchen 95 als Theophrast von Hohenheim, 1526. Mehr als zweihundert Jahre kannte man in Basel den Namensträger dieses klaren, einfachen Kopfes nicht mehr, bis 1922 Sudhoff und Ganz die Identität mit dem Hollarstich nachwiesen, auf die schon Aberle 1888 aufmerksam gemacht hatte. Ohne Kenntnis dieser Arbeiten kam ich vor 15 Jahren zum nämlichen Schluß, als ich die Hand- und Denkbibel Paracelsi, 1684, erwarb mit dem Hollar-Stich, 1627, nach der Holbein-Zeichnung, 1526, der Amerbach-Sammlung, die 1661 von Basel erworben wurde, nachdem ein Teil der Amerbach-Fäsch-Sammlung als spätere Dessauer Sammlung nach Deutschland verkauft wurde, wie ich erstmalig in Heft 6, Serie II, der «Schweizer Bibliophilen» nachgewiesen habe (1936). Unter dem Hollar-Stich, dessen Identität mit der Holbein-Zeichnung von niemand bestritten werden kann, steht ausdrücklich geschrieben: A. Ph. Theophrastus Paracelsus. Blondhaare, dinarische Nase, kleine Augen, herabgezogene Mundwinkel, Fältelhemd mit Krause stimmen überein mit Ausnahme der Pelzschaube, die Paracelsus aber laut Inventar Salzburg 1525 mit Vorliebe trug, was Hollar kaum wissen konnte. Hollar hatte aber eine Vorliebe für Muffe und Pelze, in deren Feinstichelung er auch seine Frau anlernte. Wenzel Hollar aus Prag, Schüler des Mathes Merian in Frankfurt, trat 1636 als Illustrator der Wanderfahrten und Hof-«Photograph» in die Dienste des Grafen von Arundel, Sir Thomas Howard, der Gesandter in Wien war, auf der Fahrt nach England auch Basel berührte, wo ihm sein Kupferstecher u. a. Paracelsus kopierte. Damals mußte in Basel noch eine sichere Tradition sein von den Amerbach-Sammlern her, daß der junge Mann mit dem Barett niemand anders als Paracelsus war, der sich am 5. Dezember 1526 das Straßburger Bürgerrecht gekauft hatte und von Straßburg aus mit den Basler Humanisten verkehrte, wo Holbein heimisch war und Amerbach sammelte, dessen Sohn Schüler von P. wurde. Zweitmalig war Holbein in Basel 1519–1526, drittmalig 1528–1531. Prof. Ganz wagt keine Datierung. Sie kann nur auf 1526 lauten, da P. Ende Februar 1528 Basel verlassen mußte und Holbein erst später anlangte. Unabhängig von Sudhoff-Ganz muß man die Beweise finden, wenn man den Originalstich von Hollar, 1627, in Händen hat. Der Heidelberger Kunsthistoriker Prof. Hartlaub betonte in Nr. 10 der «Kunst-Rundschau» 1941, daß diese wunderbar reine Holbein-Zeichnung an Qualität das beste der erhaltenen P.-Bildnisse sei, womit er nicht sage, daß es auch das am meisten charakteristische darstelle. Dazu war Holbeins Art zu kühl. Auch Hartlaub erklärt: Hollar hat das Blatt der Amerbach-Sammlung kopiert und einen Kupferstich im Gegensinn mit etlichen Varianten im Zeitgeschmack hergestellt (Pelzschaube).

Als zweiten Typus zeige ich Ihnen hier die Originalfederzeichnung des Titelblattes des IV. Bandes der Zollikofer-P.-Edition, die den Hohenheimer nach dem Rosenkreuzerporträt des dritten kölnischen Byrck-

mann-Bandes in adeptischer Symbolbegleitung darstellt, nach Franz'Hoogenbergh, 1567. Diese Federzeichnung ist feingestrichelt auf Nürnberger Papier mit dem Wasserzeichen der hohen Krone, das oft Dürersche Probedrucke aufweisen. Sein Urbild ist die Hirschvogel-Radierung anni 1540. Die Mauergliederung mit den Moosfetzen ist gleich der des Titelblattes der Erstausgabe des «Labyrinthus MDLIII». Übernommen ist aber dieses Titelblatt von einem Holzschnitt des Jahres 1552, wie oberhalb des Kopfes steht. Wenn man die schlecht gezeichneten, wie ausgerenkten Arme mit den krassen Extremitätenverzeichnungen Hirschvogels vergleicht in der Bilderserie seines Biographen Schmidt, so könnten gewiegteste Kunstkenner darauf kommen, zu behaupten, daß wir es hier mit einer Originalzeichnung von Hirschvogel selbst zu tun hätten. Dafür würde nicht nur die für Hirschvogel, der eigentlich Geometer war, typische Verzeichnung der Extremitäten-«Flossen» sprechen, sondern auch das Versteckspiel der Hände, die Hirschvogel immer zu klein verzeichnet hat. Auch das Nürnberger Wasserzeichen spräche dafür, da A.H. aus Nürnberg stammte, von wo er sich nach Klagenfurt und Wien begab, wo er offenbar P. getroffen hat. Als Geometer gab der Monogrammist A.H. vielen seiner Zeichnungen das Dreieck. Stutzig macht hingegen die Symbolgestaltung im linken oberen Quadranten mit der aufgehenden Sonne, Kennzeichen der Rosenkreuzer, die durch Dr. med. Byrckmann in Köln schon anfangs der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts mit den Wiener RK in Verbindung gestanden haben müssen, weshalb sie als erste das verschollene Manuskript der den Kärntner Ständen gewidmeten Trilogie erhielten. Auch die heutigen amerikanischen Rosenkreuzer anerkennen P. als einen der Ihrigen, wenn Francis Kordas im Märzheft des «Rosicrucian Digest» 1950 schreibt: «Few people know that Paracelsus was not only one of the greatest mystics of the middle ages, but also an initiated Rosicrucian», obwohl er nie in ihre Fraternität eingetreten sei, wie Pastor Valentin Andreae vor dem Dreißigjährigen Krieg schrieb. Aus diesen Gründen muß ich es offen lassen, ob die vorliegende Zeichnung dem 16. oder Beginn des 17. Jahrhunderts angehört, ob sie von Hirschvogel selbst stammt oder von einem Kölner Rosenkreuzer um den Kreis Byrckmann-Hoogenbergh. Zweifellos aber stellt sie den reinen Hirschvogel-Typ dar.

Im Gegensatz dazu muß das neuestens in New York entdeckte Paracelsus-Porträt wahrscheinlich dem 17. Jahrhundert zugewiesen werden und der italienischen Schule als reiner Typus von Tintoretto-Robusti. Auch die Beschriftung Theofrastus mit F weist nach Italien. Es ist das seelenvollste Porträt des Hohenheimers, das mir je zu Gesicht gekommen ist. Auch die Behandlung der Hände weist auf einen Könner hin. Bekanntlich sind nur wenige Bildnisse von Hohenheim bebartet: das St.-Galler und das verschollene von Tintoretto, das jedoch Chauvéau kopiert hat und Titelbild der lateinischen Genfer De-Tournes-Edition 1658 bildet. Meinen Chauvéau-Originalstich habe ich der Biblioteca Ambrosiana, Mailand, verschenkt. Er ist in unserem III. Bande reproduziert. Dieses neugefundene Porträt stellt Paracelsus barbatus dar und

widerlegt wie P. selbst das Märchen von seinem Eunuchentum: «Mein Bart hat mehr erfahren», schrieb er, «als eure hohen Schulen alle, die noch niedrig genug werden.» Gerade wegen des Bartes taucht die Frage auf: Könnte es sich hier um das verschollene St.-Galler Bildnis oder das des Tintoretto handeln? Ersteres ist ausgeschlossen, weil die mir bekannten Schobinger-Bildnisse auf Holz gemalt sind und einen ganz anderen Pinselstrich, auch im Röntgenbild, aufweisen. Könnte es der verschollene Tintoretto selbst sein? Wenn das Bildnis dem 16. Jahrhundert zugewiesen werden könnte, so müßte man dafür plädieren. Die mir und Kunstsachverständigen in Basel übersandten Röntgenbilder weisen aber mit Wahrscheinlichkeit auf Anfang des 17. Jahrhunderts. Immerhin muß diese Frage noch offengelassen werden und müssen weitere vergleichende Röntgenstudien mit den Originalen Tintorettos gemacht werden. Ein Reproduktionsrecht dieses in New York deponierten seelenvollsten P.-Porträtes habe ich nicht bekommen. Abweisen möchte ich die allzu kritische Vermutung, daß es sich hiebei um einen italienischen Edlen handle mit nachträglicher Beschriftung, wogegen Röntgenbild und Kopfhabitus sprechen.

Die vierte, neueste Paracelsus-Ikone können Sie im Brunnenhof der Biblioteca Ambrosiana in Mailand sehen, gestiftet von wenigen Schweizern, enthüllt am 22. Juni 1951. Schöpfer ist Giovanni Castiglioni. Jedes Land hat das Anrecht auf einen Vertreter in diesem Convento degli Spiriti Magni. So ist Vertreter von Deutschland Goethe, von England Shakespeare, von Italien Dante, Griechenland Platon, der Schweiz Paracelsus. Persönlich habe ich Dunant, Schöpfer des Roten Kreuzes, vorgeschlagen, weil P. nur de jure, das nur bis 1798 galt, ein Schweizer war, nicht aber blutmäßig. Doch stabat pro mea ratione alia voluntas. Die Statue ist glänzend gelungen mit Ausnahme weniger Anachronismen (Schuhe statt Stiefel). Die Begleitmusik zur Eröffnung war weniger glänzend: Plötzlich hatten die Initiatoren einen «Haeresiarcha» auf den Sockel gestellt. Doch bemerkte ich in meiner Inaugurationsvorlesung dazu: Wo der Heide Plato Platz hat und der Neuheide Goethe, kann auch ein P. sein Standrecht behaupten, um so mehr als 1831 die Österreicher zum «Santo» Paracelso in Salzburg wallfahrteten, um ihn als Nothelfer anzurufen, als die indische Cholera von Rußland über Wien westwärts drang.

**8.** Emil Walter (Zürich). – *Vergleichende soziologische Untersuchungen zur wissenschaftlichen Forschung in der alten Eidgenossenschaft.*

Umfassende statistische Untersuchungen der sozialen Struktur der wichtigsten Städte der alten Eidgenossenschaft (Basel, Bern, Genf, Lausanne, Zürich, St. Gallen, Schaffhausen, Luzern, Solothurn, Freiburg, Neuenburg, Zug, Chur, Biel usw.) erlauben gesellschaftliche und kulturelle Bedingungen der wissenschaftlichen Forschung zu erfassen. Nachdem fast alle bedeutenderen wissenschaftlichen Leistungen der alten Eidgenossenschaft vom biographischen Standpunkte aus behandelt wor-

den sind, drängt sich eine Ergänzung der biographischen Methode durch kausale und soziologische Betrachtungen auf. Das durch Archivstudien gesammelte Material wird in einer größeren Studie, «Die Wissenschaften in der alten Eidgenossenschaft; gesellschaftliche und kulturelle Bedingungen ihrer Entwicklung», verarbeitet werden. Städte mit allzu großem Territorium wie Bern oder Städte ohne Territorium wie Chur und St. Gallen weisen im Durchschnitt nur mäßige wissenschaftliche Leistungen auf. Besondere Institutionen wie Universitäten und Akademien wirken sich neben dem Einfluß der Konfessionen recht bedeutsam aus, wie Basel, Zürich, Lausanne und Genf einerseits, Freiburg, Solothurn und Luzern andererseits belegen.

**9.** Eduard Fueter (Wädenswil-Zürich). – *Geschichte der schweizerischen wissenschaftlichen Gesellschaften im Überblick.*

Wer die heute blühenden, vielfältig das wissenschaftliche Leben der Schweiz befruchtenden Gesellschaften überblickt, ahnt kaum mehr, wie allmählich und reich an Hindernissen ihre Entstehungsgeschichte war. Kaum ist man sich bewußt, ein wie wichtiges Moment der Geistesgeschichte und der nationalen Entwicklung sich hier vollzog.

Als in der Renaissance die Wissenschaften sich auch in der Eidgenossenschaft kraftvoll entfalteten, traten bald gemeinsame Interessen der Gelehrten in Briefwechseln und Arbeitsgemeinschaften hervor; ein nationales Bewußtsein regte sich. Reformation und Gegenreformation überschatteten aber kurz darauf die aufkeimende «res publica eruditorum Helvetica».

Die großen ausländischen Ideen und Gründungen von Akademien oder gelehrten Gesellschaften fanden daher spät und zunächst nur in einzelnen Städten Nachahmung; in Zürich etwa im «Collegium Insulanum» 1679 und nach dessen Auflösung in der «Gesellschaft der Wohlgesinnten», die bis 1709 bestand. Wie hier die erste Gründung von Ärzten und Naturforschern ausging, so in Genf die 1713 geschaffene «Société des médecins de Genève».

An gesamtschweizerischen Plänen fehlte es aber nicht. Wahrscheinlich die erste Anregung dazu fand sich im 1682 gedruckten Briefwechsel des Schaffhauser Arztes J. C. Peyer an seinen Basler Kollegen J. J. Harder. Fortan lag die Idee in der Luft. Ein neuer Vorstoß erfolgte 1702 durch Theodor Zwinger den Jüngern. Verwirklicht wurden am frühesten lose eidgenössische historische und naturwissenschaftlich-medizinische Vereinigungen, nämlich die 1727 in Zürich gestiftete «erste» «Helvetische Gesellschaft» (Herausgeberin der «Helvetischen Bibliothek») und die «Societas Physico-Mathematico-Anatomico-Botanico-Medica Helvetica» 1751 in Basel, welche die «Acta Helvetica» (als Zeitschrift oder Jahrbuch geplant!) veröffentlichte. Die 1761 in Schinznach errichtete «Helvetische Gesellschaft» war ursprünglich von Isaak Iselin als «wissenschaftliche Akademie der Schweiz» gedacht und wurde für die Geschichtsforschung

wesentlich. Noch im «ancien régime» entstand die «Helvetische Gesellschaft korrespondierender Ärzte und Wundärzte» 1788 in Zürich, die 147 schweizerische und 97 ausländische Mitglieder zählte.

Jedoch erst Helvetik, der Staatenbund von 1815, und vor allem der Bundesstaat sowie Volksschulbildung, Gründung der Hochschulen mit ihren Forschungsaufgaben und Bundessubventionen (seit 1860) ermöglichten die moderne, ungeahnte Entwicklung schweizerischer wissenschaftlicher Gesellschaften (und Standesvereinigungen). Dabei entwickelte sich die teilweise typische Gliederung in eidgenössische «Dachgesellschaften» und kantonale oder Fachvereine, der eigentümliche Turnus in der Wahl der Orte, besonders zwischen Deutsch- und Westschweiz, die Eingliederung hochangesehener «Spezialisten» und interessierter «Dilettanten» und eine Art gesamtschweizerischer fachlicher Zusammenarbeit auf freiwilliger elastischer Grundlage, welche ein schweizerisches «Kulturministerium» oft ersetzte und gegen außen vertrat.

**10.** Edgar Goldschmid (Lausanne). – *Medizinische Berühmtheiten.*

Das Entstehen und Verschwinden medizinischer Berühmtheit hat das Aufsuchen und Vergleichen möglicher Ursachen und Veranlassungen hervorgerufen. Manche Mediziner und Chirurgen, Praktiker wie Theoretiker, haben eine Ära größten Ansehens gekannt, um fast vollständig aus dem Bewußtsein und sogar der Literatur der heutigen Generation zu verschwinden – oft schon, wenn sie kaum gestorben waren.

Anscheinend fest eingeführte anatomische und klinische Namen und Bezeichnungen sind durch willkürliche Nomenklaturänderung verschwunden, in der Literatur selbst ihres Ursprungslandes.

Einzelheiten wie das erreichte Lebensalter, empfehlende oder abschreckende Charaktereigenschaften, das Begründen einer Schule, die Entdeckung wichtiger Tatsachen oder das Einführen wesentlicher Methoden werden beleuchtet. Die Urheberschaft von wissenschaftlichen Werken wie die Hinterlassung von Autobiographien, künstlerische eigenhändige Betätigung, Auszeichnung von einzelnen Werken durch weltbekannte Preise, von hervorragenden Taten oder persönlichem Verhalten durch Orden und Rangerhöhung werden zusammengestellt. Auch die im angelsächsischen Brauch übliche eingehende Erörterung der finanziellen Umstände und des Einkommens, ferner Berufung in wissenschaftliche Stellungen im gewöhnlichen Lauf oder unter besonderen Verhältnissen, auch mehr oder weniger bösartige Verunglimpfungen werden ebenso herangezogen wie populäre dichterische Stimmungsniederschläge. Die oft bestimmende Rolle der Publizität findet ihre Würdigung. Selbst anscheinend festgegründete klassische Beispiele erweisen ihre Unsicherheit. Schließlich bleiben die unpersönlichen Lobpreisungen der Bibel übrig neben mythologischen Überlieferungen, einzig und allein überragt von der Existenz des ägyptischen Arztgottes Im-hotep, der noch heute in seinem Wirken, seinen Werken, seinem eigenen Bildnis wie dem seiner Mutter seine Berühmtheit bewahrt hat.

**11.** P. JUNG (St. Gallen/Meggen). – *Rennward Cysat als Naturforscher, Apotheker und Arzt.*

Als Historiker und Staatsmann, 1545–1614, dürfte C. ebenso bekannt sein wie durch seine Leitung der vielgenannten Luzerner «Osterspiele», die von Staats wegen aufgeführt wurden. Von Haus aus Apotheker, ging er 1570 in die Politik über, blieb aber dennoch der Naturwissenschaft treu und entwickelte sich weiter zum Arzt. Seine naturwissenschaftlichen und ärztlichen Beobachtungen hat er in seinen «Observationes», im Luzerner Staatsarchiv, niedergelegt. Sie wecken heute noch Erstaunen und Bewunderung. Den Bau von 800 Pflanzen beschreibt er mit eigenen Zeichnungen und kultiviert in seinem Garten seltenere Arten aus Italien usw., treibt meteorologische Studien und verfolgt das Erdbeben von 1601, das über Luzern und Oberitalien niederging. Seine kritischen Naturbeobachtungen sind nicht frei von Aberglauben, wofür sich merkwürdige Mitteilungen vorfinden.

Als Arzt hatte er eine Menge von Beobachtungen gesammelt und pflegte mit den bedeutendsten Ärzten seiner Zeit: Felix *Platter*, *von Muralt*, Ludwig *Kiel* (Carinus), kollegialen Verkehr. Dem Studium von *Paracelsus*, Philip *Ulstadius* und Bonifazius *Pedemontanus* war er eifrig ergeben, und unter dem Einfluß des ihm befreundeten Schaffhauser Bürgermeisters *Meyer* gab er sich auch vorübergehend mit Alchimie ab.

Eigene Erkrankung, worüber er auch *Giger*, *Hager* und *Quenzi* konsultierte, zwang ihn zum Gebrauch von Bädern, zuerst dem damals bekannten *Roten* bei Emmenbrücke, später *Baden* im Aargau und wiederholt *Lützelau* zwischen Vitznau und Weggis. Seine minutiösen Badevorschriften nehmen einen großen Raum seiner ärztlichen Beobachtungen ein. 1594 gab er sein «Reglement der Gesundheit und Ordnung in Pestilenzischen Zytten» heraus und wurde mit der Durchführung seiner Vorschläge von der Regierung betraut.

Eine Reise nach Bayern 1606 war für seinen leidenden Zustand eine zu harte Belastungsprobe. C. wurde «brustkrank» und stand deshalb in Behandlung von Dr. *Burckart*. Am 19. März 1614 verlor er seine Gattin, die ihm 14 Kinder geschenkt. Er hat sie nur um weniges überlebt, denn schon am 25. April 1614 folgte er ihr im Tode. Seine Grabstätte hatte er längst im Chorherrenstift Hof erworben. A. von *Haller* hat ihn als den «großen *Cysat*» gefeiert. Die Regierung ehrte sein Andenken durch das Geschenk eines «hundertlötigen Silbergeschirrs» an seine Hinterbliebenen.

Es hat noch gesprochen: Hansjürg Joller, Eschlikon.

## 14. Sektion für Geographie und Kartographie

Sitzung des Verbandes schweizerischer geographischer Gesellschaften

**Samstag und Sonntag, den 29. und 30. September 1951**

*Präsident:* PD Dr. H. Annaheim (Basel)
*Sekretär:* Dr. E. Schwabe (Zürich)

**1.** Toni Hagen (Kathmandu). – *Demonstration eines Stereoprojektionsgerätes.*

Vom Flugzeug aus aufgenommene Stereobilder sind heute ein unentbehrliches Hilfsmittel für alle Geographen und Wissenschafter, welche sich mit der Erforschung der Erdoberfläche befassen. Hiebei gelangen vorzugsweise sog. Senkrechtaufnahmen mit 60 % Längsüberdeckung zur Anwendung. Interpretation und Ausmessung dieser Stereobilder erfolgen in verschiedenartigen Betrachtungs- und Auswertegeräten (Spiegelstereoskop, Multiplex, Stereoautograph).

Der Wunsch, Stereobilder zu Demonstrations- und Unterrichtszwecken gleichzeitig einem größeren Zuschauerkreis zu zeigen, geht in die ersten Anfänge der Luftbildauswertung zurück. Für die Projektion von Stereobildern bestehen drei Möglichkeiten, nämlich *a)* das *Anaglyphenverfahren, b)* Verwendung *polarisierten Lichtes* und *c)* Projektion mit simultan arbeitenden *Blenden.*

Beim Anaglyphenverfahren werden die beiden zu einem Raumbild zusammengehörigen Teilbilder in Komplementärfarben (rot-blau) auf dieselbe Wand projiziert und durch Brillen mit den entsprechenden Farbfiltern betrachtet. Durch die Farbfilter geht allerdings ein großer Prozentsatz des Lichtes verloren; auch gelingt die Auslöschung des einen Bildes nur unvollkommen.

Bei Verwendung polarisierten Lichtes ist die Lichtausbeute sehr gut. Zudem können auch farbige Stereobilder projiziert werden. Durch Verwendung der neuartigen, künstlichen Polarisationsfilter halten sich auch die Kosten für die Brillen in bescheidenen Grenzen.

Blendeneinrichtungen fallen wegen ihrer Kompliziertheit für Unterrichtszwecke nicht in Betracht.

Virtuelle Raummodelle in einfachen Stereogeräten weisen gegenüber einem maßstäblich verkleinerten Miniatur-Raummodell gewisse Deformationen auf, die z. T. aus zentralkollinearen Zusammenhängen, z. T.

aus subjektiven Einflüssen des Beobachters abzuleiten sind[1]. Aus der Zentralkollineation ergeben sich Überhöhung, Mitgehen des Bildes je nach Betrachtungsrichtung und Radialdeformation. Die Überhöhung ist i. A. das augenfälligste Merkmal eines Raummodells; man versteht darunter das Verhältnis des Maßstabes der Höhendifferenzen zu demjenigen der Horizontaldistanzen. Unter gewissen Vernachlässigungen kann die Überhöhung durch die Formel

$$U = \frac{B}{H} : \frac{a}{d} \text{ oder } \frac{B\,d}{H\,a} \text{ ausgedrückt werden.}$$

Darin bedeuten $B$ = Aufnahmebasis
$H$ = Aufnahmedistanz (Flughöhe)
$a$ = Augenabstand (ca. 65 mm)
$d$ = Betrachtungsdistanz

Der Quotient $\frac{B}{H}$ ist das sog. Basisverhältnis und besitzt bei Senkrechtaufnahmen Werte zwischen ½ und ¼. Bei der Stereoprojektion erreicht $\frac{d}{a}$ sehr große Werte. Bei einer Betrachtungsdistanz von 3 m beispielsweise wird $\frac{d}{a} = 50$, wodurch die Überhöhung Werte zwischen 12 und 25 annimmt.

Obschon die störende Wirkung der Überhöhung durch subjektive Einflüsse etwas gemildert wird, muß man sich bei der Projektion mit dem übertriebenen Relief abfinden. Es ließe sich zwar diesem Mangel abhelfen durch Verwendung zusätzlicher optischer Instrumente (Scherenbetrachtung). Für den Unterricht steht diese Möglichkeit im allgemeinen nicht zur Verfügung, so daß darnach getrachtet werden muß, die Betrachtungsdistanz so klein als möglich zu halten. Die kleine Betrachtungsdistanz ist für den Unterricht in kleineren Gruppen kein Nachteil; im Gegenteil, die Bilddetails können so um so besser erkannt werden.

Die Überhöhung ist hauptsächlich daran schuld, daß die Stereoprojektion in großen Kinotheatern sich nicht durchsetzen konnte.

**2.** Hans Annaheim (Basel). – *Die Lage der präglazialen Oberfläche in der Zentralschweiz.*

Unsere Studien über das Tessingebiet haben erneut gezeigt, daß gewisse, über den Mündungsstufen der *kleineren* Seitentäler hängende Hauptflachstrecken dieser Nebentalräume im Höhenbereich des prä-

[1] Eine ausführliche Abhandlung über Deformationen virtueller Raummodelle wird demnächst als Mitteilung aus dem geodätischen Institut der ETH erscheinen.

glazialen Niveaus im Haupttal ausmünden, daß diese Formen also zur Bestimmung des inneralpinen Präglazials *entscheidende Bedeutung* besitzen. Die Anwendung dieser Methode für das alpine Reußtal – auf sachliche und methodische Details kann hier nicht eingetreten werden – ergab folgende Befunde:

1. Auf Grund der kartographischen Auswertung, der die Überprüfung im Gelände zu folgen hat, dürften die folgenden Seitentalböden für eine Rekonstruktion in Betracht fallen (die beiden angeführten Zahlen geben die Höhe des Seitentalbodens über dem Mündungsabschwung und die rekonstruierte Höhe der Ausmündung ins Haupttal an):

| | | | |
|---|---|---|---|
| Aelpetli (Urseren) . | 2200, 2100 | Intschialptal ..... | 1500, 1350 |
| Wittenwassertal .. | 2020, 1950 | Leutschachtal ..... | 1340, 1340 |
| Lochberg ..... | 2000, 1900 | Waldnacht-Bockitobel | 1380, 1180 |
| Guspistal ..... | 1820, 1800 | Gitschental ..... | 1220, 1050 |
| Oberalptal ..... | 1860, 1740 | Kleintal (Isental) .... | 1100, 1020 |
| Voralptal ..... | 1720, 1580 | Riemenstaldertal .... | 1120, 1000 |
| Rortal ..... | 1940, 1550 | Kohltal ..... | 950, 950 |

2. Die rekonstruierten Mündungshöhen ordnen sich in eine talaus absteigende Linie mit Gefällsversteilung durch die Schöllenen (23‰) und allmählicher Gefällsabnahme talaus (Göschenen–Brunnen 10 bis 6‰) ein. Diese Linie bezeichnet die annähernde Lage des präglazialen Niveaus. Es ist im Reußtal u. a. durch die Terrassenflur von Arni bei Amsteg repräsentiert.

3. Da die gefundene Talbodenlinie annähernd mit dem günzmindelinterglazialen Niveau von Machatschek (1928) zusammenfällt, erweist sich dieses in Wirklichkeit als präglazial, eine Auffassung, welche wir schon früher vertraten und der sich im Anschluß an unsere Darlegungen anläßlich einer Exkursion der Geomorphologischen Gesellschaft ins Maderanertal (1945) auch W. Staub (1946) angeschlossen hat.

4. Wir vermögen es nicht als Zufall zu betrachten, wenn diese Talbodenlinie auf die schon früher als präglazial betrachtete Fläche am Bürgenstock (950 m) hinausgeht, sowie auf die Höhen des Emmenberges und östlich von Ruswil (um 800 m), das Waldplateau südöstlich von Beromünster, die Höhen des Lindenberges (800 m) und nicht zuletzt auf die Deckenschotterplateaus des mittleren Wynentales. Vorderhand sprechen diese Tatsachen gegen Spekulationen über ein pleistozänes Rücksinken des Alpenkörpers, werde es nun tektonisch oder glazialisostatisch begründet.

**3.** Frédéric Montandon (Genève). – *Quelles sont les causes des tremblements de terre du Valais central ?*

Le Valais central est occupé, comme on le sait, par le front des nappes penniques dans sa partie Sud et par les racines des nappes

helvétiques dans sa partie Nord. Or, dans le domaine pennique de cette région, c'est-à-dire dans les vallées d'Anniviers, d'Hérens et de Nendaz, les séismes sont beaucoup plus fréquents qu'on ne se l'imaginait naguère, et comme Sion se trouve sur le Pennique, un grand nombre de secousses ressenties dans cette ville sont imputables à cette ancienne formation et non pas à la nappe helvétique du Wildhorn. La cause de ces ébranlements est sans doute l'avancement insensible des nappes penniques – massives et relativement rigides – vers le Nord ou le Nord-Ouest. De plus, il est permis de penser que cet avancement, en exerçant une pression contre la nappe fragile du Wildhorn, ne soit pas étranger à la genèse des séismes de cette dernière. Certaines séries de secousses en relais, «à la chaîne», passant d'une nappe à l'autre, sont là pour étayer cette manière de voir[1].

Mais il y a une cause seconde: la disposition, l'arrangement des racines helvétiques. Comme on peut le constater sur le terrain et à la lecture des cartes géologiques, ces racines présentent une inclinaison montant du S, du SSE ou du SE vers le N, le NNW ou le NW. Le détail de leur arrangement est cependant loin de présenter une parfaite ordonnance. Prenons comme exemple la région où cette ordonnance est la plus irrégulière, c'est-à-dire celle qui s'étend au levant des villages de Montana, de Randogne et de Mollens. Là, sur le terrain – et muni d'une boussole de précision – on est frappé de remarquer combien est brusque le passage des montées des couches vers le NW aux montées vers le N et le NNE.

C'est entre les torrents de la Sinièse (Est de Montana) et de la Raspille (Nord de Sierre) que l'on peut le mieux observer cette violente transition: au bisse dit de Planiji, un affleurement de Valanginien monte vers le NW 10° W, tandis qu'un long banc de même roche, à une petite distance au NE, au-dessous des mayens dits de l'Aminona, se lève selon une orientation vers le NNE 2° E. L'écart est donc considérable: environ 80°. Remarquons d'ailleurs qu'au point de vue topographique, c'est précisément au ravin de la Sinièse que les courbes de niveau du versant septentrional de la vallée du Rhône changent radicalement de direction.

Il semble ainsi qu'on soit plus ou moins obligé d'admettre qu'au-dessous de cette zone disloquée, déséquilibrée, il doit exister un éperon du massif cristallin de l'Aar, caché en profondeur. Lorsque les racines helvétiques de Salgesch, Varen et Loèche ont été poussées et soulevées vers le Nord, elles n'ont, en général, pas trouvé beaucoup d'obstacles, mais entre la Raspille et la Sinièse, au Nord de Sierre, elles ont été dérangées de fond en comble, probablement à cause de l'éperon *supposé;* elles se sont bousculées et ont été rejetées du côté de Montana, vers

---

[1] Voy. notre *Chronique séismique du Valais central,* dans «Le Globe», organe de la Société de géographie de Genève, t. 89 (Genève, 1950), p. 23 à 35. Voy. aussi *Les racines helvétiques dans le bassin du Rhône valaisan,* dans «Le Globe», t. 90 (Genève, 1951), p. 27 à 38, avec 6 fig. et vues.

l'Ouest. Sous ce rapport, le Jurassique (Malm) du lieu dit Comogne, sur le versant droit de la Sinièse, tout près des épicentres de Randogne, présente une réelle anarchie dans la disposition des strates: sur une distance de quelque 800 mètres, on note toutes les orientations possibles entre le N et l'WNW. Ces dislocations paraissent bien faites pour maintenir une grande instabilité des couches et, par conséquent, pour favoriser l'éclosion des séismes.

En résumé, les causes des tremblements de terre du Valais central paraissent être les suivantes: *a)* L'avancement insensible des nappes penniques; *b)* L'état de dislocation des strates helvétiques dans la région Raspille-Sinièse.

**4.** Otmar Widmer (St. Gallen). – *Die Geographentagung* 1951 *in Frankfurt a. M.*

Der seit 1881 regelmäßig abgehaltene «Deutsche Geographentag» fand seit Kriegsende erstmals wieder 1948 in München und nun vom 12. bis 18. Mai 1951 in Frankfurt statt, geleitet vom Vorsitzenden des Verbandes deutscher Hochschullehrer der Geographie, Prof. Louis, Köln, vorbereitet durch Prof. Herbert Lehmann, Frankfurt, seinen Nachfolger in diesem Amt. Die Tagung der 400 Teilnehmer diente wissenschaftlichem Gedankenaustausch und beruflicher Organisation. Die 40 Referate waren verteilt nach Problemgruppen, denen je ein Halbtag gewidmet war. Prof. Troll, Bonn, hielt den Festvortrag «Das Pflanzenkleid der Tropen in seiner Abhängigkeit von Klima, Boden und Mensch»; Prof. Pfeifer, Heidelberg, vermittelte «Kulturgeographische Beobachtungen in Mittelbrasilien», und Prof. Metz, Freiburg i. B., führte «Die süddeutschen Reichsstädte» in charakteristischen Bildern vor. In der Gruppe «Deutsche Landeskunde», deren Pflege zentralisiert erfolgt durch Prof. Meynen, Remagen, bisher Landshut, und Prof. Brüning, Hannover, wurden drei Preise verteilt; Prof. Kraus, Köln, betonte im Referat «Über das ‚Wesen' der Länder» deren Individualität und Einmaligkeit. Unter den «Klimafragen» stand im Mittelpunkt die meteorologisch-genetisch aufgebaute neue Klimaeinteilung von Dr. Flohn, Bad Kissingen, in der «Stadtgeographie und Landesplanung» das von Dr. Christaller, Jugenheim, vertretene, sehr umstrittene System der «Zentralen Orte». Die Sektionen «Geomorphologie und Kulturgeographie» und «Landwirtschafts- und Siedlungsgeographie» mit den Themen Soilerosion, Urheide, Zelgensystem, Haufendörfer u. a. mußten parallel geführt werden. Auf dem Gebiet der wieder einsetzenden «Auslandforschung» wurde referiert über China, Iran, USA-Stauseen. Besonderes Interesse bot die Einführung in den großzügigen «Neuaufbau von Frankfurt» durch Vorträge der Stadtbaudirektoren und Exkursionen. Als Nationalkomitee und Dachorganisation wurde der «Zentralverband deutscher Geographen» geschaffen mit einem Vorstand, bestehend aus den Vorsitzenden der vier Fachverbände: Prof. Lehmann für die Hochschulgeographen, Professor Jul. Wagner, Frankfurt, für die Schulgeographen, Dr. Gauß, München,

für die Berufsgeographen, Dr. Dörrenhaus, Köln, für die geographischen Gesellschaften, sowie den Professoren Troll und Louis. Ausbildung und Examen für «Diplomgeographen» wurden diskutiert. In der Kartenausstellung fand jene von Prof. Imhof, Zürich, «Die Karte als Kunstwerk» großen Anklang. Die Exkursionen führten in den Taunus, Spessart, Odenwald und auf den Vogelsberg. – Die nächste Tagung soll 1953 in Berlin stattfinden.

**5.** Otmar Widmer (St. Gallen). – *Ortsnamenschreibung nach dem System des Weltpostvereins* 1951.

Korrekte Schreibung geographischer Namen ist immer noch ein Problem; daher sind alle Hilfsmittel beachtenswert, zumal wenn sie zur Lösung auf internationaler Basis wenigstens teilweise beitragen, wie das seit 1895 in Intervallen herausgegebene, nunmehr in 5. Ausgabe in Bern erschienene Lexikon der Poststellen der Erde «Dictionnaire des Bureaux de Poste». Die Schreibung der 300 000 Ortsnamen erfolgt nicht nach einem vom Weltpostverein aufgestellten System, sondern nach der neuesten offiziellen Originalschreibweise des betreffenden Landes oder nach einem von diesem selbst gewählten System, so daß von vorneherein dessen Anerkennung und die Voraussetzung für richtige Postbeförderung gewährleistet sind. – Amtssprache des Weltpostvereins ist Französisch geblieben, Englisch und Spanisch wurden beibehalten, Deutsch wurde (1949) durch Russisch ersetzt, hinzu kamen Arabisch und Chinesisch, so daß alle Publikationen in diesen sechs offiziellen Sprachen erscheinen.– Französisch ist somit Grundsprache des Lexikons, das besonders den Geographen französischer Sprache dienlich ist, wertvoll aber auch für die andern, wenn auch der «US-Board on Geographical Names» nur englische Umschriftung akzeptiert. Bedauerlich ist das Fehlen von Betonungszeichen. – Bei der praktischen Wertung ergibt sich die übliche Unterscheidung: 1. Für Länder mit Lateinalphabet ist es ein authentisches Standardwerk, aus dem Akzente und Zeichen genauestens zu übernehmen sind; abweichende Namensformen (Venedig, Warschau, Neuyork) sind abzulehnen. 2. Für Länder mit tauglichem Alphabet (slawisch-zyrillisch, griechisch, arabisch) oder Silbenschrift (japanisch) ist die Transliteration nicht einheitlich, sondern nach französischem, englischem oder besonderem System. Man muß entscheiden, ob man die angewendete Umschriftung oder eine andere wählen will. Die Sowjetunion hat nunmehr zweckmäßigerweise den französischen Lautwert nur für die Konsonanten beibehalten, die Vokale aber deutsch umschriftet; am besten wäre jedoch die tschechisch-kroatische Transliteration wie für Serbisch. Griechenland hat ein besonderes System, ebenso Ägypten für Arabisch, das ganz verschieden transliteriert wird, in Syrien und Irân französisch, in Irâk englisch. Indonesien ist von der spezifisch niederländischen Schreibweise abgegangen. – Für populäre Werke empfiehlt sich deutsche Umschriftung. 3. Für Länder mit nichtalphabetischer Schrift oder untauglichem Alphabet wird lautliche Umschreibung (Transkription) an-

gewendet, so für China nach dem auch sonst wegen seiner Verbreitung empfehlenswerten System Wade-Giles, zumal Übereinstimmung mit der regional so verschiedenen Aussprache ohnedies kaum erzielbar ist.

**6.** Werner Kündig-Steiner (Zürich). – *Die Stadtlandschaft Skoplje (Makedonien) im Jahre* 1951.

Auf Grund einer Studienreise im April 1951 durch Jugoslawisch-Makedonien bzw. an Hand von ca. 30 Farblichtbildern wurde Natur und Kultur der Stadt Skoplje dargestellt. Nachdem Skoplje 1945 Hauptstadt der Volksrepublik Makedonien wurde, ist sie heute mehr denn je ein typisches Beispiel einer zweigesichtigen Balkanstadt. In der türkischen Ära, die hier bis 1918 dauerte, hieß die Stadt «Üsküb» (türkisierte Form des illyrischen «Scupi»).

Die sehr zentrale Lage an der Wasserscheide zwischen Morava und Wardar wurde von allen Strategen gewürdigt. Skoplje ist ein militärisch-administrativ-verkehrsmäßiger Knotenpunkt. Vermutlich wurde dieser Platz von Justinian I. (6. Jh.) erstmals ausgewählt. Den 30 bis 35 m hohen Pralluferrücken baute er burgartig aus. An diese Zeit erinnert noch ein ansehnliches Aquädukt im N der Stadt. (Das flachwannige Becken im E des Stadthügels enthält kein sehr gutes Trinkwasser.)

Im 14. Jahrhundert war Skoplje Hauptstadt des großserbischen Reiches, insbesondere unter Dušan blühte sie auf. Zu Anfang des 15. Jahrhunderts beginnt die systematische Türkisierung der Stadt (Ende des 16. Jahrhunderts besitzt Skoplje 120 Moscheen). Gegen Ende des 17. Jahrhunderts zählte man 50 000 bis 60 000 Einwohner; diese Zahl sank rasch zufolge der vielen Kriegswirren auf einen Zehntel. Mit der «Rückeuropäisierung» erreichte sie um 1860 wieder 20 000, bald nach dem Bahnbau Belgrad–Saloniki (1888) um 30 000 und gegenwärtig um 105 000. Das rapide Wachstum hält an, da nach allen Richtungen noch sehr viel Baugrund vorhanden ist.

Im Laufe des Referates wurde zunächst auf die orographische Lage im Zusammenhang mit der Wardarbrücke hingewiesen, auch auf die Auswirkungen der Grenzlage zwischen dem feuchten W und dem trockenen E (zudem in der Regenschattenlage am 1066 m hohen Krstvar; Skoplje liegt 800 m tiefer!) und der dadurch bedingten künstlichen Bewässerung. – Es wurde die sogenannte «orientalische» Stadt vor Augen geführt, der Basar, Kleinhandwerkerbuden, der große Marktplatz und sein Volk, insbesondere die baulich dauerhafteren Quartiere, wie z. B. um das türkische Bad, den Kuršumli-Han (Händlerhotel des 17. Jh.), die Murad-Moschee an der Burghügelspitze und die vielen unberührbaren mohammedanischen Friedhöfe. Auch wurde die Durchdringung der Türkenstadt mit elektrischer Kraft, modernen Wasserleitungen und breiten Straßendurchbrüchen im Bilde demonstriert. Es wurde auf die soziologische Struktur der ganzen Stadt hingewiesen, auf die Straßenplanung (seit 1920) in der «europäischen» Stadthälfte (rechts des Wardar), auf die noch geringe Industrie, die vorwiegend auf Tabak, Baumwolle,

Getreide, Kalk und Mohn (hier einzige Opiumfabrik Europas) gute Ansätze zeigt. Erwähnt wurden ferner Sitze der sogenannten zentralen Dienste der Verwaltung, die Villen- und Krankenhausquartiere am Bergfuß des Krstvar, wie auch der große Stadtpark im Auenwald des Wardar und die die Stadtentwicklung berührende Frage eines künftigen Morava-Wardar-Schiffahrtskanales. In die Zukunft weisen auch das neue Universitätsviertel mit Studentenhäusern im E der Stadt und die großen Flugplatzflächen im nahen, talabwärts sich breit öffnenden Skopljer Becken, dessen fernere Gebirgsumrahmung vielfach an schweizerische Verhältnisse erinnert.

Es haben noch gesprochen: Ing. Charles, Bern; Ing. Chervet, Bern; Walter Kümmerly, Bern; Karl Schneider, Bern; R. Tank, Bern; Erich Schwabe, Zürich.

## 15. Sektion für Vererbungsforschung

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Vererbungsforschung

**Samstag, den 29. September 1951**

*Präsident:* Prof. Dr. Otto Schlaginhaufen (Zürich)

**1.** Boris Ephrussi (Paris). – *Quelques problèmes de la génétique des microorganismes.* – Erscheint im Arch. der Julius-Klaus-Stiftung, Band 26, 1951.

# Alphabetisches Namenregister der Autoren
# Liste alphabétique des auteurs
# Indice alfabetico degli autori


| | Seite |
|---|---|
| Amstutz, G. Christian | 138, 139 |
| Annaheim, Hans | 197 |
| Auger, Pierre | 26 |
| Bally, W. | 363 |
| Bay, R. | 166 |
| Bein, M. | 148 |
| Bendel, Louis | 96, 130 |
| Besson, G. | 148 |
| Bider, Max | 120 |
| Bircher, Eugen | 390 |
| Blanc, Charles | 89 |
| Bohny, Paul | 378 |
| Böni, A. | 183 |
| Bretscher, Alfred | 155 |
| Brönnimann, Paul | 145 |
| Brunner-Hagger, William | 118, 119 |
| Buxtorf, August | 81 |
| Caprez, Hanno | 187 |
| Corti, Ulrich A. | 151 |
| Cosandey, F. | 383 |
| Dallemagne, M.-J. | 184 |
| Dessauer, F. | 92 |
| Diesbach, Serge de | 349 |
| Dietiker, Max | 151 |
| Ephrussi, Boris | 204 |
| Erhard, Hubert | 187 |
| Faes, H. | 370 |
| Faller, A. | 188 |
| Favarger, Pierre | 171 |
| Feitknecht, Walter | 126 |
| Fiala, F. | 68 |
| Filchner, Wilhelm | 98 |
| Friedlaender, Carl | 137 |
| Fritsch, V. | 138 |
| Fritz-Niggli, Hedi | 154 |
| Fröhlicher, H. | 135 |
| Fueter, Eduard | 193 |
| Gamma, Hermann | 11 |
| Gasser, Rudolf | 146 |
| Gaßmann, Fritz | 102, 103, 104, 106 |
| H. M. Gijsman | 92 |
| Giovannini, Edgardo | 124 |
| Glasson, B. | 172 |
| Goldschmid, Edgar | 194 |
| Graf, Peter | 126 |
| Gut, Max | 89 |
| Hadorn, E. | 156 |
| Haefeli, Robert | 111, 112 |
| Haenny, Ch. | 92 |
| Hagen, Toni | 133, 196 |
| Hanhart, E. | 174 |
| Haüduroy, Paul | 147 |
| Hügi, Th. | 138 |
| Hürzeler, Johannes | 142, 143 |
| Huttenlocher, H. | 136 |
| Jaag, Otto | 147 |
| Jaggi, Martin | 120 |
| Jan, J.-P. | 92 |
| Joller, H. | 186 |
| Joyet, G. | 169, 170 |
| Jung, A. | 183 |
| Jung, P. | 195 |
| Kälin, J. | 41 |
| Kasser, Peter | 95 |

| | Seite |
|---|---|
| Kaufmann, Hélène | 164 |
| Klebelsberg, R. v. | 61 |
| Knoll, W. | 184 |
| Koby, Frédéric-E. | 143, 144 |
| Kopp, J. | 113, 130, 176 |
| Kuhn, Emil | 145 |
| Kündig-Steiner, Werner | 202 |
| Künzi, Hans | 89 |
| Lavocat, René | 143 |
| Lehmann, F.-E. | 76, 155 |
| Lerch, P. | 92 |
| Leu, Kurt | 126 |
| Lichtenthaeler, Charles | 186 |
| Linder, Ch. | 370 |
| Lobsiger-Dellenbach, Marg. | 159, 160, 161 |
| Locher, Louis | 90 |
| Lüdi, Werner | 146 |
| Lüdin, C. | 166 |
| Matthey, Robert | 151 |
| Metzger, Emile-F. | 171 |
| Meyer-Peter, E. | 360 |
| Montandon, Frédéric | 198 |
| Mornod, Léon | 133 |
| Nabholz, Walter K. | 132 |
| Nipkow, F. | 147 |
| Perrier, A. | 93 |
| Petre-Lazar, C. | 162 |
| Pfändler, Udo | 182 |
| Piccard, Sophie | 87, 88 |
| Pittard, Eugène | 162 |
| Privat, François | 165 |
| Reiff, Max | 150 |
| Roesch, E. | 170 |
| Rosenmund, H. | 175 |
| Röthlisberger, Hans | 135 |
| Rutishauser, E. | 184 |
| Rutsch, Rolf F. | 133, 145 |
| Sänger, R. | 122 |
| Sauter, Marc-R. | 164, 165 |
| Schaub, Samuel | 141 |
| Schinz, H. R. | 169 |
| Schmid, F. | 110 |
| Schneider, Fritz | 151 |
| Schneider, Jacob-M. | 157 |
| Schopfer, W.-H. | 68, 148 |
| Schüepp, Max | 122 |
| Schürer, Max | 102 |
| Schwarz, Rudolf | 167 |
| Schweighauser, Jakob | 145 |
| Sigerist, Henry E. | 185 |
| Steiner, Hans | 153 |
| Strebel, J. | 180, 181, 189 |
| Thierrin, Gabriel | 86 |
| Traber, Hans | 152 |
| Tramer, M. | 184 |
| Trümpy, Rudolf | 133 |
| Uehlinger, E. | 184 |
| Viret, Jean | 145 |
| Vischer, Wilhelm | 147 |
| Vögtli, K. | 104, 106 |
| Waldmeier, M. | 111 |
| Walter, Emil | 192 |
| Weber, Leonhard | 140 |
| Weber, M. | 104, 106 |
| Weber, W. | 347 |
| Wenk, E. | 136 |
| Wernly, M. | 184 |
| Widmer, Otmar | 200, 201 |
| Woker, Gertrud | 128 |
| Young, Rosalind, Cecily | 91 |
| Zapfe, H. | 145 |
| Zingg, Theodor | 117 |