Pz 243
14. JAN. 1955 Eidg. Anstalt für Wasserversorgung Abwasserreinigung u. Gewässerschutz

Jahrgang 99 HEFT 4 31. Dezember 1954

VIERTELJAHRSSCHRIFT DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT IN ZÜRICH

unter Mitwirkung von

C. BURRI, A. U. DÄNIKER, P. FINSLER, H. FISCHER, A. FREY-WYSSLING
H. GUTERSOHN, P. KARRER, B. MILT, P. SCHERRER
H. R. SCHINZ, FR. STÜSSI und M. WALDMEIER

herausgegeben von

HANS STEINER

INHALT

Seite

ABHANDLUNGEN

A. DAUVILLIER. La structure interne de la Terre. (Avec 9 figures dans le texte) 217

M. WALDMEIER. Die Zürcher Sonnenfinsternisexpedition 1954. (Mit 11 Abbildungen im Text) 240

MITTEILUNGEN

W. KNOLL. Hämatologische Beobachtungen zur Rekapitulationsfrage. (Mit 3 Abbildungen im Text) . . 256

W. KUHN. Der Firnzuwachs pro 1953/54 in einigen schweizerischen Firngebieten. XLI. Bericht 260

NOTIZEN ZUR SCHWEIZERISCHEN KULTURGESCHICHTE

B. MILT. Aus den Lehrjahren eines angehenden Chirurgen des 18. Jahrhunderts 266

Seite

WISSENSCHAFTL. GESELLSCHAFTEN

Tätigkeitsbericht der Zürcherischen Botanischen Gesellschaft für das Jahr 1953/54 271

Tätigkeitsbericht der Chemischen Gesellschaft Zürich für das Jahr 1953/54 272

Tätigkeitsbericht der Entomologia Zürich für das Jahr 1953/54 . . . 273

Tätigkeitsbericht des Zürcher Ingenieur- u. Architektenvereins Z.I.A. 1953/54 (Auszug) 274

Tätigkeitsbericht der Physikalischen Gesellschaft Zürich 1953/54 . . . 275

Tätigkeitsbericht der Zoologischen Gesellschaft Zürich für das Jahr 1953/54 275

BUCHBESPRECHUNGEN

E. KUHN-SCHNYDER. Geschichte der Wirbeltiere 276

Gleichzeitig mit Heft 4 ist erschienen:

Beiheft Nr. 5: H. BOESCH. Amerikanische Landschaft.
66 Seiten mit 6 Abb. im Text (Neujahrsblatt 1955)

DRUCK UND VERLAG GEBR. FRETZ AG ZÜRICH

Die Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich erscheint auf Ende eines Vierteljahres in einem Hefte von durchschnittlich 5 Bogen. Bezugspreis 5 Fr. pro Heft. Jährliches Abonnement 18 Fr. Ausserdem werden als Beihefte in zwangloser Reihenfolge grössere Arbeiten naturwissenschaftlichen Inhaltes veröffentlicht, welche entweder zusammen mit der Vierteljahrsschrift oder einzeln bezogen werden können. Preis der Beihefte je nach Umfang. Bestellungen, auch auf früher erschienene Publikationen (Vierteljahrsschrift, Beihefte und Neujahrsblätter) nimmt der Verlag Gebr. Fretz AG., Zürich 8, entgegen.

Druckfertige Manuskripte sowie alle Zusendungen, Bücher, sind an die Redaktion: Prof. Dr. H. Steiner, Zoologisches Institut der Universität, Künstlergasse 16, Zürich, zu richten. Die Verfasser erhalten auf Wunsch kostenlos 50 Sonderdrucke. Weitere Abzüge, eventuell mit Umschlag, zu Herstellungspreisen. Annahme und Bestellungen von Anzeigen durch den Verlag Gebr. Fretz AG., Zürich.

Schriftenaustausch. Institute und Gesellschaften des In- und Auslandes, welche mit der Vierteljahrsschrift im Austausch stehen, bitten wir, alle Sendungen nicht an die Adresse des Präsidenten oder der Redaktion zu richten, sondern direkt an die Tauschstelle der Zentralbibliothek in Zürich.

Die auf Rechnung der N.G.Z. hergestellten Klischees können vom Autor innert einer Frist von ½ Jahr nach Vollendung des Druckes zu Fr. 3.— per Stück übernommen werden. Nach Ablauf dieser Frist werden die Klischees zerstört.

Zuverlässig – rasch – diskret

. . . führen wir Ihre Bankgeschäfte aus. Unsere Fachleute schenken Ihren finanziellen Anliegen, seien es grosse oder kleine, volle Aufmerksamkeit

Vermögensverwaltung / Erbschaftsliquidationen
Sparkasse / Kapitalanlagen / Börsenaufträge

ZÜRCHER KANTONALBANK

Hauptsitz Bahnhofstrasse 9, Zürich 1
45 Filialen und Agenturen im Kanton

Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich

unter Mitwirkung von

C. BURRI, A.U. DÄNIKER, P. FINSLER, H. FISCHER, A. FREY-WYSSLING, H. GUTERSOHN, P. KARRER, B. MILT, P. SCHERRER, H. R. SCHINZ, FR. STÜSSI und M. WALDMEIER

herausgegeben von

HANS STEINER, ZÜRICH 7

Druck und Verlag: Gebr. Fretz AG, Zürich

Nachdruck auch auszugsweise nur mit Quellenangabe gestattet

Jahrgang 99 HEFT 4 31. Dezember 1954

Abhandlungen

La structure interne de la Terre[1])

Par

A. DAUVILLIER (Collège de France, Paris)

(avec 9 figures dans le texte)

Messieurs,

Si, répondant à votre invitation, j'ai choisi de vous entretenir du problème le plus important et le plus difficile de la géophysique, c'est parce qu'aucun effort ne doit être ménagé pour nous rapprocher de sa solution. Il est irritant de constater que nous ignorons tout, ou presque, de l'intérieur de notre planète, alors que la structure du Soleil, depuis les travaux de Sir A. EDDINGTON, nous est, relativement si bien connue. C'est que la matière terrestre est presque, — à l'échelle cosmique — au zéro absolu et l'on pourrait y redouter les pires complications. C'est, en un mot, le problème de l'état solide, compliqué par des différences de température inconnues et les hautes pressions. Aucune discipline ne saurait se flatter de le résoudre à elle seule. Sa difficulté provient du fait que sa solution ne saurait résulter que d'un ensemble d'arguments convergents, apportés par la mécanique céleste, la géodésie, la séismologie, la géophysique et la géochimie. Pour le traiter, il faudrait semble-t-il être, à la fois, mathématicien, astronome, physicien et chimiste!

Ce problème séculaire ne pouvait être abordé avec fruit avant le 18e siècle. La géodésie et la gravimétrie nous firent d'abord connaître la f i g u r e de la Terre, selon l'expression de CLAIRAUT. En 1798, CAVENDISH mesurait la constante de la gravitation et obtenait la valeur de la densité moyenne du Globe, que nous savons aujourd'hui être 5,52 g · cm^{-3}. Comme la densité moyenne des roches superficielles n'est que la moitié de cette valeur, soit 2,77, la Terre

[1]) Conférence prononcée le 17 décembre 1953 devant la Société de Physique de Zurich.

aurait pu, par exemple, être constituée d'une mince écorce granitique, d'une dizaine de kilomètres d'épaisseur, recouvrant un magma homogène de densité 5,55. Cependant l'aplatissement d'une sphère homogène de densité 5,5 serait égal à 1/232. Celui d'une sphère en fer de densité 8,0 serait égal à 1/316. L'aplatissement réel du Globe: 1/297 est compris entre ces deux limites. La Terre n'est donc pas homogène.

La mécanique céleste, par l'étude de la précession, a permis d'aller plus loin. Le moment d'inertie astronomique de la Terre, $I = 0{,}334\ M\ R^2$, est inférieur au moment d'une sphère homogène: $I = 0{,}40\ M\ R^2$. La densité doit croître avec la profondeur et diverses lois empiriques continues – afin de pouvoir intégrer — ont été proposées depuis LAPLACE. Par exemple, ROCHE a donné:

$$d = 10{,}5—8{,}2\ R^2$$

loi qui postule une densité centrale de 10,5. STIELTJES, en 1884, a montré que la densité centrale devait être comprise entre les limites: 7,61 et 12,16, mais le problème demeure encore indéterminé.

Plusieurs théoriciens, négligeant le problème de la nature chimique du Globe, ont cru avec LEGENDRE que les planètes étaient toutes faites d'un même matériau — tel que les silicates superficiels — et que l'accroissement continu de la densité résultait seulement de la pression. Si le Globe était un solide refroidi, vitreux et cristallin, les pressions hydrostatiques ne sauraient s'y transmettre, à cause des «effets de voûte» qui en résulteraient, mais la Terre possède une chaleur interne considérable due à sa radioactivité et des températures internes certainement supérieures au point de fusion de ses matériaux constituants. Les pressions hydrostatiques peuvent donc s'y transmettre et l'on calcule immédiatement une pression de $3 \cdot 10^6$ atmosphères au centre du Globe et de $0{,}58 \cdot 10^6$ atmosphères au centre de la Lune.

La Terre est donc presque entièrement (98%) formée de matériaux fondus et l'on pourrait être surpris de la valeur élevée de la rigidité à laquelle conduit la théorie des marées. La théorie de l'élasticité des solides, appliquée à la propagation des séismes, conduit aussi à un module d'élasticité, ou rigidité, égal à: $2 \cdot 10^{12}\ g \cdot cm^{-1}\ sec^{-2}$, supérieur à ceux du verre et de l'acier. C'est que la rigidité des solides usuels est due à des forces moléculaires, tandis que celle des corps célestes est due à la gravité. Le frottement intérieur, ou viscosité, inverse de la fluidité, y est aussi comparable à ce qu'il est dans l'acier, si bien que les marées luni-solaires du géoïde n'ont qu'une amplitude infime, voisine de 20 cm, par suite de leur courte période. Au contraire l'aplatissement du géoïde dû à sa rotation est considérable — le bourrelet équatorial a une épaisseur 10^5 fois plus grande, soit de 21 km — par suite de la durée ininterrompue de la contrainte. On conçoit ainsi comment le piroïde de POINCARÉ a pu se former à la faveur d'une très grande vitesse de rotation initiale, tandis que l'hypothèse de la résonance de DARWIN paraît hautement improbable. On conçoit, de même, que des effets hydrostatiques considérables, tels que des variations isostatiques de niveau, de l'ordre du kilomètre, intéressant des portions continentales étendues, puissent se manifester, à

l'échelle des millénaires, sous l'influence des surcharges glaciaires ou sédimentaires ou des allègements provoqués par l'érosion. La Terre se comporte ainsi comme le bien connu «bouncing putty», qui coule lentement comme un liquide visqueux tout en ayant l'élasticité d'une bille de billard pour les chocs instantanés (expérience).

Cette rigidité est encore attestée par les séismes profonds qui ont été décelés, semble-t-il, jusqu'à 750 km et dont la cause est inconnue.

On a cru que la séismologie pourrait nous donner une représentation fidèle de la structure du Globe et l'on a proposé de nombreux modèles différents, selon les hypothèses faites sur la nature, la densité et l'élasticité des diverses régions internes. Il est pourtant surprenant qu'un séisme, c'est-à-dire un choc initial unique et brusque, dégénère en oscillations continues irrégulières, formées de longs trains d'ondes s'accroissant avec la distance. Les séismologues admettent l'existence de discontinuités à l'intérieur du Globe, attestant des variations brusques de la densité, mais l'accord ne s'est pas fait sur leur nombre et leur situation. Tandis que WIECHERT trouvait une seule discontinuité vers 1250—1600 km de profondeur, JEFFREYS la place à 2900 km et BULLEN en admet trois, respectivement situées à 413, 2900 et 5000 km. Ces travaux ont conduit à une g é o o p t i q u e dont la fig. 1 est un exemple dû à JEFFREYS. Le Globe est supposé être construit d'un noyau interne de densité constante et d'une enveloppe où la densité croît avec la profondeur.

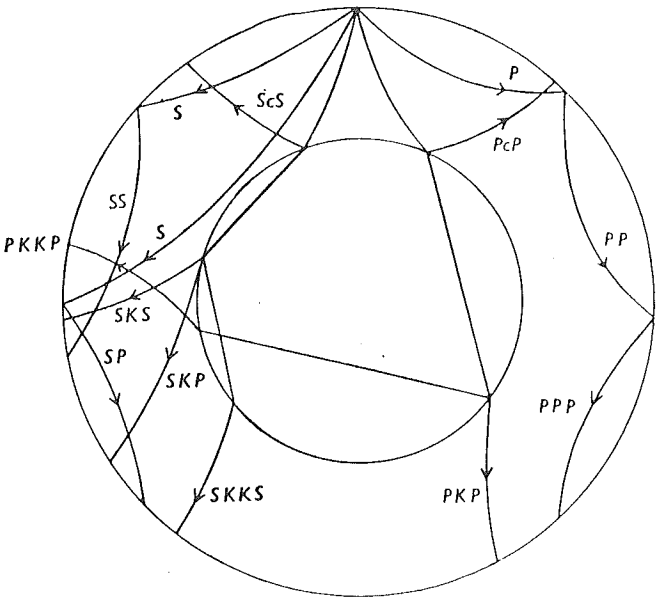


Fig. 1 Propagation des ondes séismiques longitudinales P et transversales S dans un Globe à noyau homogène, d'après JEFFREYS.

Il en résulte que les ondes longitudinales de compression P et transversales, de cisaillement ou de torsion, S, ont un parcours rectiligne dans le noyau et incurvé dans la lithosphère, par suite de la variation de l'indice. Contrairement à ce schéma, GUTENBERG admet dans le noyau, une densité croissante avec la profondeur.

A vrai dire, le problème séismologique est indéterminé, puisque l'on ignore la valeur des paramètres élastiques et la vitesse de propagation dans un milieu dont la nature, la densité, la température et la pression sont inconnues. Ajoutons que des propriétés physiques élémentaires, comme la compressibilité, la dilatation thermique, les chaleurs spécifiques et de fusion, la conductibilité thermique, y sont elles-mêmes indéterminées.

De l'aveu même de P. W. BRIDGMAN, qui est probablement le physicien connaissant le mieux les propriétés de la matière soumise aux hautes pressions: «Il est téméraire de déduire la composition de la croûte terrestre de la vitesse de propagation des ondes séismiques.» Autant l'application de la séismologie est justifiée pour la prospection géophysique, autant elle est précieuse encore pour l'étude des profils continentaux et sous-marins, autant son application à la structure interne est incertaine et pleine d'embûches.

Le géomagnétisme ne nous apprend rien sur ce sujet, car c'est un phénomène tout à fait superficiel, le point de Curie de la magnétite, soit 580° C est déjà atteint à la profondeur de 13 km. Le volume presque entier du Globe est neutre du point de vue géomagnétique.

Le cadre de cet exposé ne me permet pas de discuter, ni même d'énumérer les nombreux modèles de structure interne qui ont été proposés. Je me bornerai à en citer deux exemples récents: celui de W. KUHN et A. RITTMANN[2]) et celui de W. H. RAMSEY.

Par un calcul de vitesse de diffusion, KUHN et RITTMANN[2]) montrent qu'une Terre issue du Soleil, ou, à fortiori, formée par accrétion de poussière cosmique, ne saurait présenter de liquation ou ségrégation gravifique, conduisant à la séparation d'un noyau lourd tel que de ferronickel. Ils admettent, comme H. WILDE en 1890, que l'intérieur du Globe est encore constitué de matière solaire à haute température et sous forte pression, par conséquent, surtout d'hydrogène et d'hélium.

Des calculs théoriques ont montré que l'hydrogène sous $7 \cdot 10^5$ atm. pourrait acquérir un état métallique avec la densité limite de $0{,}8\ g \cdot cm^{-3}$. Mais il y a loin de cette densité à celle exigée par la mécanique céleste! KUHN et RITTMANN ont appliqué les lois de la diffusion sans tenir compte de la convection qui joue un rôle prépondérant. Il est évident, toutefois, qu'une Terre formée par accrétion de poussière cosmique, même portée ultérieurement, par la radioactivité, à une haute température, ne saurait donner naissance à un noyau central lourd. Les opérations métallurgiques du haut-fourneau ne sauraient être extrapolées à l'échelle des corps célestes! Ils est clair que c'est à l'état de gaz raréfié et à haute température, que le noyau s'est condensé en

[2]) W. KUHN et A. RITTMANN: Geol. Rundsch., t. 32, 215—256 (1941).

pluie à l'état fondu, car le point d'ébullition des métaux ferreux est plus élevé que celui de la silice, des oxydes terreux et alcalino-terreux.

RAMSEY[3]) a cherché à interpréter les 3 discontinuités admises par la séismologie vers 400, 2900 et 5000 km, par des changements d'état produits par la pression dans une matière homogène, à savoir un silicate du type de l'olivine. La première est attribuée à un changement de forme cristalline, avec passage de la structure hexagonale à la forme cubique, produisant une légère augmentation de densité. Cependant, à cette profondeur, la température est déjà telle que l'état cristallin n'est plus possible. La discontinuité à 2900 km est attribuée à un changement d'état de la silice, avec passage à une forme quasi métallique et conductrice.

Ces idées sont en opposition complète avec nos connaissances relatives à l'abondance cosmique des éléments chimiques. Si la Terre peut présenter des déficiences pour les éléments légers jusqu'au néon, elle ne saurait en manifester pour les éléments plus lourds. Il existe des rapports stricts entre les abondances du silicium, du magnésium et du fer et aucune fantaisie n'est permise en ce domaine.

De plus, la pression est incapable de modifier notablement la densité des liquides et des solides. Spring a montré que la densité du plomb pur, qui est de: 11,3415, ne dépasse pas 11,3470 sous 5000 atmosphères. L'exemple de la Lune montre que les roches péridotites conservent la même densité sous des pressions atteignant $\frac{1}{2}\,10^6$ atmosphères. Le moment d'inertie de notre satellite est celui d'une sphère homogène de Sima (d = 3,33). Mars possède une masse double de celle de Mercure et, cependant, sa densité est 3,8, tandis que celle de Mercure dépasse 5,0.

Il ne saurait encore moins être question d'introduire dans le système solaire la matière hyperdense que nous montrent les naines blanches. On sait que le compagnon de Sirius a presque la masse du Soleil avec le volume de la Terre et possède une densité de $2 \cdot 10^5$ g · cm^{-3}. La matière hyperdense n'apparaît que pour des pressions de l'ordre de 10^7 atmosphères et des masses supérieures à celle de Jupiter.

D'après la relation masse-rayon de CHANDRASEKHAR (voy. fig. 2) le rayon des naines blanches décroît lorsque leur masse augmente. La masse limite de matière nucléaire serait égale à 1,45 fois celle du Soleil. Jupiter représente la plus grosse planète possible formée de matière normale.

Le modèle de Roche

Le problème de la structure interne dépasse visiblement les possibilités de la mécanique céleste et de la séismologie et il nous faut l'aborder par d'autres voies et d'un point de vue plus général. Le problème fondamental à résoudre est celui de la nature des éléments chimiques constituant le Globe. Nous

[3]) W. H. RAMSEY: Month. Not., t. 108, p. 406—413 (1948); M. N. GEOPHYS. Sup., t. 5, p. 409 (1949).

allons le considérer comme un problème de chimie cosmique et l'aborder sous l'angle de la cosmologie et de l'abondance cosmique des éléments. Mais ceci ne saurait se faire qu'avec la plus grande prudence, car il serait vain de vouloir résoudre des incertitudes par une solution plus incertaine encore. Aussi, ne vous demanderai-je pas d'accepter une hypothèse cosmogonique, si séduisante soit-elle, mais seulement de faire un choix entre les deux grands groupes d'hypothèses actuellement en discussion: celles basées sur la filiation, les planètes étant issues du Soleil, comme les satellites sont issus des planètes, et les hypothèses basées sur l'accrétion des gaz et des poussières cosmiques. Le cadre de cet exposé ne me permet pas de décrire ces théories, ni de les discuter. Je dirai seulement que les hypothèses d'accrétion, si en faveur aujourd'hui, sont impuissantes à rendre compte des exigences de la géologie, de la géogénie, de la géochimie, de l'évolution des planètes, de l'existence d'une hydrosphère et d'une atmosphère, de la distribution des densités dans le Globe, des densités différentes de la Terre et de la Lune, de la chimie et de la minéralogie des météorites. Quelques théoriciens affirment, par exemple, que la lithosphère des planètes résulte simplement de l'agrégation de la poussière cosmique interstellaire. C'est résoudre d'une manière bien simpliste les difficiles problèmes de la géogénie. L'étude de la géologie, de la géochimie et de la minéralogie conduit à des conclusions toutes différentes, à savoir que les roches terrestres et les météorites résultent, en réalité, d'une longue et complexe évolution chimique, ayant souvent exigé des pressions considérables. Exposant les conclusions des travaux du C.O.P.

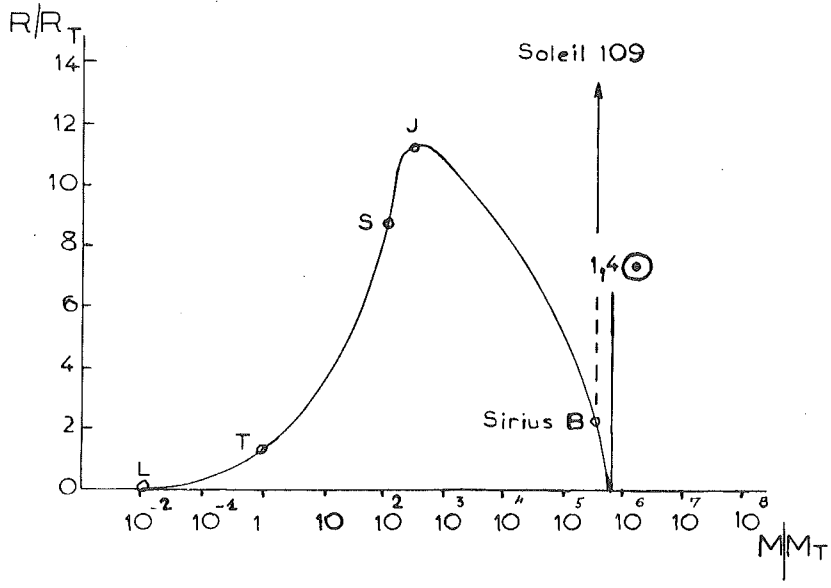


Fig. 2 Relation masse-rayon de Chandrasekhar pour des corps célestes de masse croissante, par rapport à la Terre.

E.I. au Congrès de Bruxelles de 1951 de l'U.G.G.I., son secrétaire, J. GOGUEL, adopte les conclusions de GUTENBERG au Symposium de Californie de 1949 et ne craint pas d'affirmer: «Les astronomes ont accepté l'idée de la formation de la Terre à basse température, les géologues ont reconnu qu'ils n'avaient pas d'indication que la Terre ait jamais été à haute température; les chimistes pensent que la forte proportion d'eau indique une origine à basse température. Il semble donc que l'on puisse admettre que la Terre, formée à basse température, s'est réchauffée peu à peu.» Non seulement la Terre est fortement déficiente en hydrogène, mais une telle conclusion semble ignorer les travaux fondamentaux de A. DAUBRÉE, G. A. HIRN, G. H. DARWIN, E. ROCHE, H. POINCARÉ, P. PUISEUX et, plus près de nous, ceux des pionniers de la géochimie: H. WASHINGTON, F. W. CLARKE, W. VERNADSKY, V. M. GOLDSCHMIDT, G. HEVESY, F. A. PANETH et de beaucoup d'autres savants.

Il nous faut encore admettre l'hypothèse faite au début du siècle dernier par OLBERS et selon laquelle les petites planètes ou astéroïdes — dont les météorites — représentent les restes disloqués de la planète terrestre manquant entre Mars et Jupiter. Le temps ne me permet pas d'énumérer les multiples raisons justifiant cette hypothèse. Les météorites se divisent en deux grands groupes: les sidérites, constituées de ferro-nickel, ayant la densité moyenne de 8,0 et les pierreuses, roches de nature péridotite, ayant la densité moyenne de 3,45. La planète d'OLBERS, de densité 5,57 était donc constituée d'un noyau de ferro-nickel entouré d'une lithosphère d'égal volume. Si toutes les planètes denses ont la même structure[4]) nous obtenons du même coup, la composition chimique interne du Globe.

Si la Lune est effectivement issue de la Terre par filiation, à la suite de la formation du piroïde de POINCARÉ, sa densité doit être la même que celle des météorites pierreuses et de la lithosphère terrestre. Or nous avons vu qu'elle est effectivement égale à 3,33.

DAUBRÉE a longuement insisté sur l'étroite analogie minéralogique existant entre les roches terrestres profondes et les météorites pierreuses et sur son importance cosmogonique. D'après ST. MEUNIER: «Les météorites présentent un ensemble de relations stratigraphiques et l'on peut, par leur rapprochement mutuel, reconstituer un tout géologique ayant avec notre Globe des analogies fort intenses». Par ailleurs, l'identité de composition isotopique des éléments terrestres et des météorites, montre qu'ils ont la même origine solaire. On sait que ces mélanges varient dans les diverses classes stellaires.

FARRINGTON[5]) a publié en 1915 une statistique donnant la composition chimique moyenne résultant de l'analyse de 125 météorites pierreuses et de 318 sidérites. Les 15 éléments les plus abondants s'y répartissent en trois familles chimiques et sont donnés dans le tableau suivant:

[4]) JEFFREYS avait donné en 1937 pour la densité de Mercure, la valeur $3{,}39 \pm 0{,}01$, mais une nouvelle détermination de E. RABE (Astr. Journ., t. 55, p. 112—126, 1950) de la parallaxe solaire, conduit, à une densité supérieure à 5. La densité de Vénus est égale à 5,2.

[5]) O. C. FARRINGTON: Meteorites, 1 vol. Chicago (1915).

Tableau I

Fe	72,06	Ni	6,50	Co	0,44	Cr	0,09	Mn	0,03	
O	10,10	S	0,49	P	0,14	C	0,04			
Si	5,20	Mg	3,80	Ca	0,46	Al	0,39	Na	0,17	K 0,04

les autres éléments reconnus, qui sont aujourd'hui au nombre d'une soixantaine, ne comptent que pour 0,05. C'est en associant ces éléments selon leurs affinités chimiques, c'est-à-dire d'après l'analyse minéralogique statistique des météorites, que l'on calcule la densité 5,57 pour la planète d'OLBERS. Les analyses de FARRINGTON portaient sur les échantillons appartenant aux collections minéralogiques. Elles ont été critiquées par divers auteurs qui estimaient trop grande la part accordée aux sidérites. En effet, sur 809 météorites cataloguées, 384 seulement ont été vues tomber et la majorité d'entre elles, 322, sont des pierres ne contenant que 5 à 25 % de ferro-nickel. La cause en est que les sidérites sont moins fragiles, moins altérables et se remarquent plus aisément sur le terrain. La plus grosse météorite pierreuse ne pèse qu'une demi tonne, tandis que les grosses sidérites en pèsent 70. D'après HEIDE, les 10 plus grosses sidérites cataloguées pèsent ensemble 1000 t. Si l'on pouvait tenir compte de la masse des énormes sidérites tombées le 30 juin 1908 à Krasnojarsk (40 000 t?) et le 12 février 1947 à Novopokrowska (1000 t), de la sidérite de l'Adrar (10^6 t); des sidérites ayant provoqué jadis les énormes cratères de Chubb, dont le diamètre est de 3,3 km, le Meteor Crater (1,17 km), le Wolf Creek (0,850 km) et la dizaine de plus petits cratères connus, la masse des pierres deviendrait tout à fait insignifiante. En fait, la statistique de FARRINGTON constitue un excellent échantillonnage moyen des météorites. Le ferro-nickel natif y compte pour 68 %.

Ainsi, si l'on admet ces deux constituants, ferro-nickel et péridot, le problème est déterminé: Le noyau terrestre de ferro-nickel a un volume égal à 47 % de celui du Globe et un rayon de 4946 km. La lithosphère a une épaisseur de 1425 km. Voici un modèle construit à l'échelle 10^{-8} dont la lithosphère est en lave ayant la densité de la Lune et dont la densité moyenne est de 5,52. (Présentation du modèle.)

Comment s'effectue la transition entre le noyau métallique et la lithosphère? GOLDSCHMIDT pense que le noyau est entouré d'une épaisse scorie de transition, formée de sulfures (troïlite), de masse équivalente. En effet, l'abondance cosmique du soufre est considérable (Tableau IV), le rapport de cet élément à son homologue inférieur: l'oxygène, étant 0,12, tandis qu'il est rare à la surface du Globe ($S/O = 10^{-3}$). Il doit être surtout interne, comme le montre le volcanisme. Cependant, le rapport S/O n'est, pour les météorites (Tableau I) que 0,05, si bien que la couche de sulfures, de siliciures et de carbures ne doit pas être très importante.

Ce modèle météorique du Globe a été proposé pour la première fois par ED. ROCHE en 1881, à la suite de pures considérations astronomiques, portant sur les valeurs de la précession et de l'aplatissement. ROCHE admettait un noyau de fer météorique de densité 7,0, entouré d'une couche silicatée de

densité 3,0 de 1060 km d'épaisseur. En 1897 W. WIECHERT (voy. fig. 3) arrivait à la même conclusion par la séismologie, à savoir, un noyau de ferro-nickel de densité comprise entre 7,8 et 8,2, entouré d'une lithosphère d'épaisseur comprise entre 1250 et 1600 km. Nous nommerons ce modèle: «modèle de ROCHE».

Il est facile de montrer comment cette structure satisfait aux conditions gravimètriques. La fig. 4 représente les variations de la densité et de la gravité dans le noyau, le sima et le sial.

On calcule pour ce modèle un moment d'inertie $I = 84 \cdot 10^{43}$ C.G.S. très voisin de la valeur astronomique $I = 81 \cdot 10^{43}$.

Les bases théoriques de la géochimie

Mais ce n'est pas tout, nous devons maintenant justifier cette composition chimique et montrer comment les planètes terrestres ont pu acquérir cette composition si différente de celle du Soleil. C'est précisément l'un des plus sérieux arguments des accrétionnistes, d'affirmer que la Terre ne saurait être issue du Soleil parce que les éléments H, He, C, N et Ne, si abondants sur le Soleil, sont rares sur notre Globe.

La géochimie nous a fait connaître, avec une bonne approximation, la nature des régions les plus superficielles du Globe. Si l'on y ajoute l'hydrosphère et

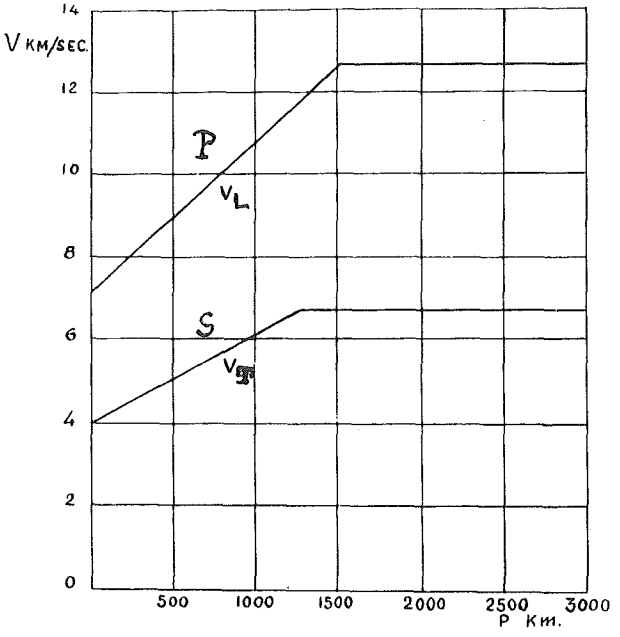


Fig. 3 Variations de la vitesse des ondes séismiques longitudinales P et transversales S en fonction de la profondeur, d'après W. WIECHERT.

l'atmosphère, on trouve la composition massique statistique représentée par le Tableau suivant:

Tableau II

Abondance géochimique des éléments d'après H. WASHINGTON

O	50,02	H	1,00	S	0,052	Li	0,003						
Si	25,80	Ti	0,629	Ba	0,048	Ca	0,002						
Al	7,30	Cl	0,29	Cr	0,037	Ce	Co	Gl	. . . . .				10^{-3}
Fe	5,12	C	0,18	N	0,03	B	Zn	Pb	As	Rb	Cu	. .	10^{-4}
Ca	3,63	P	0,130	Zr	0,028	Cd	Sn	Hg	Sb	Mo	Th	U	10^{-5}
Na	2,85	Mn	0,096	V	0,021	Ag	W	Bi	Tl				10^{-6}
K	2,60	F	0,077	Ni	0,019	Se	Au	Br	. . . . .				10^{-7}
Mg	2,09			Sr	0,018	Te	Pt	. . . . .					10^{-8}

Il est normal que la surface du Globe ne renferme que peu d'éléments relativement lourds, tels que le fer et le magnésium, le premier constituant le noyau et le second étant engagé dans le sima.

De très nombreux travaux spectroscopiques nous ont fait connaître la nature des régions superficielles du Soleil. On désigne la matière solaire sous le nom de «mélange de RUSSELL». Il est à remarquer qu'au cours des progrès réalisés pour résoudre ce difficile problème, ce savant a été conduit à diminuer constamment la proportion des éléments lourds et à accroître la concentration en hydrogène. Parmi les divers mélanges proposés, nous choisirons un type moyen représenté sur le tableau III. Un changement possible du rapport H/He ne modifierait pas nos conclusions.

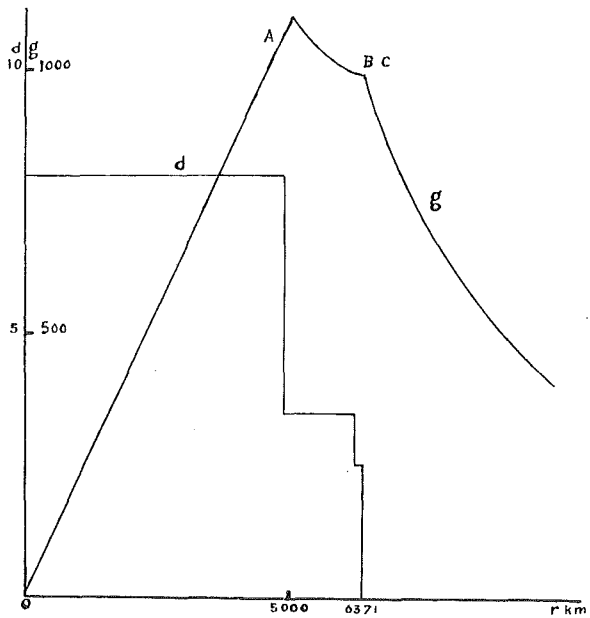


Fig. 4 Variations de la densité d et de la gravité g dans le globe terrestre.

Tableau III

H	50	O, C, N, etc.	6
He	42	Fe, Si, Mg, etc.	2

Il est intéressant de rapprocher cette composition de celle de l'Univers. L'abondance cosmique des éléments chimiques, déduite de la spectroscopie stellaire, de l'étude de la matière interstellaire et du système solaire, de l'évolution des étoiles, conduit à la composition massique (RUSSELL, GOLDSCHMIDT, BROWN) représentée sur la fig. 5 et résumée sur le Tableau IV:

Tableau IV

Abondance cosmique des éléments, d'après H. BROWN et GREENSTEIN

H	1600	Ne	4,0	Ca	0,16
He	640	Si	2,2	Al	0,13
O	16	S	1,9	Na	0,07
Fe	5,6	Mg	1,4	Cl	0,05
N	5,6	A	0,4	P	0,03
C	4,8	Ni	0,24		

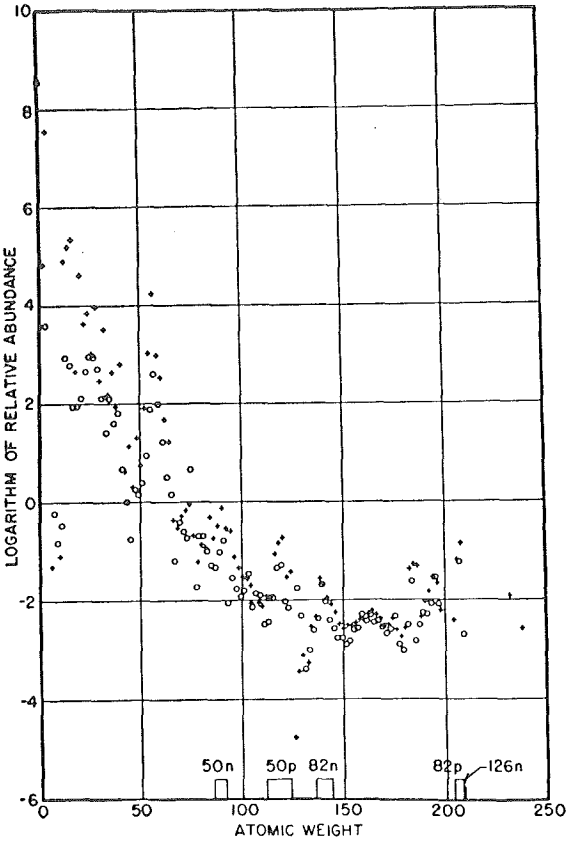


Fig. 5 Abondance cosmique des éléments d'après ALPHER et HERMANN

O Eléments impairs + Eléments pairs

L'abondance de l'hydrogène y apparaîtra plus grande encore qu'à la surface du Soleil, mais celui-ci a déjà consommé quelques centièmes de son hydrogène. Si le Soleil avait eu, originellement, la composition de la matière cosmique, il aurait possédé 29 % d'hélium. Au cours de son existence d'étoile géante, puis de naine jaune ($5 \cdot 10^9$ ans), il a dû en accumuler au moins 40 %. Il possède, par ailleurs, au moins 1 % de carbone et d'azote, nécessaires au cycle de Bethe.

Nous arrivons à des conclusions analogues si nous considérons l'abondance cosmique dans la Galaxie, donnée par l'étude statistique des masses nucléaires des rayons cosmiques primaires. Celle-ci est représentée, d'après BRADT et PETERS, sur la fig. 6 et résumée sur le tableau V:

Tableau V

H	66	O, C, etc.	5
He	26	Fe, Mg, Si, etc.	3

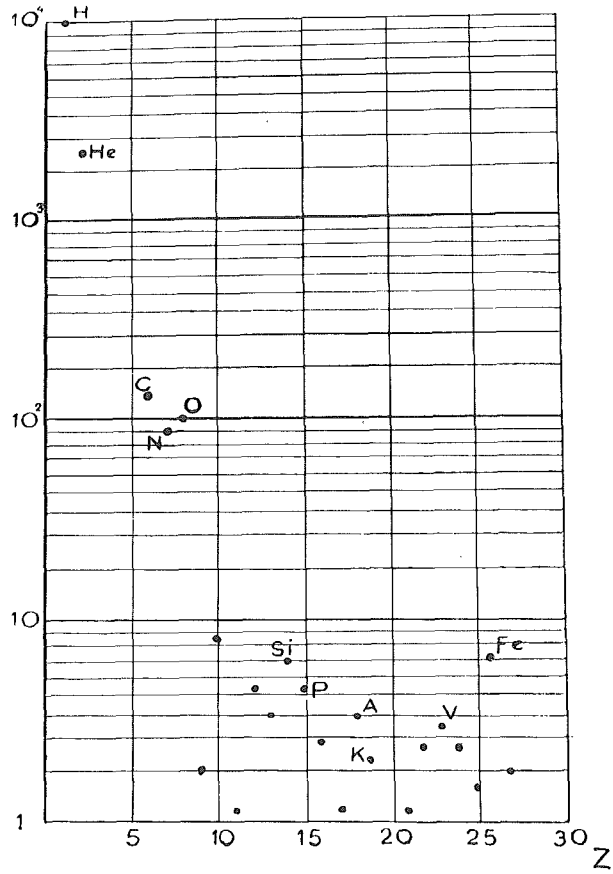


Fig. 6 Abondance des éléments dans les rayons cosmiques, d'après BRADT, PETERS et Coll.

Les rayons cosmiques, étant issus des régions coronales des étoiles magnétiques galactiques du type A, peuvent présenter une composition chimique s'écartant quelque peu de l'abondance cosmique, la Galaxie montrant une prédominance d'étoiles du type solaire.

La densité des planètes géantes et l'étude de leurs atmosphères montrent qu'elles sont constituées presque intégralement du mélange solaire de RUSSELL, avec perte, toutefois, d'hydrogène et d'hélium. Si l'on refroidit à basse température une masse de cette matière, assez grande pour qu'elle conserve sa composition chimique initiale, on obtient une planète géante formée d'un noyau central de ferro-nickel entouré d'une scorie de siliciures, de carbures et de sulfures métalliques et d'une lithosphère de silicates, au sein d'une masse congelée de: H_2O, CO_2, H_2S et NH_3, environnée d'une atmosphère de Ne, CH_4 et NH_3. Ces produits sont le terme de l'évolution chimique du mélange de RUSSELL en fonction d'une température décroissante. Le fait que la densité moyenne du Soleil est la même que celle des planètes géantes, résulte d'un pur hasard et n'a pas de signification cosmogonique.

L. SPITZER[6]) a montré en 1939 qu'il n'était pas possible d'extraire du Soleil, par exemple par effet de marée, une masse de matière représentant la somme des masses planétaires (1/700 de celle du Soleil) comme le voulait JEANS. Cette masse unique, devant être issue d'une région assez profonde, possèderait une température de l'ordre de 10^6 degrés et exploserait en se dissipant dans l'espace dès sa libération. Si, au contraire, par un mécanisme approprié[7]) nous extrayons s u c c e s s i v e m e n t les planètes géantes, la masse matérielle chaque fois libérée demeure superficielle et possède une température de l'ordre de celle de la photosphère assurant sa stabilité.

D'où vient alors la composition si différente des planètes terrestres? Nous allons montrer qu'elle résulte de l'évaporation fractionnée à haute température, d'une masse du mélange de RUSSELL inférieure à la masse critique assurant la formation d'une planète géante. Autrement dit, les planètes terrestres sont des noyaux de planètes géantes.

Nous devons, pour cela, étendre au problème cosmogonique les considérations appliquées par JOHNSTONE STONEY en 1897 et tirées de la théorie cinétique des gaz, pour rendre compte de la nature des atmosphères planétaires. La vitesse quadratique moyenne v_m d'un gaz de masse moléculaire m, à la température absolue T est égale à:

$$v_m = \sqrt{\frac{3\,KT}{m}} = 0{,}1579 \sqrt{\frac{T}{m}} \text{ km/sec}$$

K étant la constante des gaz ($K = 8{,}3 \cdot 10^7$ erg $mol^{-1}deg^{-1}$).

Par ailleurs, la vitesse critique d'évasion v_c pour un corps céleste de masse M et de rayon R est donnée par l'expression:

---

[6]) L. SPITZER: Astrophys. Journ., t. 90, p. 675—688 (1939).

[7]) La théorie des planètes jumelles: A. DAUVILLIER: Arch. Sc. Phys. Nat. (Genève), t. 24, p. 5—24 (1942); Physique cosmique, 1 vol. 345 p. HERMANN, Paris (1947).

$$v_e = \sqrt{\frac{2\,GM}{R}} = 11{,}3\sqrt{\frac{M}{R}}\ \text{km/sec}$$

G étant la constante de la gravitation et en fonction de la masse et du rayon terrestres. Puisque les planètes terrestres sont presque réduites à des noyaux de planètes géantes, elles sont nées avec une masse quelque 20 fois plus grande. Considérons-les nouvellement nées à la température de 4000 °K, qui est sensiblement celle des taches solaires, afin de pouvoir préciser leur état chimique.

L'hydrogène, l'oxygène et l'azote y sont partiellement dissociés à l'état atomique dans une proportion connue. Il n'existera ni H_2O, ni CO_2, mais de nombreuses combinaisons bi-atomiques présentes dans les taches solaires, ainsi que quelques rares molécules telles que O_3 et C_2H_2. Nous avons porté sur la fig. 7 les vitesses quadratiques moyennes de ces principaux gaz en fonction de la température jusqu'à 6000 °K, température de la photosphère et jusqu'à la masse moléculaire m = 30. Nous avons, en outre, porté en abcisses, les vitesses critiques d'évasion pour quelques planètes géantes et terrestres et quelques satellites.

Si la masse de la Terre primitive, juste extraite du Soleil, était 20 fois plus grande que sa masse actuelle, nous ne connaissons cependant pas son rayon originel définissant sa vitesse critique, mais nous pouvons l'estimer en

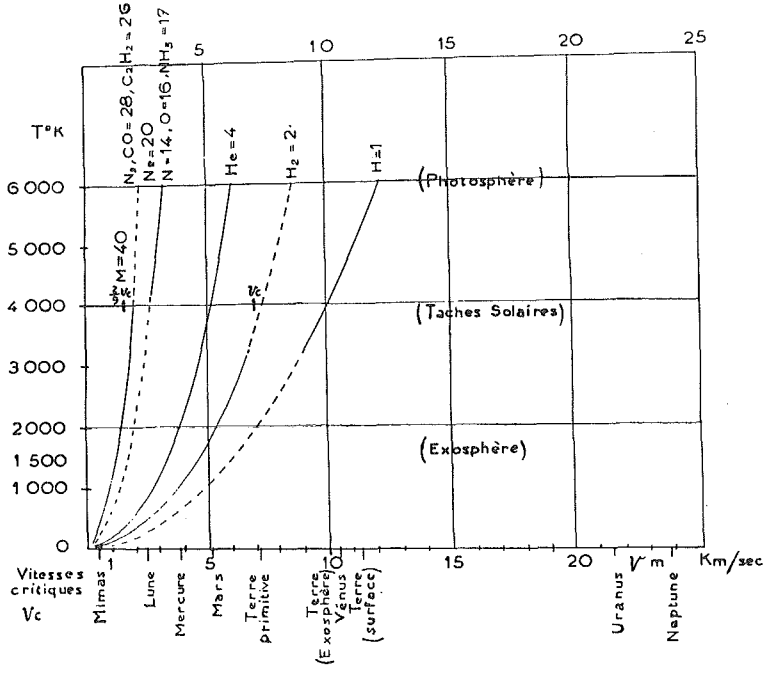


Fig. 7 Variations de la vitesse quadratique moyenne moléculaire de quelques gaz en fonction de la température, comparées aux vitesses critiques d'évasion pour divers corps célestes, d'après la théorie cinétique des gaz.

comparant l'abondance géochimique des gaz rares avec leur abondance cosmique. Nous constatons une forte déficience en néon et une abondance normale en A 36. (A 40 est en grand excès mais a, comme on le sait, une origine radioactive.)

La théorie cinétique des gaz permet alors le calcul de la vitesse critique d'évasion de la Terre primitive, soit 7 km/sec., ce qui lui assigne un rayon 25 fois plus grand que le rayon actuel et une densité moyenne de l'ordre de celle de l'air normal. Cette valeur s'accorde sensiblement avec les conclusions d'un travail théorique de MERCIER[8]) sur les sphères polytropiques gazeuses.

JEANS a, en effet, montré qu'un gaz animé d'une vitesse quadratique moyenne v_m égale au quart de la vitesse critique v_c serait dissipé en quelques milliers d'années, de l'ordre de la durée du refroidissement des surfaces planétaires.

La comparaison de ce graphique avec les informations déduites de la spectroscopie des taches solaires nous permet maintenant de préciser le mécanisme de l'évaporation thermique fractionnée subie par les planètes terrestres. On voit que l'hydrogène n'est retenu, ni à l'état atomique ou moléculaire, ni à l'état d'hydrures légers: BH, CH, NH, OH, présents dans les taches, mais seulement sous forme d'hydrures lourds peu abondants: NaH, MgH, AlH, SiH, CaH. C'est ainsi que la croûte terrestre n'a retenu que 1 % d'hydrogène constituant l'hydrosphère. Les éléments biogènes: C, N, O, s'échappent à l'état atomique, moléculaire et d'hydrures: CH, NH, OH, CO. Ils ne sont retenus que par leurs affinités chimiques, soit sous forme de carbures, de nitrures, peu abondants et d'oxydes lourds: SiO, AlO, TiO, ZrO, par conséquent, surtout par le silicium et les alcalino-terreux. Ainsi s'explique l'abondance de l'oxygène (SiO_2) et la rareté du carbone et de l'azote.

La triade: lithium, béryllium, bore, n'est pas à considérer ici, car ces éléments sont aussi rares sur la Terre (10^{-6}) que sur le Soleil. Ils sont exclus de ses régions profondes pour des raisons de chimie nucléaire.

Le fluor est, lui aussi, retenu à l'état de fluorures lourds: MgF, SiF, SrF, présents dans les taches. Le néon s'échappe presque totalement, mais tous les éléments plus lourds seront conservés.

Vers 3000 °K, la vapeur de fer occupant le centre de la planète se résout en p l u i e, en constituant un noyau fondu environné d'une atmosphère gazeuse de silice, d'oxydes volatils et d'halogénures alcalins. L'écart de température existant entre le point d'ébullition et le point de fusion est, en effet, bien moindre pour les oxydes réfractaires que pour les métaux ferreux.

Au lieu de nous adresser à l'analyse statistique des météorites, nous pouvons aussi, d'une manière tout à fait indépendante, traiter le problème en nous basant sur l'abondance cosmique des éléments (Tableau IV). Si dans ce tableau nous unissons les éléments Fe, Ni, S et P pour constituer le noyau et oxydons les éléments Si, Mg, Ca, Al pour en faire la lithosphère, à laquelle nous ajoutons les halogénures alcalins (Na, Cl), nous obtenons le rapport:

[8]) MERCIER: Nature, t. 141, p. 201 (1938).

0,50 au lieu de 0,68, pour le quotient de la masse du noyau par la masse du Globe, soit un chiffre du même ordre de grandeur. La Galaxie est, en effet, surtout constituée d'étoiles du type solaire. Cependant, l'abondance cosmique des éléments est moins sûre et moins bien connue que la composition des météorites.

Le modèle de ROCHE s'accorde donc à la fois avec l'abondance cosmique des éléments, favorable à une haute teneur en fer et avec la composition du mélange de RUSSELL. Il montre que les pseudo-discontinuités de la géooptique devront recevoir d'autres interprétations.

La méthode est d'une application plus générale encore car elle permet de prévoir la structure des planètes géantes. Le problème est complètement déterminé et l'on peut calculer les dimensions des noyaux de ferro-nickel, des lithosphères, des enveloppes de glaces d'eau, d'ammoniac et de méthane.

On peut montrer[9]) que ces planètes ont perdu en se condensant, par suite de leur grand volume originel et de leur haute température — malgré leur masse élevée — la presque totalité de leur hélium et de leur hydrogène libre. Uranus et Neptune, par suite de leur masse 10 fois plus faible, ont été portées à une température moins élevée et ont retenu une faible atmosphère d'hydrogène et d'hélium.

L'existence de Mimas, le plus petit satellite n o r m a l de Saturne, de masse 2000 fois moindre que celle de la Lune, a une signification cosmogonique profonde. On voit sur la fig. 7 qu'il n'a pu être extrait — sans s'évaporer complètement — que d'une planète géante gazeuse déjà refroidie aux environs de 500 °K. C'est donc, comme tous les satellites non capturés des quatre planètes géantes, un glaçon de gaz légers dépourvu d'éléments lourds.

Ainsi ce problème de la structure interne, en apparence anodin et limité, met effectivement en cause les plus hautes spéculations cosmologiques.

La chaleur interne

Il n'est guère possible de traiter le problème de la structure interne du Globe sans parler de sa chaleur interne. Celle-ci a une origine complexe. Elle comporte un résidu de chaleur solaire, de la chaleur de gravitation causée par la condensation de la planète, de la chaleur d'origine chimique et de la chaleur radioactive. C'est, de beaucoup cette dernière, la plus importante. Ce phénomène est fondamental pour l'interprétation du volcanisme, de l'orogénèse et de la séismicité. Il joue un rôle dans la stabilité des planètes denses et dans celle des noyaux des planètes géantes.

Une grande quantité de chaleur s'échappe continuellement par conduction à travers la croûte solide. De nombreuses mesures du gradient géothermique $\frac{dT}{dx}$, effectuées dans les puits de mine et les forages, ont accusé la valeur moyenne de 32 ° C/km. La conductibilité thermique K des roches est très

[9]) A. DAUVILLIER: C. R., t. 237, p. 951—953 (1953)

variable. Néanmoins, on peut estimer à travers la surface continentale un flux de chaleur moyen de l'ordre de

$$\Phi = K \frac{dT}{dx} = 0{,}004 \times 3{,}2 \cdot 10^{-4} = 1{,}28\ \mu \text{ cal cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$$

ou, pour toute la Terre:

$$Q = \Phi S = 1{,}28 \cdot 10^{-6} \times 5{,}1 \cdot 10^{18} = 6{,}5 \cdot 10^{12} \text{ cal/sec}$$

soit $27 \cdot 10^9$ kilowatts.

Ce flux d'une microcalorie par centimètre carré et par seconde est inappréciable devant le rayonnement solaire qui est 10^4 fois plus intense et son influence climatique est tout à fait négligeable.

Si la chaleur interne était seulement de la chaleur cosmique primitive, provenant du Soleil et de la contraction de HELMHOLTZ, l'intérieur du Globe se serait déjà quelque peu refroidi. La chaleur spécifique du fer est C = 0,11 et celle des roches: C = 0,23. Avec la valeur moyenne C = 0,17, la capacité calorifique du Globe est MC = 10^{27} calories. En $3 \cdot 10^9$ ans, la chute de température interne serait de:

$$\Delta T = \frac{6{,}5 \cdot 10^{12} \times 3 \cdot 10^7 \times 3 \cdot 10^9}{10^{27}} = 580^\circ \text{ C}$$

Mais l'énergie géothermique interne est beaucoup plus grande encore comme nous le montre l'ampleur du thermalisme et, surtout, du volcanisme. De multiples tentatives, basées sur les hypothèses les plus diverses, ont été faites pour évaluer cette chaleur. Elles n'ont de sens que si l'on part d'un modèle de structure bien défini et si l'on connaît la radioactivité des divers constituants.

La chaleur interne est due aux quatre radioéléments: U 238, U 235, Th 232 et K 40. Le tableau suivant résume leur concentration isotopique actuelle, leur période et leur activité thermique déduite de l'énergie de leurs rayonnements.

Tableau VI

Radio Elément	C %	Période 10^9 ans	q cal g^{-1} sec^{-1}	Transmutation
U 238	99,274	4,6	$2{,}5 \cdot 10^{-8}$	Pb 206
U 235	0,719	0,7		Pb 207
Th 232	100	14	$6{,}3 \cdot 10^{-9}$	Pb 208
K 40	0,012	1,8	$8{,}6 \cdot 10^{-13}$	12 % A 40 + 88 % Ca 40

Connaissant les masses des diverses régions du Globe, la radioactivité des roches superficielles et profondes, ainsi que l'activité des météorites pierreuses et des sidérites, d'après les mesures de HEVESY et PANETH, nous pouvons estimer l'énergie géothermique interne. Le calcul est résumé dans le tableau suivant.

L'activité de l'uranium est exprimée en radium.

Tableau VII

	Masse 10^{24} g	(U) Ra g/g	Th g/g	K g/g	q 10^{-14} cal g^{-1} sec^{-1}	Q 10^{12} cal sec^{-1}
Sial Granite	72	$3 \cdot 10^{-12}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$2{,}6 \cdot 10^{-2}$	25	18
Sial Basalte	247	$1{,}5 \cdot 10^{-12}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$1{,}3 \cdot 10^{-2}$	13	32
Sima	1597	$1{,}2 \cdot 10^{-13}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-3}$	1,19	19
Noyau	4064	$3 \cdot 10^{-14}$	—	—	0,11	4,5

soit au total, $7 \cdot 10^{13}$ cal. $\cdot$ sec^{-1}, quantité de chaleur 10 fois plus grande que celle issue par conduction de la croûte. C'est l'énergie du thermalisme et du volcanisme.

C'est pour des raisons chimiques que les radioéléments se sont ainsi distribués dans les diverses régions du Globe. L'uranium et le thorium existent dans le granite sous forme de microinclusions dans les cristaux de zircon du mica et y donnent naissance aux halos pléochroïques. GOLDSCHMIDT a montré en 1925 que cette localisation était due à l'isomorphisme de ZrO_2, ThO_2 et UO_2.

L'estimation des températures internes est beaucoup plus difficile et ce problème est encore indéterminé, car nous ne connaissons pas la conductibilité thermique aux pressions régnant à l'intérieur du Globe. Si nous admettons, tout d'abord, que la chaleur ne se transmet que par conduction, nous pouvons calculer la différence de température ΔT qui existerait entre le centre et la surface d'une sphère de ferro-nickel de masse M, d'après la radioactivité des sidérites. Cette valeur est donnée par l'équation:

$$\Delta T = \frac{q}{6K}\left(\frac{M}{\frac{4}{3}\pi d}\right)^{2/3}$$

K étant la conductibilité thermique d'un acier au nickel ($K = 0{,}11$), d la densité des sidérites ($d = 8$) et q la quantité de chaleur dégagée par unité de volume et par seconde: $q = 0{,}88 \cdot 10^{-14}$ cal. d'après PANETH. On trouve ainsi, pour une sidérite de 10^4 t, $\Delta T = 0{,}6 \cdot 10^{-8}$ ° C; pour le noyau de la planète d'OLBERS ($M = 0{,}7 \cdot 10^{26}$ g), $\Delta T = 275°$ C, et, pour le noyau du Globe ($M = 4 \cdot 10^{27}$ g), $\Delta T = 3200°$ C. ΔT croît comme le carré du rayon.

La conduction serait plutôt réduite dans les conditions physiques régnant dans le noyau, car la conductibilité du fer diminue lorsque la température et la pression augmentent.

Ces chiffres fort douteux sont néanmoins instructifs: ils nous montrent comment les sidérites nous sont parvenues sous forme d'énormes cristaux, car le noyau de la planète d'OLBERS s'était refroidi très lentement et avait cristallisé entièrement. Mais la valeur 3200° C obtenue pour le noyau terrestre n'a guère de signification physique. Elle montre seulement que celui-ci est vraisemblablement fondu et que la chaleur s'y transmet, non par conduc-

tion, mais par de lents courants de convection, c'est-à-dire que la conductibilité apparente est beaucoup plus grande. Si nous admettons une conductibilité 10 fois supérieure, l'écart de température est ramené à 320° C car l'état de fusion est maintenu par la lithosphère environnante.

Si nous calculons, de même, l'écart thermique régnant entre la surface du Globe et le niveau de profondeur x dans la croûte solide d'épaisseur E, au moyen de l'expression:

$$\Delta T = \frac{q}{2K} (2E - x)\, x$$

Nous trouvons la loi parabolique de température représentée par la fig. 8. Ici l'écorce est beaucoup plus active, étant de granite ($q = 9 \cdot 10^{-13}$ cal. cm^{-3} sec^{-1}), mais sa conductibilité est bien plus faible ($K = 0{,}014$). Cette courbe précise trois niveaux importants: la profondeur, 13 km, pour laquelle l'eau atteint sa température critique: 374° C; celle de 22 km ou la magnétite atteint son point de Curie: 580° C et celle, 50 km, où le basalte porté à 865 °C entre à l'état de demi-fusion hydro-thermale. Au dessous de ce niveau, le magma n'est plus cristallin, mais aura les propriétés d'un verre incandescent très visqueux, quoique très rigide.

Que se passe-t-il dans le reste de la lithosphère, entre ces deux niveaux caractéristiques — 50 et — 1450 km? Nous pouvons encore calculer l'écart thermique existant entre eux en prenant pour le sima: $q = 4 \cdot 10^{-14}$ cal. cm^{-3}

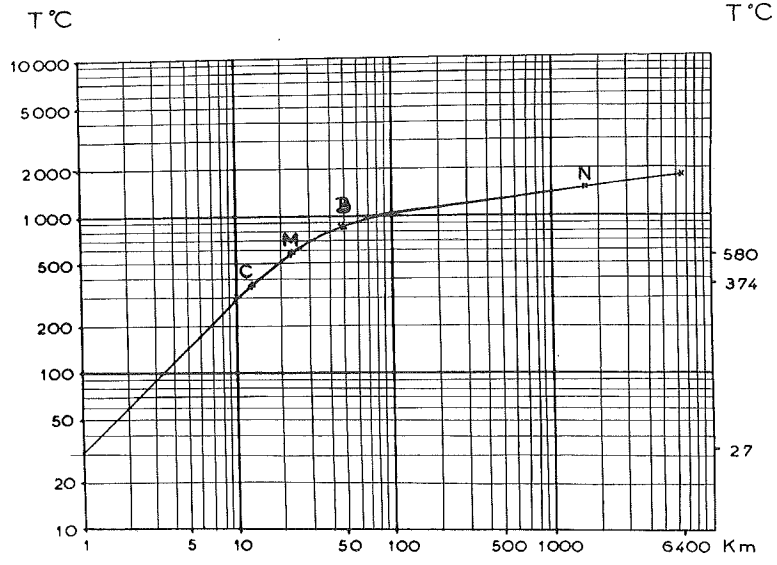


Fig. 8 Variation présumée de la température dans le Globe terrestre.

C Température critique de l'eau
M Point de Curie de la magnétite
B Fusion hydro-thermale du basalte
N Noyau de ferro-nickel

sec^{-1} et $K = 0{,}01$. On trouve ainsi: $\Delta T = 30\,000°$ C. Cette région du Globe est celle où se produit le plus grand dégagement thermique, mais les courants de convection y sont plus actifs que dans le noyau, par suite de sa plus faible densité et de la moindre pression et l'écart thermique pourrait, en réalité, être 50 fois plus faible et ne pas excéder 600° C. La convection dépend de la viscosité et croît rapidement avec la température, mais la viscosité croît exponentiellement avec la pression à température constante. La convection est, par ailleurs, limitée aux surfaces de discontinuité. Les mouvements isostatiques verticaux nous font connaître des vitesses de déplacement du magma superficiel de 1 m par siècle, soit de 10 km par million d'années. De tels déplacements sont largement suffisants pour assurer l'équilibre thermique convectif de la lithosphère.

Nous aurions ainsi, d'une manière tout à fait hypothétique, pour température au centre du Globe, la valeur: $865 + 600 + 320 = 1785°$ C, justifiant un état général de fusion.

Cette tentative d'estimation n'a d'autre but que de nous offrir une base de discussion du problème, mais il est clair que l'ignorance des états convectifs laisse celui-ci indéterminé.

L'état thermique interne du Globe ressemble ainsi à celui d'un bain de métal fondu, contenu dans un creuset de terre réfractaire mauvais conducteur: il existe un fort gradient thermique dans la paroi du creuset (la croûte terrestre), tandis que le bain serait isotherme s'il ne s'y produisait aucun dégagement thermique, tel qu'un chauffage par induction.

Il était intéressant de chercher à préciser la vitesse de refroidissement du Globe depuis sa naissance. De nombreuses tentatives ont, depuis Lord KELVIN (1883), été faites pour évaluer la durée du refroidissement de la surface jusqu'à sa température actuelle. La plupart n'ont considéré qu'un problème de conduction, faisant abstraction du rayonnement et de la radioactivité. Les durées trouvées étaient de l'ordre des centaines ou des dizaines de millions d'années. JEFFREYS[10]), le premier, a montré que la durée du refroidissement avait dû être bien plus courte. Le problème prend de multiples aspects très différents, au cours du refroidissement. C'est, au début, un problème d'astrophysique qui a été abordé par LANE et EMDEN. Une masse gazeuse à haute température se contracte en rayonnant. Le refroidissement est d'abord très rapide (voy. fig. 9) car le rayon primitif est très grand et la température très élevée. Si nous nous reportons à la Terre primitive considérée plus haut, portée à 4000 °K et ayant un rayon 25 fois plus grand que son rayon actuel, la loi de STEFAN nous permet de calculer un rayonnement d'énergie égale à:
$W = 4\,\pi\,R^2\,\sigma\,T^4 = 4\,\pi\,(25 \times 6{,}4)^2 \cdot 10^{16} \times 5{,}7 \cdot 10^{-5} \times 4^4 \times 10^{12} \times 3 \cdot 10^7 = 1{,}2 \cdot 10^{39}$ ergs/an.

Le rayon diminue jusqu'au point de liquéfaction qui se situe vers 3000 °K pour les métaux ferreux. Il ne diminuera plus sensiblement dans la suite. Le rayonnement à cette température est réduit à:

---

[10]) H. JEFFREYS: The Earth, 1 vol. 392 p., Cambridge Univ. Press, (1924, 1929, 1952).

$$W = 4\pi\,(6{,}4)^2 \cdot 10^{16} \times 5{,}7 \cdot 10^{-5} \times 3^4 \cdot 10^{12} \times 3 \cdot 10^7 = 6 \cdot 10^{35} \text{ ergs/an}$$

valeur 2000 fois plus faible.

L'énergie thermique interne ne pouvant excéder le travail de gravitation de HELMHOLTZ soit:

$$W = \frac{3}{5}\frac{GM^2}{R} = 2 \cdot 10^{39} \text{ ergs}$$

le point d'ébullition sera atteint au bout de quelques siècles seulement. La planète se refroidira ensuite plus lentement par rayonnement, celui-ci étant entretenu par la convection interne, jusqu'au point de solidification de la première croûte vitreuse superficielle, soit vers 1500° C (1773 °K). Le rayonnement est alors devenu 10 fois plus faible:

$$W = 4\pi\,(6{,}4)^2 \cdot 10^{16} \times 5{,}7 \cdot 10^{-5} \cdot (1773)^4 \times 3 \cdot 10^7 = 7{,}8 \cdot 10^{34} \text{ ergs/an}$$

Cette énergie correspond à un flux de chaleur de $2 \cdot 10^{27}$ calories par an. La durée du refroidissement jusqu'au point de solidification de la surface n'aura pas excédé 10^4 ans.

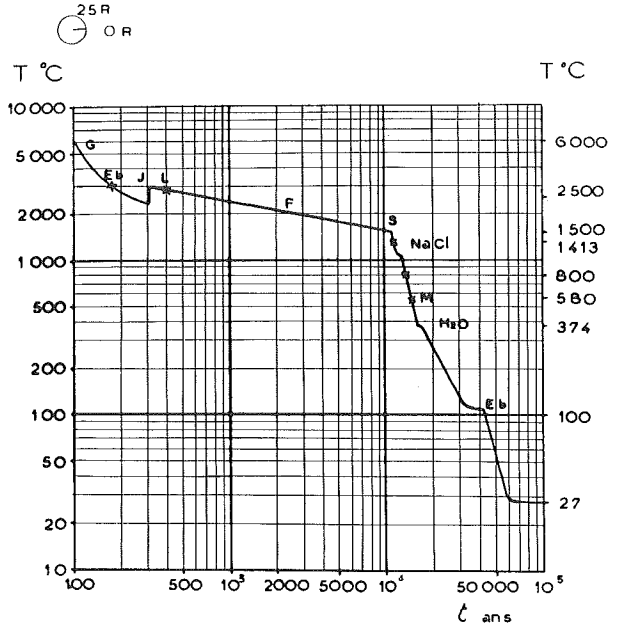


Fig. 9 Vitesse de refroidissement de la surface du Globe depuis son extraction du Soleil.

Eb Point d'ébullition des vapeurs métalliques
J Jonction des planètes jumelles et départ de la Lune
S Point de solidification de l'écorce vitreuse siliceuse
NaCl Condensation des halogénures alcalins
M Aimantation de la magnétite
H_2O Point critique de la vapeur d'eau
Eb Ebullition des océans

Dès qu'une croûte solide est constituée, le mode de refroidissement est totalement changé. Au rayonnement, entretenu par la convection, fait suite la conduction à travers un solide. Le Globe est, dorénavant, bien calorifugé et son refroidissement interne deviendra d'une extrême lenteur. C'est ainsi que l'on peut voir, sur les volcans, la neige persister sur une coulée de lave fraîchement refroidie superficiellement, mais encore incandescente à une faible profondeur.

Toute la chaleur issue par conduction de la surface terrestre depuis cette époque, soit $3 \cdot 10^9$ ans, n'est que 300 fois plus grande que la chaleur calculée ci-dessus, rayonnée en un an à 1500° C.

Le changement d'état physique du magma superficiel s'accompagne d'un brusque abaissement de température. La chaleur latente de fusion du basalte est de 90 calories et sa chaleur spécifique de 0,23 calories. Le refroidissement sera de 90/0,23, soit 391° C. La surface terrestre ne se refroidira dorénavant plus que par convection par l'atmosphère et le rayonnement infra-rouge de celle-ci. Cette atmosphère subira, elle-même, des condensations fractionnées. Ainsi à 1413° C, NaCl se condensera en formant sur la croûte, une mer incandescente d'une quarantaine de mètres d'épaisseur, qui se solidifiera à 800° C. H_2O et CO_2 devenant stables au dessous de 1500° C, apparaîtront dans l'atmosphère. La vapeur d'eau résultera de la réduction des oxydes ferriques du magma par l'hydrogène combiné et occlus, la réaction s'accompagnant de la formation de magnétite:

$$3\ Fe_2O_3 + H_2 \rightarrow 2\ (FeO \cdot Fe_2O_3) + H_2O.$$

Les réactions de la chimie du volcanisme émulsionneront le magma et feront apparaître une pression magmatique donnant lieu à un relief de type lunaire, formé de cirques de diamètre décroissant avec l'épuisement des gaz réducteurs et l'abaissement de la température. A 580° C, la magnétite, passant par son point de Curie, s'aimantera dans le champ magnétique cosmique engendré par les rayonnements corpusculaires du Soleil en donnant naissance au géomagnétisme[11]).

Le refroidissement de la surface du Globe suivra celui de son atmosphère primitive. Celle-ci, contenant, en vapeur hypercritique, toute l'eau des futurs océans, exercera sur la croûte une pression de plus de 300 atmosphères, si bien que l'état critique subsistera dans l'atmosphère jusqu'à l'isobare 226 atmosphères. La première eau condensée demeurera en ébullition jusqu'à ce que la pression s'abaisse à la valeur actuelle. Cette eau se réunira dans les «mers lunaires» qui deviendront les berceaux de nos océans actuels.

Cette époque fut celle de la «minéralisation» de la croûte vitreuse et de l'apparition des premiers granites, sous l'action de la vapeur d'eau hypercritique susceptible de transporter des quantités considérables de silice et de sels. La vitesse de refroidissement, durant toute cette période fut extrêmement grande, puisqu'elle s'effectuait par l'intermédiaire de l'atmosphère. A l'heure

[11]) A. DAUVILLIER: Le magnétisme des corps célestes: Tome premier: Magnétisme solaire et stellaire, 1 vol. 171 p.; T. II: Variations et origine du géomagnétisme, 1 vol. 169 p.; T. III: Les aurores polaires, 1 vol. 142 p. Act Sc. et Ind. Hermann, Paris (1954).

actuelle, celle-ci est capable de dissiper presque sans retard tout le rayonnement reçu du Soleil, soit $5 \cdot 10^{31}$ ergs/an, ou $1{,}2 \cdot 10^{24}$ cal/an. La condensation des océans ne dégagera qu'une quantité de chaleur mille fois plus grande, susceptible d'être irradiée en peu d'années. Le refroidissement de la vapeur d'eau hypercritique de 1000° C à 374° C fournit $626 \times 0{,}5$, soit 313 cal. par gramme, et sa condensation de 374° C à 25° C dégage 500 cal., soit au total 813 cal., ce qui conduit, pour l'ensemble des océans, à: $Q = 1{,}3 \cdot 10^{24} \times 813 = 10^{27}$ calories.

Ainsi, la température des océans tropicaux atteindra sa valeur actuelle de 27 ° C, due à l'insolation, au bout d'un temps qui n'excèdera pas quelques dizaines de milliers d'années, mais tout l'intérieur du Globe demeurera porté à une haute température. La chaleur continuellement engendrée par la radioactivité ne sera dissipée que lors des périodes de paroxysme volcanique, dont la dernière eut lieu au Tertiaire, il y a quelque 30 millions d'années.

Si le thermalisme et le volcanisme n'existaient pas, l'intérieur du Globe se serait considérablement échauffé depuis $3 \cdot 10^9$ ans. En prenant une chaleur spécifique moyenne $C = 0{,}17$, sa capacité calorifique serait $MC = 10^{27}$ cal. La production de $7 \cdot 10^{13}$ cal/sec^{-1} aurait provoqué une élévation de température de:

$$\Delta T = \frac{7 \cdot 10^{13} \times 3 \cdot 10^7 \times 3 \cdot 10^9}{10^{27}} = 6570\,^\circ\,C$$

Le refroidissement par conduction aurait fait perdre, avons nous vu, 580° C, mais, si la température moyenne interne au moment de la solidification de la surface était voisine de 2000° C, la température actuelle serait de 8000° C et le Globe aurait explosé. Le brassage thermique par convection et l'évacuation de la chaleur par le jeu du volcanisme sont donc des nécessités. La chimie du volcanisme ajoute d'ailleurs encore de la chaleur superficielle, telle la réaction exothermique d'oxydation des laves, qui est la cause directe des éruptions:

$$3\ FeO + H_2O \rightarrow FeO \cdot Fe_2\ O_3 + H_2 + Q.$$

Ainsi, depuis plus de $3 \cdot 10^9$ années, la surface terrestre ne se refroidit plus. Quant à la chaleur interne, elle diminue lentement, par suite de l'épuisement des radioéléments et l'on peut calculer, d'après les périodes et les concentrations de ceux-ci, qu'elle est aujourd'hui réduite à la moitié de ce qu'elle était à l'époque de la naissance de la Terre.

Die Zürcher Sonnenfinsternisexpedition 1954

Von

M. WALDMEIER

(Mit 11 Abbildungen im Text)

Der Verlauf der Expedition

Bereits bei der Vorbereitung für die Sonnenfinsternisexpedition 1952 bestand der Plan zu einer intensiven Erweiterung der seit 1938 auf unserem Aroser Observatorium betriebenen Koronaforschung, die sich über mehrere Finsternisse erstrecken sollte. Zu einer Finsternisexpedition gehören gewisse Hilfseinrichtungen, die, weitgehend unabhängig vom Beobachtungsprogramm, immer wieder benötigt werden. Nachdem solche für die erste Expedition beschafft, beziehungsweise in eigener Werkstatt hergestellt worden waren, erforderte eine neue Expedition weniger Vorbereitungen und finanzielle Aufwendungen. Die Durchführung dieser zweiten Expedition und die Beschaffung zusätzlicher instrumenteller Ausrüstungen wurde durch einen Beitrag des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung ermöglicht.

Die Totalitätszone der Sonnenfinsternis vom 30. Juni 1954 verlief von der amerikanisch-kanadischen Grenze durch Quebec und Labrador, über die Südspitzen von Grönland und Island, kreuzte Südskandinavien in der Richtung Bergen–Oeland, zog über die Baltischen Staaten nach dem Kaspischen Meer und endete bei Sonnenuntergang in Pakistan. Aus verkehrstechnischen Gründen kam für die Beobachtung in erster Linie Skandinavien in Betracht, wo sich fast alle Expeditionen zusammenfanden. Es kam hinzu, dass hier die Finsternis sich kurz nach Mittag, also bei hohem Sonnenstand ereignete und dass, insbesondere in Südschweden, die Aussichten auf klaren Himmel besser waren als in den übrigen zugänglichen Teilen der Totalitätszone. Nach einer Rekognoszierungsreise im Herbst 1953 durch Südschweden längs der Totalitätszone wurde die Insel Syd-Koster im Skagerrak, 12 Kilometer westlich von Strömstad, zum Standort unserer Expedition gewählt. Zwar konnte auch hier höchstens mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % auf gutes Wetter gerechnet werden; immerhin war die Chance bedeutend grösser als auf dem Festland, wo sich bei schönem Wetter bis zur Mittagszeit meist starke Kumulusbewölkung entwickelt.

Nachdem das in 25 Kisten verpackte Instrumentarium bereits anfangs Mai weggeschickt worden war, traten vier von den fünf offiziellen Teilnehmern, nämlich Mechaniker W. BÄR, Dr. W. PETRI, Assistent an der Universitätssternwarte München, Frau Dr. A. WALDMEIER und der Verfasser am 22. Mai die Reise an, während Sekundarlehrer W. STUDER, Solothurn, am 24. Juni eintraf. Bei unserer Ankunft in Strömstad zogen die letzten Regenschauer ab und das Wetter blieb in den beiden folgenden Wochen trocken bei meist heiterem

Himmel. Am Nachmittag des 24. Mai erfolgte die Überfahrt von Personal und Instrumentenkisten nach Koster. Am 25. Mai wurden im Beisein des Zollbeamten A. S. STENQUIST, der uns vielfach behilflich war, die Kisten geöffnet. Noch am gleichen Tag erfolgte eine provisorische Bestimmung der Richtung des Meridians und der Azimute der verschiedenen Instrumente. Bereits am Abend waren die Löcher für alle Instrumentenpfeiler ausgehoben. Es hat aber noch einige Tage gedauert, bis Sand, Zement, Kalk und Backsteine zur Stelle waren, so dass am Ende der ersten Woche erst die Zementplatten für die Pfeiler gegossen waren. Inzwischen wurden aber die hölzernen Instrumentengestelle zusammengebaut, der 7 Meter hohe Turm gezimmert und im Magazin die Instrumente weitgehend zusammengesetzt. Am 1. Juni waren die Maurerarbeiten beendet und nun kam ein Instrument nach dem andern an den vorbereiteten Platz und erhielt sofort einen an Ort und Stelle nach Mass angefertigten regendichten Überzug. Nahezu alle Apparate waren aufgestellt, als schlechtes Wetter einsetzte. In dieser Zeit wurden in der behelfsmässig eingerichteten Werkstatt viele Kleinarbeiten ausgeführt, für welche vor der Abreise keine Zeit mehr war, wurde die Dunkelkammer eingerichtet und ein grosses Quantum destillierten Wassers für die photographischen Arbeiten hergestellt. Nach den grossen Regengüssen blieb das Wetter unbeständig und bei den nur kurzen Aufhellungen und dem stets starken Wind gingen die Arbeiten beim Justieren der Kameras, beim Fokussieren und Einregulieren der Uhrwerke nur langsam voran. Mit der letzten Woche vor der Finsternis setzte erneut schlechtes Wetter ein. Erst am 27. Juni liessen die Regenschauer allmählich nach. Am folgenden Tag hielt die Wetterbesserung an und der 29. Juni war ein Glanztag, wie wir für die Finsternis keinen besseren hätten wünschen können. Erst an diesen Tagen kamen die Justierarbeiten zu einem Ende, wurden Zäune und Verbottafeln aufgestellt und wurde an den Instrumenten eifrig geübt. In der Nacht wurden die Kassetten geladen, vorerst aber noch in der Dunkelkammer verwahrt.

Bereits am Vorabend der Finsternis überzog sich der Himmel wieder und um 20 h waren nur noch wenige blaue Löcher. Der Finsternismorgen brach sonnig an, doch bereits um 6 h war der Himmel durch Stratokumulus bedeckt. Dies war jedoch nicht beunruhigend, denn eine solche Decke pflegt sich gegen Mittag aufzulösen, und wir erhofften in dieser Richtung eine zusätzliche Wirkung durch den Finsterniseffekt, indem die Abkühlung absinkende Luft und damit Auflösung der Wolken bewirkt. Tatsächlich öffneten sich schon ab 8 h einige Löcher, durch die man den blauen Himmel sah und feststellen konnte, dass über dem Stratokumulus keine weitere Wolkendecke lag. Allerdings wollte die Auflösung nicht recht in Gang kommen; um 9 h war die Wolkendecke wieder geschlossen, 9 h 52 zeigten sich wieder blaue Löcher, 10 h 06 ging die Bedeckung auf 9/10, 10 h 13 sogar auf 8/10 zurück. Dies gab unseren Hoffnungen neuen Auftrieb, denn die Zeit bis zur Finsternis war noch reichlich bemessen. Der erste Kontakt erfolgte erst 12 h 27, der letzte 14 h 53 und die Totalität dauerte von 13 h 39 m 55 s bis 13 h 42 m 29 s. Die Decke schloss sich aber wieder; 10 h 22 und 10 h 39 wurden 9/10 notiert und

10 h 54 war der Himmel wieder nur durch einige Löcher sichtbar. Sehr langsam nahm die Bewölkung doch ab; 11 h 18 waren noch 8/10 bedeckt und im Westen zeigte sich ein grosses Loch mit klarem Himmel. Vorübergehend stieg die Bewölkung wieder auf 9/10, sank aber 11 h 36 auf 6/10. Um 12 h 00 waren jedoch nur noch einige blaue Löcher offen. Die Wolkendecke war aber bedeutend dünner geworden, so dass die Sonnenscheibe dauernd sichtbar blieb. Diese Situation wurde ausgenützt, indem nun alle Instrumente gerichtet und die Nachführungen in Gang gesetzt wurden, denn es musste damit gerechnet werden, dass unmittelbar vor der Totalität zufolge von Bewölkung ein Richten nicht mehr möglich war, und bei der Totalität selbst hätte dies nur mit dem Verlust wertvollster Sekunden und, wenn überhaupt, so nur ungenau geschehen können. Auch wurden nun die besonders empfindlichen Teile, die bisher im Magazin aufbewahrt worden waren, wie insbesondere die Stäbchen für die photometrische Kalibrierung, eingesetzt. Hingegen wurden die in den vorangegangenen Tagen vorgenommenen Fokussierungen nicht mehr geändert, denn die Bilder waren zufolge der turbulenten Bewegung in der Stratokumulusdecke unruhiger als an den meisten Tagen zuvor. An allen Instrumenten konnte programmgemäss der erste Kontakt beobachtet werden. Nochmals wurden die Zeitsignale abgenommen und unsere Uhrkorrektionen bestimmt.

Zu dieser Zeit hatte sich um unser Lager, das unmittelbar an der einzigen, die Insel in nord-südlicher Richtung durchziehenden Strasse lag, bereits eine grosse Menschenmenge versammelt, und Zaun und Verbottafeln haben sich nicht als überflüssig erwiesen, sondern haben die beabsichtigte Wirkung voll erfüllt. Nun ging es noch mehr als eine Stunde bis zur Totalität, die wir neben unseren Instrumenten stehend verbrachten. Dauernd wird die Nachführung überwacht, da und dort ein Regulator noch verstellt und die Sonnenbilder neu zentriert. Wir erleben das Gefühl von Tieren im Zoo. Durch und über den Zaun spähen Hunderte von Augenpaaren nach jeder unserer Bewegungen, und Presse und Rundfunk, die auf dem Felsen, der uns Rückendeckung bietet, sich eingerichtet haben, nehmen von jedem der spärlich erteilten Kommandos Notiz. Für die Bedienung der Instrumente hatten sich jetzt verdankenswerterweise noch Frau W. Studer und Herr A. Germann, ein zufällig anwesender Schweizer, zur Verfügung gestellt.

Nur sehr langsam und unvollständig kam die Aufheiterung. An zwei Instrumenten mussten auch Aufnahmen der unbedeckten oder partiell verfinsterten Sonne gemacht werden. Doch hätten diese Aufnahmen, die zum photometrischen Anschluss an die unverfinsterte Sonne dienten, auch an den folgenden Tagen nachgeholt werden können. Erst um 13 h 10 war, zum erstenmal an diesem Tag, der Himmel um die Sonne herum völlig klar. Nun war die Finsternis schon so weit fortgeschritten, dass die ehedem leuchtenden Farben der Landschaft wie mit einem fahlen Schleier überzogen waren. Aus der Dunkelkammer wurden nun die Kisten mit den geladenen Kassetten herbeigeschafft und diese auf die verschiedenen Instrumente verteilt. Die Bewölkung blieb aber hartnäckig auf 8/10 stehen. Zu unserem Glück waren aber

die blauen Stellen stets im Süden und Westen, während gegen das Festland hin die Wolkendecke dicht und geschlossen blieb.

Wie nun die Sonnenstrahlung empfindlich abnahm, begannen die Zuschauer zu frösteln, sich in Decken oder Mäntel zu hüllen, oder in Ermangelung solcher sich zusammenzukauern. Je mehr es auf die Totalität zuging, um so stiller wurde es um das Lager, und schon hörte man nur noch im Flüsterton sprechen. Ein gleichmässiger Südwind blies mit 3.5 Meter/Sekunde über die Insel. Noch 10 Minuten bis zur Totalität. Zum letztenmal werden die Instrumente gerichtet und die ersten Kassetten eingelegt. Dämmerig und farblos sind Landschaft und Meer geworden und nur noch als dünner Faden erscheint die Sichel der Sonne. Aber immer wieder ziehen Wolken vor der Sonne durch, oft so dicht, dass man mit ungeschütztem Auge die schmale Sichel anschauen kann. Mit der sogenannten Absolutkamera sollte während der partiellen Phase alle 5 Minuten eine Aufnahme gemacht werden (obschon im Prinzip eine einzige Aufnahme genügt hätte). Zwar konnten alle 16 vorgesehenen Aufnahmen programmgemäss abgewickelt werden, jedoch nur sechs bei wolkenfreier Sonne, die übrigen durch leichte Wolken. Nach der guten Aufnahme von 13 h 10 erfolgte die von 13 h 15 durch Wolken, welche die Helligkeit etwa auf die Hälfte reduziert haben; um 13 h 20 betrug die Schwächung durch Wolken etwa 20 %, 13 h 25 50 % und 13 h 30 sowie 13 h 35 je etwa 70 %. Wir hatten auch Mühe, zu dieser Zeit, die nur mit Lochblendensucher versehenen Kinokameras zu richten, da auf dem Projektionsschirm die Sonnensichel kaum mehr sichtbar war.

In den letzten Minuten vor der Totalität hat jeder an seinem Instrument Aufstellung bezogen, ich am Sucher der Polarisationskamera. Zu meiner freudigen Überraschung sehe ich die Wolken um die Sonne in Auflösung und Abzug. Die Spannung steigt nun aufs höchste. Die zahlreichen Zuschauer sind völlig verstummt. Es ist schon düster und mit Atem anhaltender Schnelligkeit fällt nun die Dunkelheit herein wie ein heranrollendes Ungeheuer, das die Erde zu zermalmen droht. Die letzte Minute ist angebrochen, und jedermann hat die roten, grünen, blauen oder geschwärzten Gläser schon weggelegt. Zusehends wird nun der sichelförmige Faden kürzer. Bei Sekunde 15 vor Beginn der Totalität gebe ich das Startzeichen, das in der Weite verhallt. Nun kommen die Kinokameras in Gang und wieder ist es still. Der Faden schrumpft zu einem Punkt zusammen, der, ehe er verglimmt, scheinbar nochmals zu einem Funken aufleuchtet wie ein glitzernder Brillant in dem nun bereits matt erscheinenden Ring der Korona. Nun ist jeder Beobachter so sehr mit seinem Programm beschäftigt, dass er weder sieht noch hört, was sich oben am Himmel oder im Raum der Zuschauer abspielt und auch nichts bemerkt von der eifrigen Tätigkeit, die sein Nebenmann, nur wenige Meter von ihm entfernt, entwickelt. Erst nach einer Minute, während die langen Expositionen laufen, deren Zeiten ich bequem, ohne künstliche Beleuchtung am grossen Sekundenzeiger meiner Armbanduhr ablesen kann, finde ich Zeit, zur Korona aufzublicken, deren Licht von unbeschreiblicher Schönheit und Symmetrie ist. Je auf Ost- und Westseite setzt mit breiter und

heller Basis eine mächtige Lichtpyramide auf, deren zarte Spitzen auf den Äquator hinweisen und über 3 Millionen Kilometer über die Sonnenoberfläche sich erheben. Nadelspitz läuft der östliche Strahl aus, während der westliche in zwei Spiesse aufspaltet. Wie Rubine leuchten aus der innersten Korona zwei diametral liegende Protuberanzen auf. Die weniger hellen Polgebiete zeigen eine feine Gliederung in ein Büschel schlanker Strahlen, die durch ihre Krümmung an magnetische Feldlinien erinnern, und es vermutlich auch sind. Rasch gehen die 154 Sekunden zu Ende. Am westlichen Mondrand wird die Korona schnell heller, und wie der erste Lichtstrahl sich hervordrängt, fällt die Klappe der letzten Exposition zu. Flüchtig nur konnten wir das Bild der Korona erhaschen, aber auf vielen Platten ist es festgehalten.

Schnell schwillt das Licht wieder zum vollen Tage an, die Kassetten werden in der Dunkelkammer verwahrt, die Zäune öffnen sich und Zuschauer, Presseleute und Rundspruch drängen sich in das Lager, noch benommen von dem eben Erlebten, und halten unsere Erfahrungen und Beobachtungen fest, die noch zur selben Stunde in die Welt hinausgehen. Als wir eine Viertelstunde nach der Finsternis wieder zur Sonne aufblickten, war der Himmel wieder zu 8/10 bewölkt, 14 h 26 noch unverändert, 14 h 39 sogar 9/10 und erst nach dem vierten Kontakt wurde es um die Sonne herum wieder klar, so dass die Kalibrierung an der Randverdunkelungskamera noch unter Dach gebracht werden konnte. Um 15 h 48 betrug die Bewölkung noch 4/10 und im übrigen war der Himmel sehr klar.

Keine unserer zahlreichen Koronaaufnahmen zeigt auch nur eine Andeutung von wolkiger Struktur, so dass der Himmel um die Sonne herum während der ganzen Totalität klar gewesen sein muss. Nur während den ersten 5 Sekunden der Totalität scheint nach den kinematographischen Aufnahmen ein allerdings nur dünner Nebelfetzen vor der Sonne durchgezogen zu sein. Der Verfasser, der um die Mitte der Totalität Gelegenheit hatte, zweimal während einer 20-Sekunden-Exposition die Korona zu beobachten und wieder während den letzten 10 Sekunden, hat keine Spur von Wolken vor der Korona sehen können. Aufnahmen mit lichtstarken Kameras und grossem Gesichtsfeld zeigen zwar in der weiteren Umgebung der Korona zahlreiche Wolken, die aber die Beobachtungen nicht beeinträchtigten. Es muss als ein ganz besonderer Glücksfall bezeichnet werden, dass sich bei 8/10 Bedeckung gerade an der richtigen Stelle, in den richtigen 3 Minuten und in genügender Grösse ein blaues Loch auftut. Es ist bei dieser Situation auch nicht verwunderlich, dass schon bei kleinen örtlichen Verschiebungen die Beobachtungsbedingungen ganz andere waren. Nach den vorliegenden Berichten scheinen sowohl die Expeditionen, welche südlich als auch diejenigen, welche nördlich von uns stationiert gewesen sind, obschon die Insel in nord-südlicher Richtung nur 3 Kilometer misst, während eines Teiles der Totalität durch Wolken behindert gewesen zu sein.

Da der schwedische Rundfunk, über den eine fortlaufende Berichterstattung erfolgte, sich unmittelbar neben unserem Lager eingerichtet hatte, waren wir bereits 10 Minuten nach der Totalität darüber informiert, dass auf dem

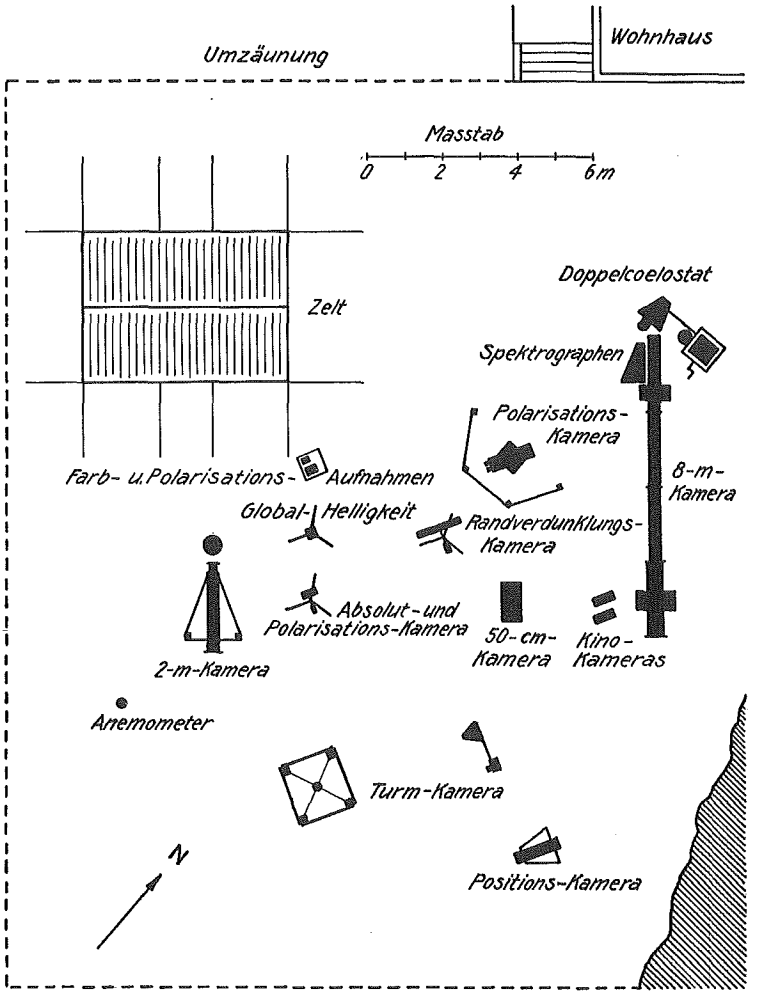


Abb. 1 Situationsplan des Expeditionslagers.

ganzen schwedischen Festland und auf der Insel Oeland, wo sich weitaus die meisten Expeditionen angesiedelt hatten, darunter auch die beiden Assistenten der Eidgenössischen Sternwarte, Dr. H. BACHMANN und Dipl.-Physiker G. WIDMER, eine kompakte Wolkendecke jede Sicht verhindert hat. Mit ihnen haben die Expeditionen in Kanada und die meisten in Russland stationierten Expeditionen das Schicksal eines Misserfolges geteilt.

In den 42 Tagen unseres Aufenthaltes auf Koster war an 18 Tagen um die Zeit der Finsternis der Himmel um die Sonne wolkenlos, an 15 Tagen waren dünne Wolkenschleier vorhanden, die wohl den wissenschaftlichen Wert der gewonnenen Aufnahmen hätten beeinträchtigen, nicht aber den Erfolg ganz

hätten vereiteln können, und an 9 Tagen wären keine oder keine verwertbaren Aufnahmen zu erhalten gewesen.

Bereits am Abend sind von den 43 Platten deren 15 entwickelt worden, die übrigen an den beiden folgenden Tagen, während die Filme unentwickelt nach Hause gebracht wurden. Schnell ging, das trockene Wetter ausnützend, der Abbau der Instrumente, die vorerst in das Magazin getragen wurden, vor sich. Am 1. Juli fielen die Instrumentenpfeiler und bald erinnerte nur noch das in den granitenen Fels gehauene Signet unserer Expedition und das Bild der Korona an unsere Wirksamkeit an diesem Ort. Am 5. Juli traten die Expeditionsteilnehmer mit der über 10 Kilogramm schweren Tasche mit unserer Ausbeute an photographischen Platten und Filmen den Heimweg an, mit Ausnahme von Mechaniker W. Bär, der noch den Abtransport der Instrumentenkisten überwachte.

Programm und Instrumentarium

Aller Voraussicht nach musste die Finsternis ziemlich genau auf das Sonnenfleckenminimum fallen, denn die Sonne war seit November 1953, von einer grösseren Fleckengruppe im März 1954 abgesehen, nahezu oder ganz fleckenfrei. Es musste deshalb eine Korona geringer Helligkeit, geringer Ausdehnung und sehr einfacher Struktur erwartet werden. Auch war bekannt, dass die Emissionslinien in schwacher Intensität erscheinen würden, war doch die sonst intensivste Koronalinie, die grüne 5303 Å, bei den Beobachtungen am Aroser Koronagraphen im Frühjahr 1954 über grosse Bereiche des Sonnenumfanges überhaupt unsichtbar, und wo sie auftrat, stets schwach. Die rote Linie dagegen war stets um den ganzen Sonnenrand herum sichtbar, und zwar, abgesehen von den Polargebieten, mit beträchtlicher Intensität. Unter diesen Umständen, und besonders im Hinblick auf die kurze Totalitätsdauer, wurde nur ein sehr bescheidenes spektrographisches Programm aufgestellt und das Hauptgewicht auf photometrische und polarimetrische Untersuchungen gelegt.

Für eine vollständige Photometrie der Korona sind Kameras von verschiedener Brennweite notwendig. Eine solche von 8 Meter wurde eingesetzt für die innere Korona, zugleich auch zur Erfassung der Koronastrukturen, insbesondere der Polarstrahlen und der Strukturen an z. B. durch Protuberanzen gestörten Stellen. Die 2-Meter-Kamera war hauptsächlich für die Photometrie der mittleren, die 50-Zentimeter-Kamera für die Photometrie der äusseren Korona gedacht. Alle diese Aufnahmen erfolgten im blau-grünen oder im photovisuellen Bereich. Um aus den Helligkeiten auf die Elektronendichte in der Korona schliessen zu können, müssen jene in absoluten Einheiten ausgedrückt sein. Zum Anschluss der Korona an die unverfinsterte Sonne wurde die sogenannte Absolutkamera eingesetzt, mit welcher auf demselben Film bei gleicher Expositionszeit sowohl Aufnahmen der Korona als auch, mit entsprechender Abschwächung, solche der unverfinsterten Sonne gemacht wor-

Tab. 1 Einige Daten der 14 verwendeten Apparaturen

Instrument	Brennweite cm	Öffnung cm	Plattenformat cm	Montierung	Beobachter
1. 8-Meter-Horizontalkamera	800	12	18 x 24	Coelostat	W. Bär
2. 2-Meter-Horizontalkamera	230	11	18 x 24	Coelostat	W. Studer
3. 50-Zentimeter-Horizontalkamera	50	10	9 x 12	Coelostat	W. Petri
4. Absolutkamera	24	5	2,4 x 3,6	azimutal	Frau B. Studer
5. Turmkamera	36	6,5	6 x 6	parallaktisch	Frau A. Waldmeier
6. Positionskamera	120	17	13 x 18	azimutal	Frau A. Waldmeier
7. Randverdunkelungskamera	120	6	1,5 x 1,5	azimutal	W. Petri
8. Farbkamera	8	2	6 x 6	azimutal	A. Germann
9. Ernostar-Polarisationskamera	18	10	9 x 12	azimutal	A. Germann
10. 1-Prismenspektrograph	36, 64, 64	6, 5, 5	10 x 25	Coelostat	M. Waldmeier
11. Doppelobjektivprismenkamera	42	2	13 x 18	Coelostat	M. Waldmeier
12. Polarisationsdoppelkamera	120	6	13 x 18	parallaktisch	M. Waldmeier
13. Kinokamera mit Objektivprisma	10	2	0,75 x 1,1	azimutal	W. Bär
14. Kinokamera für Farbaufnahmen	15	3,8	0,75 x 1,1	azimutal	W. Bär

den sind. Trotzdem eine minimale Korona erwartet wurde, musste es das Bestreben unseres photometrischen Programmes sein, die Korona möglichst weit nach aussen zu erfassen, besonders nachdem durch radioastronomische Methoden koronale Materie noch in grossen Distanzen von der Sonne nachgewiesen worden ist. Schon in einem Sonnendurchmesser Abstand vom Sonnenrand ist die Korona tausendmal schwächer als in ihren innersten Teilen. Aber nicht die absolute Schwäche der äusseren Korona macht ihren Nachweis schwierig, sondern die Überlagerung durch das Himmelslicht und die Zerstreuung des intensiven Lichtes der inneren Korona in der Apparatur. Das erste Hindernis haben wir durch eine Serie von Aufnahmen in ultrarotem Licht, das in der Luft wenig gestreut wird, mit der 50-Zentimeter-Kamera zu beheben versucht, das zweite, indem wir den Mond künstlich vergrössert haben durch eine zentrisch vor der Sonne stehende Scheibe, die nicht nur die Sonne, sondern auch die innerste helle Korona abdeckt. Dieser «künstliche Mond» wurde 6 Meter über Boden an einem Turm aufgehängt und warf seinen Schatten zur Zeit der Totalität auf das Objektiv einer am Boden aufgestellten lichtstarken und mit Rotfilter versehenen, parallaktisch montierten Kamera.

In dem spektrographischen Programm war eine Aufnahme des Linienspektrums in der Polgegend mit einem 1-Prismenapparat vorgesehen und mit einer Objektivprismendoppelkamera Aufnahmen des Flashspektrums beim zweiten Kontakt und der Korona unmittelbar darauf.

Das polarimetrische Hauptprogramm wurde an einer parallaktisch montierten Doppelkamera von 120 Zentimeter Brennweite durchgeführt. Das eine Objektiv erzeugte ein Koronabild im natürlichen Licht, das andere ein solches in radial polarisiertem Licht. Beide Bilder wurden auf derselben Platte bei exakt gleicher Expositionszeit simultan aufgenommen. Das runde Polarisationsfilter stand zentrisch zu dem Koronabild unmittelbar vor der photographischen Platte. Es bestand aus 36 Sektoren von je 10° Breite und die Polarisationsrichtung war in jedem Falle parallel der Mittelachse des Sektors. Um die unvermeidlichen Sektorengrenzen zum Verschwinden zu bringen, wurde das ganze Filter während den Aufnahmen in Rotation versetzt. Diese in radial polarisiertem Licht erhaltenen Bilder enthalten vorzugsweise das wahre Koronalicht und nur zu einem kleinen Teil das nicht polarisierte Licht der Staubkorona, so dass die Strahlen und übrigen Strukturen der Korona besser hervortreten als in gewöhnlichen Aufnahmen. Je ein Satz von Polarisationsaufnahmen mit der üblichen Technik, nämlich Polarisationsrichtung parallel und senkrecht zur Sonnenachse, sind mit der Ernostar-Kamera und mit der Absolutkamera erhalten worden. Schliesslich sind mit der 8-Meter-Kamera noch zwei Paare von Polarisationsaufnahmen der Polarstrahlen gemacht worden.

Neben diesen Hauptpunkten standen auf dem Programm Aufnahmen zur Bestimmung der Positionswinkel von Protuberanzen und Koronastrahlen, Aufnahmen zur Bestimmung der Randverdunkelung, Farbaufnahmen der Korona und kinematographische Aufnahmen des Flashspektrums und der Korona.

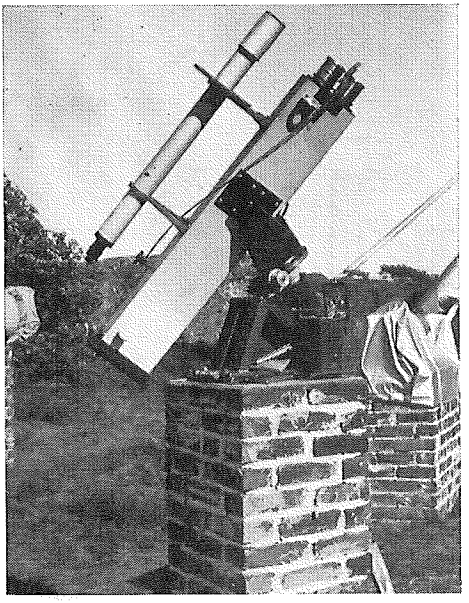


Abb. 2 Die parallaktisch montierte Polarisationskamera.

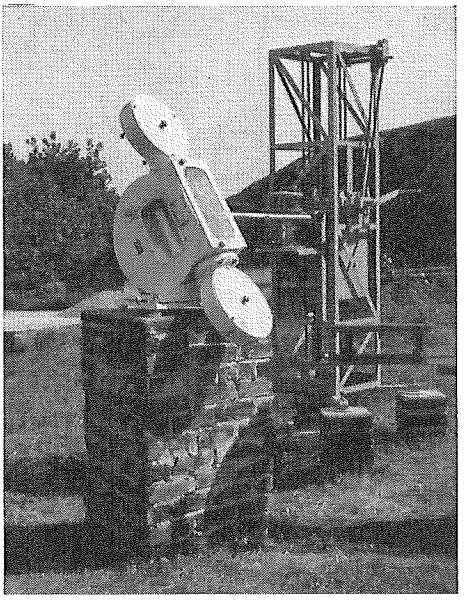


Abb. 3 Der Doppelcoelostat mit Gewichtsaufzug und Regulator.

Die eben erwähnten 14 Apparate sind mit ihren wichtigsten Daten in Tab. 1 zusammengestellt. Im ganzen sind mit diesen Instrumenten während der Totalität 74 Aufnahmen der Korona und ihres Spektrums erhalten worden, dazu zahlreiche Aufnahmen der partiellen Phase und die kinematographischen Aufnahmen. Der Situationsplan (Abb. 1) zeigt die Aufstellung und die durch die Bedienung bedingte gegenseitige Lage der Instrumente in unserem Lager. Dasselbe liegt vom Landesteg Kilesand 500 Meter südlich landeinwärts, unmittelbar an der Strasse bei den Koordinaten $l = -11° 3' 9''$, $\varphi = 58° 52' 29''$ (nach der Generalstabskarte 1 : 50 000, 1951).

An besonderen technischen Hilfsmitteln ist der 30-Zentimeter-Doppelcoelostat zu erwähnen, der von der Firma Kern & Co., Aarau, für diese Finsternisexpedition gebaut worden ist. Derselbe ist für alle geographischen Breiten von 70° Süd bis 70° Nord verwendbar. An Stelle der bisher allgemein üblichen Untersetzung der Geschwindigkeit durch Zahnräder wurden hier erstmals Friktionsräder, die mit höchster Präzision geschliffen wurden, verwendet, wodurch ein viel gleichmässigerer Gang erreicht wird als mit den bisherigen Konstruktionen.

Terrestrische Beobachtungen

Neben den Untersuchungen über die Korona wurden Messungen der Temperatur, der Windstärke und -richtung sowie der Globalhelligkeit des Himmels vorgenommen, welche unsere ganz auf die Totalität konzentrierte Arbeit in keiner Weise belastet haben.

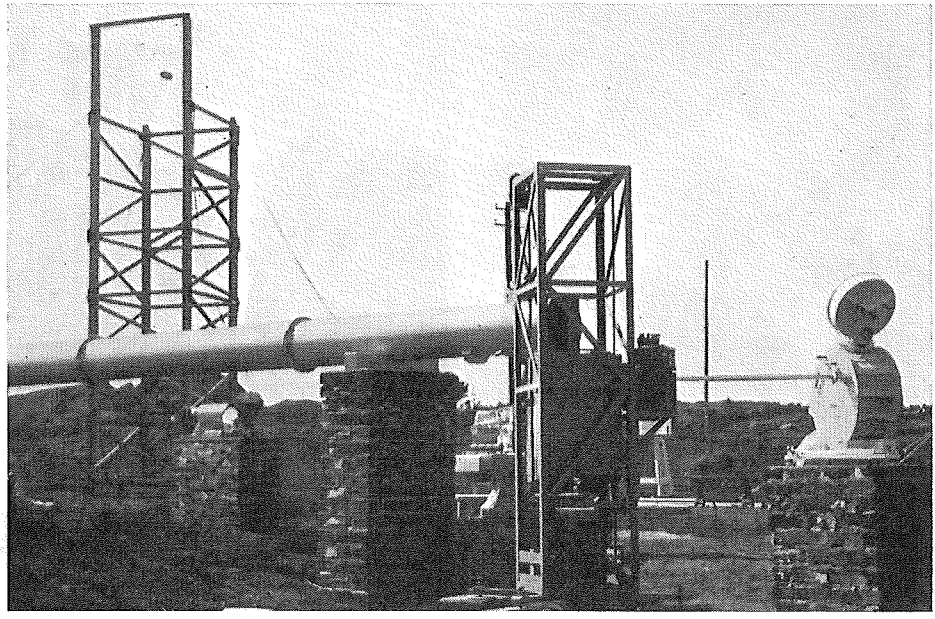


Abb. 4 Turm mit «Künstlichem Mond», 8-m-Rohr, Gewichtsaufzug und Coelostat.

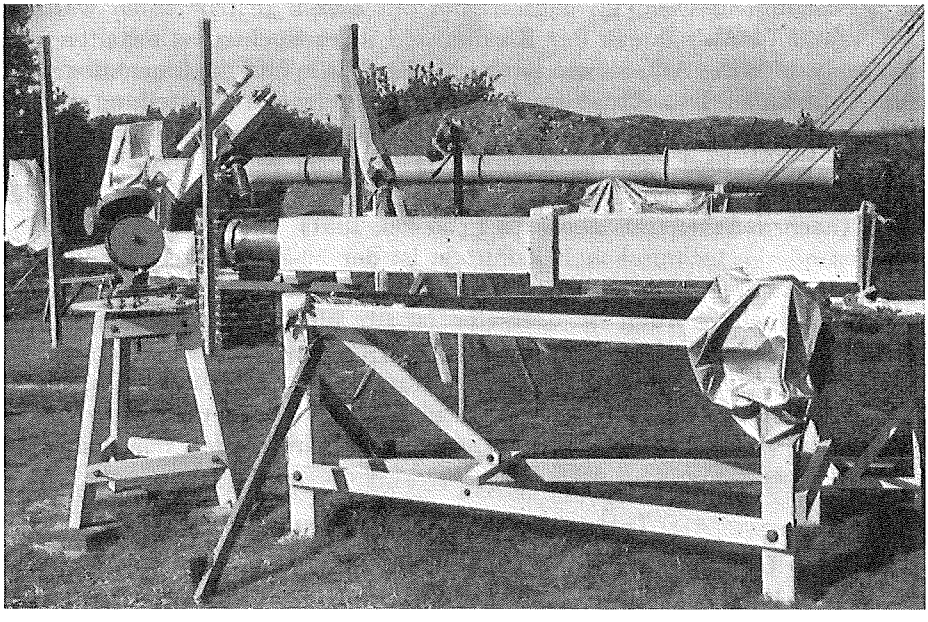


Abb. 5 Die beiden Horizontalkameras von 2,3 m (vorn) und 8 m Brennweite (hinten).

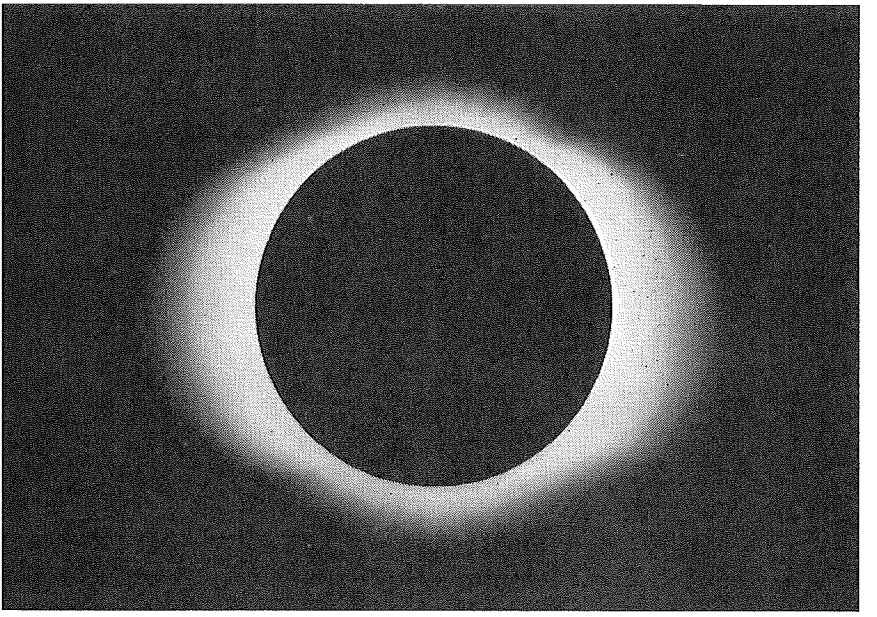


Abb. 6 Die innere Korona, aufgenommen mit der 8-m-Kamera.

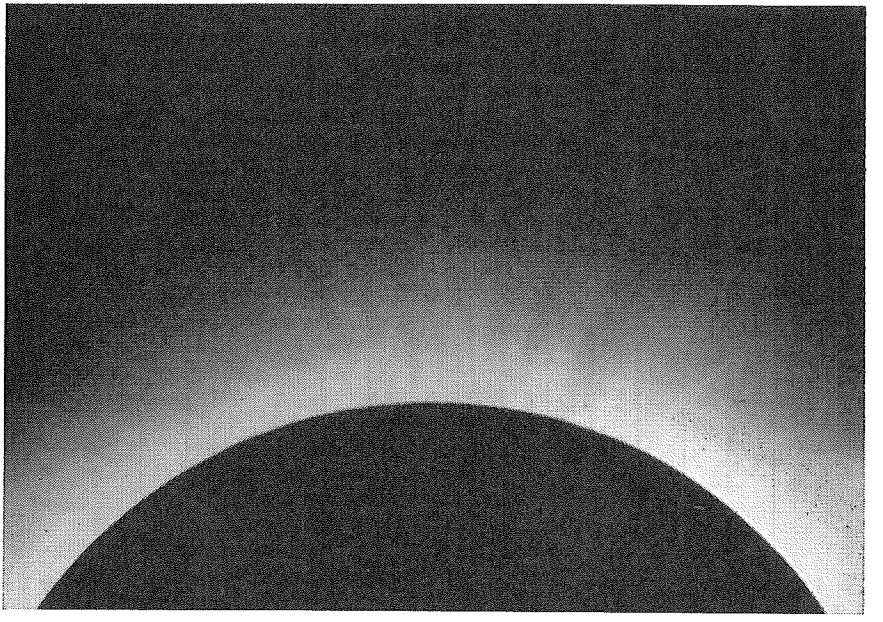


Abb. 7 Die strahlige Struktur der Korona in der Umgebung des Sonnen-Nordpols.

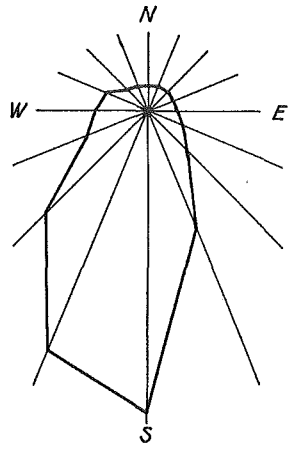


Abb. 8 Die Windrose von Syd-Koster.

Die Windmessungen wurden hauptsächlich ausgeführt, weil zum vornherein auf unserer ins offene Meer vorgeschobenen, nur 45 Meter hohen, praktisch baumlosen Insel sehr starke Winde zu erwarten waren. Die Instrumente mussten unter diesem Hinblick vibrationsfrei gebaut und sehr solide aufgestellt sein. In der Zeit vom 26. Mai bis 30. Juni sind jeweilen zwischen 7 h und 21 h 340 Windrichtungsnotierungen vorgenommen worden. Die daraus konstruierte Windrose (Abb. 8) zeigt das starke Vorherrschen der Winde aus Sektor Süd und Südsüdwest, das auch am Wachstum der Bäume festzustellen ist. Windstille trat nur sehr selten auf, in den Abendstunden bei Schönwetterlagen, wenn der Seewind aussetzt. Tagsüber herrschte anhaltend eine kräftige

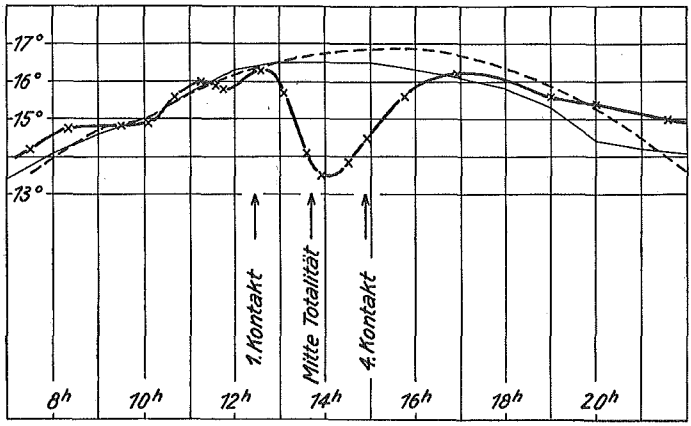


Abb. 9 Der Temperaturverlauf am Finsternistag (dicke Kurve). Zum Vergleich der Verlauf am 1. Juni (gestrichelte Kurve) und der mittlere Verlauf für die Beobachtungsperiode vom 28. Mai bis 29. Juni (dünne Kurve).

Brise mit 6 bis 8 m/s. Windgeschwindigkeiten von 8 bis 12 m/s waren nicht selten und bei den häufigen Stürmen traten vielmals Böenspitzen von über 20 m/s auf. Diese starken Winde erforderten eine besonders starke Verankerung unseres Zeltes sowie des 7 Meter hohen Turmes und einen besonderen Windschutz in Form einer 2½ Meter hohen Wand um die Polarisationskamera herum. Am Finsternistag war der Wind bedeutend schwächer als an den meisten Tagen vorher; die Geschwindigkeit betrug 3.0 m/s, sank bis 11 h auf etwa 2.6 m/s ab und stieg wieder an, erreichte zur Zeit der Totalität 3.5 m/s und gegen Abend 4.0 m/s. Ein Einfluss der Finsternis auf die Windgeschwindigkeit war nicht erkennbar.

Die Temperaturablesungen wurden an einem Thermometer vorgenommen, welches in 1.5 Meter Höhe über Boden auf der Nordseite des Stammes einer Birke befestigt war; diese stand 6 Meter nordöstlich vom Wohnhaus am Rande einer Gebüschhecke und schützte durch ihre Blätter das Thermometer während des ganzen Tages vor der Sonnenstrahlung. In Abb. 9 ist der Temperaturverlauf am Finsternistag dargestellt, konstruiert aus den 19 an diesem Tag erfolgten Temperaturablesungen. Daneben ist der aus der Beobachtungsperiode vom 28. Mai bis 29. Juni abgeleitete mittlere Temperaturverlauf dargestellt. Dieser weist (zufälligerweise) in den Stunden vor Beginn der Finsternis gegenüber der Temperaturkurve vom 30. Juni Abweichungen von nur wenigen Zehntel Grad auf, die zudem nicht systematischer Art sind. Man hat deshalb guten Grund anzunehmen, die Temperatur wäre am 30. Juni entsprechend der dünnen Kurve verlaufen, falls die Finsternis nicht stattgefunden hätte. Der Verlauf der Temperatur an den einzelnen Tagen war aber sehr verschieden: am heissesten Tag (29. Mai) stieg sie von 15.0° um 6 h auf 26.2° um 14 h, während sie an einem regnerischen Tag (16. Juni) von 9 h bis 21 h innerhalb von ± 0.1° konstant 12.5° betrug! Es mag deshalb eingewendet werden, dass der gemittelten Temperaturkurve als Vergleichskurve keine massgebende Bedeutung zukäme. Wir haben deshalb unter den einzelnen Tageskurven diejenige herausgesucht, welche am Vormittag möglichst denselben Verlauf zeigt wie diejenige vom 30. Juni. Es ist dies diejenige vom 1. Juni, welche in Abb. 9 gestrichelt eingezeichnet ist, jedoch um 0.6° abgesenkt, um mit derjenigen vom 30. Juni zwischen 8 h und 12 h 30 in bestmögliche Übereinstimmung zu kommen. Verglichen mit der gemittelten Kurve beträgt das maximale Temperaturdefizit 3.0°, verglichen mit der Kurve vom 1. Juni 3.2°; in beiden Fällen wird es etwa ½ Stunde nach der Totalität erreicht. In der Presse waren Mitteilungen erschienen, wonach die Temperatur bei der Finsternis um 5° bis 8° gefallen sei. Hiezu muss bemerkt werden, dass ein nicht sehr sorgfältig gegen Strahlung geschütztes Thermometer zwar bei der Finsternis, wo die Strahlung ausfällt, die richtige, vor und nach derselben aber eine zu hohe Temperatur anzeigt. Bei der Finsternis vom 25. Februar 1952 hatten wir ein maximales Temperaturdefizit (nicht Temperaturfall!) von 5° gemessen.

Wer zum erstenmal auf eine Finsternisexpedition geht, möchte vor allem erfahren, wie dunkel es wird und ob z. B. künstliche Beleuchtung benötigt

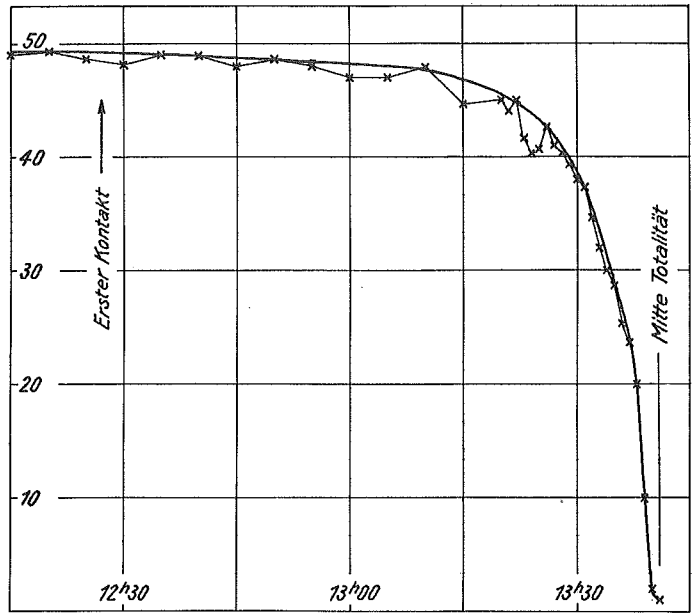


Abb. 10 Die Variation der Globalhelligkeit (Photostrom) während der ersten Hälfte der Finsternis.

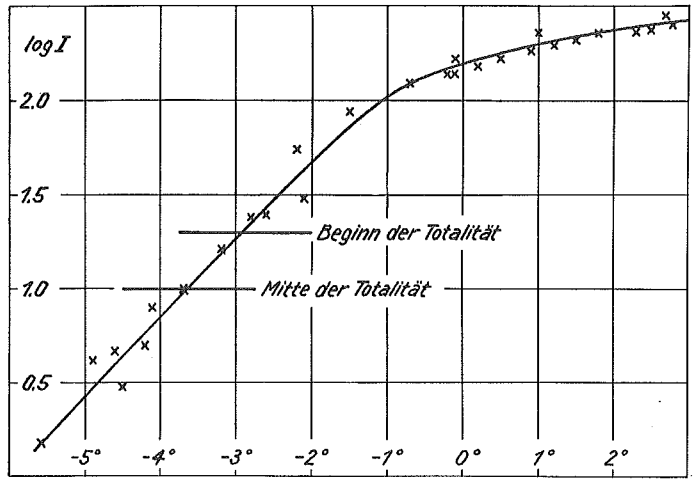


Abb. 11 Die Globalhelligkeit (I = Photostrom) in Abhängigkeit von der Zenitdistanz der Sonne.

wird. Um hierauf eine Antwort geben zu können, haben wir die globale Himmelsstrahlung mit einer horizontal liegenden Selen-Photozelle bestimmt. Da es uns nicht auf absolute Werte angekommen ist, haben wir in Abb. 10 lediglich den gemessenen Photostrom eingetragen. Dieser ist nur bei schwachen Helligkeiten der einfallenden Lichtmenge proportional und erreicht bei grosser Helligkeit eine Sättigung (um so ausgeprägter, je grösser der Widerstand des Stromkreises ist). Schon unmittelbar nach dem ersten Kontakt setzt eine merkbare Abnahme des Photostromes ein, welche jedoch zufolge der wechselnden Bewölkung recht unregelmässig erfolgt. Da die besonders tief liegenden Punkte durch Bewölkung verfälscht sind, haben wir durch die oberen Punkte eine «ungestörte» Kurve gelegt. Die Lichtabnahme während der partiellen Phase hat uns aber nicht interessiert, da sie leicht geometrisch berechnet werden kann, sondern nur die Globalhelligkeit bei der Totalität. Unmittelbar nach Beginn der Totalität wurden 2.5 Skalenteile abgelesen, um die Mitte derselben 1.0. Diese Werte hätten wesentlich genauer bestimmt werden können, wenn der Beobachter nicht vergessen hätte, auf einen empfindlicheren Bereich des Galvanometers umzustellen! Mit derselben Apparatur wurde an mehreren Tagen die globale Himmelsstrahlung um die Zeit des Sonnenunterganges gemessen. Diese Messungen sind in Abhängigkeit von der Sonnenhöhe in Abb. 11 dargestellt. Die Streuung der Messpunkte rührt davon her, dass sich diese auf verschiedene Tage mit verschiedenen Bewölkungsverhältnissen beziehen (Bedeckung 0 bis 3/10). Durch horizontale Striche sind die entsprechenden Photoströme eingetragen, wie sie zu Beginn und bei Mitte der Totalität beobachtet worden sind. Die Globalhelligkeit entspricht demnach im ersten Fall einer Sonnendepression von 2.9°, im zweiten Fall einer solchen von 3.6°. Die Beleuchtungsverhältnisse bei dieser Sonnendepression mögen eine Vorstellung geben von denjenigen während der Totalität. Es ist noch zu beachten, dass durch die Fassung der Photozelle nur der Himmelsausschnitt bis zu Zenitdistanzen von 56° voll erfasst worden ist. Bei 79° Zenitdistanz reduziert die Zellenfassung die Strahlung auf 50 % und die Gebiete mit Zenitdistanzen grösser als 84° werden vollständig abgedeckt. Die Beleuchtung ist bei der Totalität jedoch insofern verschieden von derjenigen bei der Dämmerung, als längs des ganzen Horizontes der Himmel ziemlich hell, in Richtung auf die Sonne jedoch sehr dunkel ist (Flächenhelligkeit etwa tausendmal kleiner als diejenige des Vollmondes).

Die wissenschaftlichen Ergebnisse unserer Expedition werden entsprechend dem Fortgang der Bearbeitung der Aufnahmen in der Zeitschrift für Astrophysik und in den Astronomischen Mitteilungen der Eidgenössischen Sternwarte publiziert werden.

Abschliessend spricht der Verfasser allen, die beim Bedienen der Apparate zum guten Gelingen beigetragen haben, seinen Dank aus, besonders aber dem Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung sowie Herrn Schulratspräsident Prof. Dr. H. PALLMANN für die Beurlaubungen des an der Expedition beteiligten Personals der Eidgenössischen Sternwarte.

Mitteilungen

Hämatologische Beobachtungen zur Rekapitulationsfrage

Von

W. KNOLL (Alpnachstad)

(Mit 3 Abbildungen im Text)

1. Die erste Generation roter Blutzellen (Megaloblasten) beim menschlichen Embryo.

Im Laufe der langen Jahre, während derer ich mich mit der vorgeburtlichen Entwicklung menschlicher Blutzellen beschäftigte, interessierten wohl am meisten die Erythrozyten erster Generation, die Megaloblasten der Hämatologen, die ich als Zellart sui generis ansehe, die im Laufe des dritten Monats definitiv aus der Blutbahn verschwinden und dann auch im blutbildenden Gewebe, dem Mesenchym, nicht mehr gebildet werden. Sie machen in dieser Zeit eine Reifung durch von basophilen Vorstufen über polychromatische, grosskernige Formen bis zu hyperchromatischen grossen, runden bis querovalen Zellen mit kleinen Kernen. Ihre Lebenszeit währt im Ganzen nur 1½ bis höchstens zwei Monate, wenn wir sie im Stadium von 14 Tagen nach der Konzeption erstmals auftreten sehen und nach dem dritten Monat keine solchen Zellen mehr nachweisbar sind. Ihre Durchmesser gehen bis zu 25 μ und mehr, die Oberfläche des einzelnen Megaloblasten bis zu 1250 μ^2.

Sie entsprechen nach Form, Grösse und innerem Aufbau den einzigen roten Blutzellen, wie wir sie bei Annelidenarten, so vor allem den Glycerinen finden. HERZOG beschreibt sie folgendermassen nach KOLLMANN: Es sind scheibenförmige runde oder ovale Zellen mit einem Buckel in der Mitte, der in der Profilansicht der Lage des Kerns entspricht. Ihre Grösse beträgt 40 bis 100 μ. Das Plasma der frischen Zellen erscheint homogen. Der Kern ist klein und rund mit einigen relativ grossen Kernkörperchen. Amitose ist wahrscheinlich, der Farbstoff Hämoglobin. Solche Zellen finden sich auch weiterhin in der Tierreihe, wenn auch nicht bei allen Familien und Arten, da sich der respiratorische Farbstoff auch ohne Beziehungen zu Zellen im Plasma gelöst befinden kann, von einzelnen Anneliden bis zum Amphioxus.

Erst bei den Wirbeltieren setzt sich die Bindung an bestimmte Zellen, die dann wirkliche Erythrozyten sind, definitiv durch. Die Amphibien haben nach den vorliegenden Beobachtungen (HERZOG, JACOBI) die grössten Erythrozyten, deren Durchmesser dann für einzelne Stücke ebenfalls bis 70 μ gehen können (HERZOG). Unsere eigenen Befunde bei *Rana esculenta,* bei *Salamandra maculosa* und *atra* sowie bei dem noch embryonalen Axolotl *(Amblystoma)* bestätigen dies. Die meisten Zellen dieser Arten sind kernhaltig, wenn auch die Neigung zur Abschnürung kleinerer kernloser Zellen vorhanden ist. Auch bei Säugetieren hat BOSTRÖM ein solches Verhalten beobachtet. Das Schulbeispiel ist der Urodele *Batrachoseps attenuatus,* der neben kernhaltigen auch kernlose, ebenfalls durch Abschnürung entstandene Erythrozyten aufweist. Ihre Zahl ist von der Jahreszeit abhängig und darum im Frühjahr am häufigsten nach dem Winterschlaf, so dass sie dann die Zahl der kernhaltigen sogar übertreffen (GIGLIO-TOS, EISEN, EMMEL).

Die Zahl der Erythrozyten niederer Tiere im mm^3 steht in Abhängigkeit von der Grösse dieser Zellen. Je grösser sie sind, desto weniger gehen auf die Raumeinheit. Dasselbe sahen wir in der ersten Zeit beim Menschen. Die grossen Megaloblasten kommen auf höchstens 330 000 pro mm^3, während die Zellen zweiter Generation schon von der Mitte des dritten Monats ab, wenn also beide Generationen noch gleichzeitig im Blute kreisen, auf 3 Millionen standen und am Ende desselben Monats bereits bis 4 Millionen ansteigen (MUNDORFF, KNOLL) Abb. 1. BABUDIERI fand bei einem Urodelen, *Spelerpes fuscus,* gar nur 50 000 solcher grosser roter Zellen im mm^3 (HERZOG), wobei der bei wechselwarmen Tieren doch sehr geringe

Stoffwechsel auch eine Rolle spielen mag. Diese grossen Zellen wurden auch bei Vögeln (SANDREUTER bei Star und Haushuhn) zu Beginn der embryonalen Entwicklung festgestellt. Die dort nachgewiesenen grossen hämoglobinreichen Zellen einer ersten Generation können als phylogenetisch aus einer früheren Entwicklungsphase stammend angesehen werden. Dies deckt sich mit unserer eigenen Auffassung beim Menschen. Auch bei Star und Haushuhn erfolgt der Wechsel der beiden Erythrozytengenerationen im Laufe der ersten Hälfte der Embryonalzeit. Die Form und Grösse der primitiven Erythrozyten dieser Vögel fallen durch folgende Kennzeichen auf: Der Kern ist zunächst rund oder breitoval und blasig, zeigt eine lockere Chromatinstruktur. Sie enthalten viel Hämoglobin und sind im Gegensatz zu den bleibenden Erythrozyten meist rund und nicht längsoval. Ihre Kerne sind später oft bereits pyknotisch. Die Zahl der Erythrozyten erster Generation ist verschwindend klein gegenüber den definitiven. Die graphischen Darstellungen SANDREUTER's decken sich mit unseren Befunden beim Menschen durchaus (MUNDORFF, KNOLL).

Allgemein wird hervorgehoben, dass diese grossen, stark hämoglobinhaltigen Zellen eine sehr scharfe Begrenzung haben, die an eine Schutzschicht (Schutzkolloid) oder sogar an eine semipermeable Membran denken lässt. Dies steht bei den Säugetieren im Gegensatz zu den jungen noch polychromatischen Erythroblasten II. Generation derselben Zeit, deren Begrenzung unscharf ist und mitunter sogar kleine Ausstülpungen (Pseudopodien) erkennen lässt. Die reifen Formen sowie die kernlosen R haben dagegen wieder eine feste Begrenzung.

Es besteht also bezüglich Aufbau und Grösse dieser Zellen, ihres hohen Hämoglobingehaltes und ihrer geringen Zahl pro Raumeinheit eine weitgehende Analogie zu den Megaloblasten des Menschen aus der Zeit bis zur Mitte des dritten Monats.

Ich möchte darum dieser ersten roten Generation einen besonderen Platz im Geschehen zuweisen. Sie ist nach dem heutigen Stand unserer Erkenntnis als ein erster aus

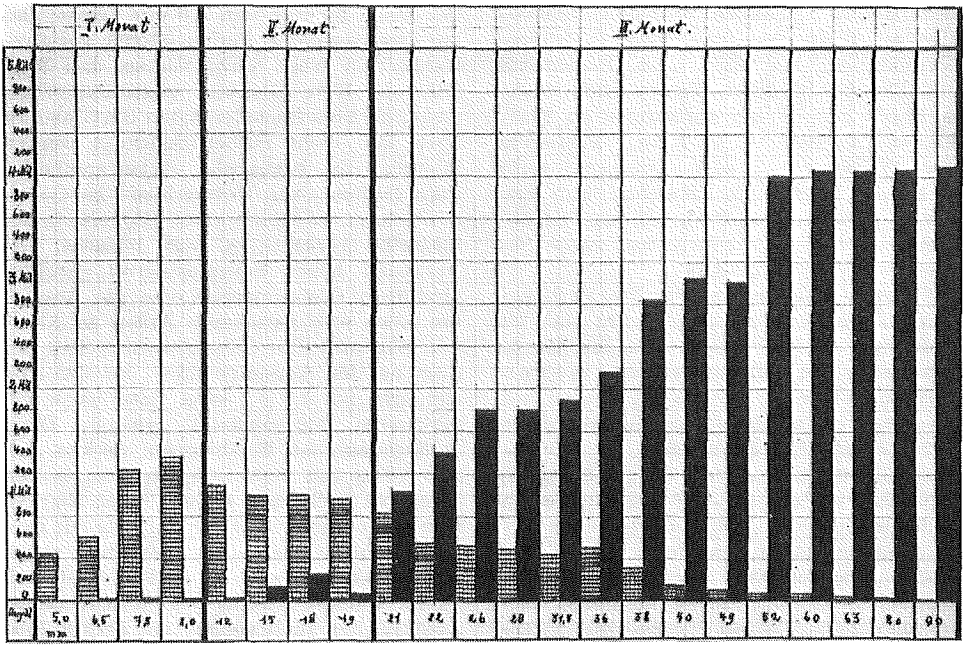


Abb. 1 Absolute Zahlen der beiden Erythrozytengenerationen pro cm³ im Blut. I. Generation schraffiert. II. Generation schwarz.

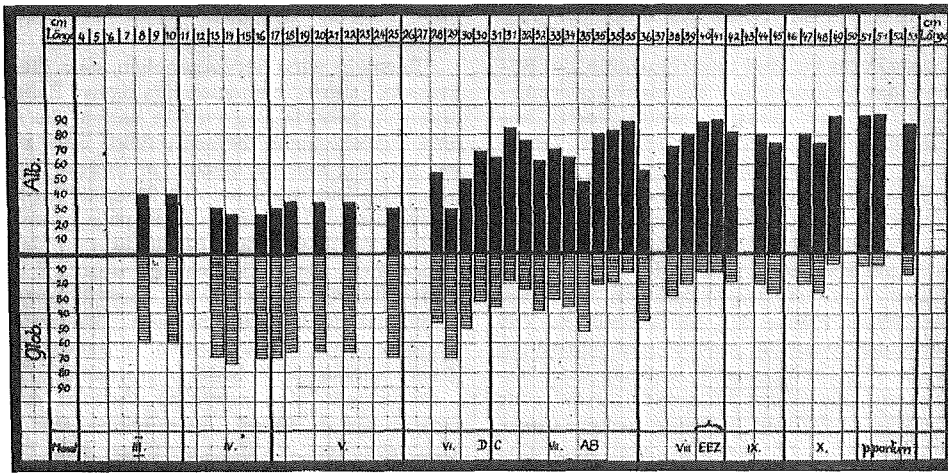


Abb. 2 Verhältnis Albumin (schwarz) und Globulin (schraffiert) im Blutserum menschlicher Embryonen vom 3. Monat bis über die Geburt hinaus (KNOLL und SIEVERS).

der Phylogenie stammender Versuch anzusehen, Sauerstoffträger hervorzubringen, die dann später bei der starken Steigerung des Sauerstoffverbrauchs einer den Verhältnissen besser angepassten Zellart weicht. Ich sehe darum in diesem Verhalten homoiothermer Tiere eine Anlehnung an frühere Verhältnisse, wie dies auch SANDREUTER tut. Die bei niederen Tieren noch nachweisbare Lösung des Farbstoffes im Blutplasma (Aufstellung bei KNOLL) kommt in der Wirbeltierreihe auch embryonal nicht mehr vor. Auch beim Menschen fehlt eine solche Periode. Der Farbstoff, das Hämoglobin, ist hier stets von Anfang an an besondere Zellen gebunden.

2. **Serum-Befunde.** Eine Parallele zu diesen morphologischen Befunden besteht auch im Verhältnis der Verteilung und der Menge der einzelnen Eiweissfraktionen des menschlichen embryonalen Blutserums. Hier stehen mir allerdings nur menschliche Embryonen zur Verfügung. Sie entsprechen aber durchaus den im Schrifttum niedergelegten Beobachtungen an anderen Tierarten. Der Gedanke einer Rekapitulation drängt sich direkt auf.

Wenn man mit einer der bekannten physikalischen oder chemischen Methoden (Refraktion und Viskosität einerseits, PULFRICH, HESS, der KIELDAHLschen chemischen Analyse in der Modifikation von CAMPELL und HANNA anderseits) Albumin und Globulin des Serums bestimmt (KNOLL, SIEVERS), so kommt man vom dritten Monat bis zur Geburt zu folgenden zunächst überraschenden Ergebnissen:

Erstmals wurde unsererseits 1927 (KNOLL) bei einem Embryo von 170 mm Länge, also aus dem vierten bis fünften Monat, auf physikalischem Wege nachgewiesen, dass 30 % Albumin 70 % Globulin gegenüberstehen, wobei die verschiedenen Arten des Globulins noch gar nicht mitberücksichtigt werden konnten, da bezügliche Arbeitsmethoden noch fehlten. Dass Unterschiede im Gehalt des Serums an Albumin und Globulin in der Tierreihe vorkommen, war bekannt. Die Anamnier haben bei annähernd gleichem absolutem Globulingehalt wie die Amnioten einen weit geringeren Anteil an Albumin (KRÜGER). Der Gesamteiweissgehalt beträgt bei den Amnioten 6,3 %, bei den Anamniern nur 3,4 %, wozu dann noch ein geringerer Albuminanteil kommt. Diese phylogenetischen Erfahrungen decken sich nun völlig mit dem, was wir vom dritten Monat ab auch beim menschlichen Embryo feststellen konnten. Da die Befunde mit zwei verschiedenen Methoden, wie oben angegeben, bestimmt sind, so sind sie gesichert. Bisher konnten wir die Verhältnisse bei 38 menschlichen Embryonen vom dritten Monat bis nach der Geburt daraufhin untersuchen (KNOLL und SIEVERS). Das Ergebnis ist folgendes:

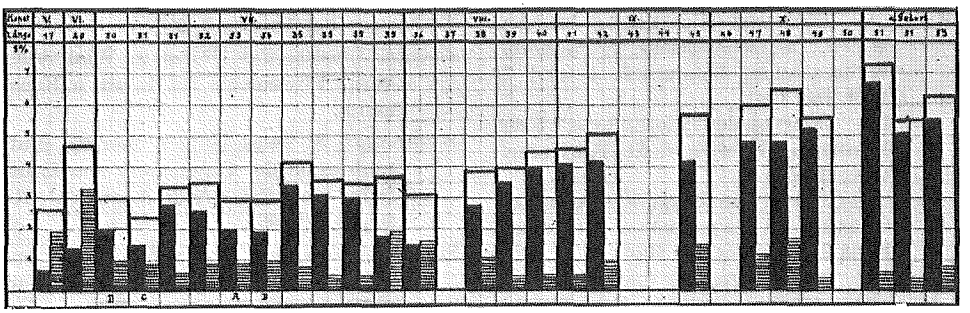


Abb. 3 Die absoluten Zahlen der Eiweissfraktionen und des Gesamteiweisses im Serum menschlicher Embryonen (Arb. KNOLL und SIEVERS), Globulin schraffiert, Albumin schwarz, Gesamteiweiss weiss.

Vom dritten bis gegen Ende des fünften Monats ist das Verhältnis Albumin : Globulin unter Berücksichtigung der stets vorhandenen individuellen Schwankungen tatsächlich anders als beim erwachsenen Säugetier und entspricht den bleibenden Verhältnissen bei den Anamniern, wie sie KRÜGER, STAUB und Mitarbeiter sowie HAUSMANN fanden. Abb. 2. Auch die absoluten Serumeiweisswerte, wie diejenigen der beiden Fraktionen, entsprechen dem. Der absolute Wert des Globulins ist zunächst doppelt so hoch wie derjenige des Albumins, um vom siebten Monat ab allmählich sich demjenigen der erwachsenen Säugetiere zu nähern, was bei der Geburt annähernd erreicht ist. Abb. 3.

3. Wir sehen in diesen Verhältnissen eine weitgehende Analogie zu den gleichen Vorkommnissen bei niederen Wirbeltieren, die uns zwingend erscheint. Was dort als bleibendes Geschehen feststeht, geht beim Menschen während der embryonalen Entwicklung im Verlaufe von Wochen und Monaten zum Säugetiertypus über.

Ohne aus unseren Beobachtungen weitergehende Schlüsse zu ziehen, sind diese Beobachtungen doch geeignet, der Frage der Rekapitulation als der Wiederholung von Vorgängen aus der Phylogenie in der Ontogonie der Art eine Stütze zu sein. Wir kommen so dazu, den Lebensbegriff als Ausdruck eines mannigfaltigen, aber dennoch nach gewissen einheitlichen Plänen ablaufenden Geschehens zu betrachten, woraus sich zunächst für die Blutforschung, und vielleicht darüber hinaus, allgemein biologische Schlussfolgerungen ergeben können. Wir möchten darum diese Ausführungen als Beispiel für die Inangriffnahme auch anderer biologisch ähnlich gerichteter Fragestellungen ansehen, was uns zur Veröffentlichung erst veranlasst hat.

Schrifttum

BABUDIERI. Studi di ematologia comparata. Hematologica, Archiv, 1930.

EMMEL. Kernlose Erythrozyten bei niederen Wirbeltieren. Amer. J. of Anat. 1924.

GIGLIO-TOS bei HERZOG l. c.

HAUSMANN, M. Entstehung und Funktion von Blutgefäßsystem und Blut auf zellularphysiologischer Grundlage. B. Schwabe, Basel, 1935.

HERZOG, D. Vergleichende Morphologie des Blutes. Handbuch der allg. Hämatologie, Hirschfeld und Hittmair. Urban und Schwarzenberg, 1932.

JAKOBI. Unters. über das Blutbild wechselwarmer Tiere. I.-Diss. phil. Hamburg, 1944 (nicht veröffentlicht).

KNOLL, W. Blut und blutbildende Organe menschlicher Embryonen. Neue Denkschr. der S.N.G., Bd. 64, 1927.

— Die Blutbildung beim Embryo. Handbuch der allg. Hämatologie, Hirschfeld und Hittmair, Urban und Schwarzenberg, 1932.

— Das morphologische Blutbild der Säugetiere. Ztschr. mikr. anat. Forschung 1932 und 1939.

KNOLL, W. Blut und Blutbildung bei den Walen. Deutsche Ztschr. f. Fischerei, Walforschung. Sonderheft 1 und 2, 1940 und 1941.

— Die embryonale Blutbildung beim Menschen. 73. Jahrb. d. St. Gall. Naturf. Ges., 1950.

— und SIEVERS. Das Verhältnis Albumin: Globulin im embryonalen Blutserum. Folia haematologica, 1944.

MUNDORFF, H. Der Wechsel der Erythrozytengenerationen beim Embryo. Ztschr. f. mikroskop. anatom. Forschung, 1927.

KOLLMANN bei HERZOG l. c.

KRÜGER. Chemie des Blutes in Winterstein vergl. Physiologie Bd. L, zit. n. Hausmann.

SANDREUTER, A. Vergl. Unters. über die Blutbildung in der Ontogenese von Haushuhn und Star. Acta Anat. Vol. XI, Suppl. 1, 1951.

SIEVERS, C. Das Verhältnis von Albumin und Globulin im embryonalen Blutserum I.-Diss. med. Hamburg, 1944.

Der Firnzuwachs pro 1953/54 in einigen schweizerischen Firngebieten

XLI. Bericht

Von

W. KUHN

(Schweiz. Meteorolog. Zentralanstalt)

Wir beginnen diese Jahresübersicht wie üblich mit einem Rückblick auf den Verlauf der Witterung, wobei wir vor allem die Schneeverhältnisse ins Auge fassen.

Auf unsere letztjährigen Messungen im September 1953 folgte zunächst föhniges und regnerisches Wetter. Während des warmen Oktobers senkte sich die Firnoberfläche in Höhenlagen von 2700 m um einen halben Meter. November und Dezember waren sonnig und trocken, so dass die Alpen — von Hochlagen abgesehen — erst beim Jahreswechsel namhafte Schneemengen erhielten.

Wohl bestand auf dem Weissfluhjoch ob Davos (2540 m) seit dem 30. Oktober eine dünne Schneedecke, und auch der Säntis (Schneemessplatz 2350 m) wurde an diesem Tage erstmals eingeschneit. Da aber vom 6. November bis 19. Dezember ununterbrochen schönes Wetter herrschte, aperte der Säntis Mitte Dezember noch einmal aus; in Firngebieten sinterte die ohnehin karge Schneedecke während 1½ Monaten zusammen. Erst in der Weihnachtswoche begann es wieder zu schneien. Ausgiebige Schneefälle um Neujahr und Mitte Januar liessen die Schneehöhe in den Alpen auf mehr als 1 m anwachsen. Mangels einer tragfähigen Unterlage rutschte der Schnee vielerorts an Steilhängen ab, wobei es vor allem im Prättigau, dann aber auch in der Zentralschweiz und im Berner Oberland zu schweren Lawinenniedergängen kam.

Im Februar erhielt die Schneedecke keinen nennenswerten Zuwachs. Dagegen stellten sich anfangs März und Mitte April nochmals ergiebige Schneefälle ein. So erreichte der Säntis am 18. April (Ostersonntag) mit rund 290 cm die grösste Schneehöhe dieses Winters. Verglichen mit dem doppelt so grossen Maximum des Vorjahres und dem immerhin 400 cm betragenden mittleren Maximum nimmt sich der diesjährige Höchstwert bescheiden aus. Ähnliches gilt für den St. Gotthardpass (2090 m), wo um die Osterzeit 175 cm Schnee lagen, und für das Davoser Weissfluhjoch, wo am 4. Mai eine Maximalhöhe von 187 cm festgestellt wurde. Auf Weissfluhjoch ist bisher nur im Winter 1948/49 ein noch kleineres Maximum (168 cm) verzeichnet worden.

Nach einem weiteren kräftigen Schneefall setzte in der ersten Maidekade die Ablation ein. Sie kam Ende Mai/anfangs Juni bei trübem Wetter vorübergehend zum Stillstand, um dann in der zweiten Junihälfte um so energischere Fortschritte zu machen. Auf Säntis und Weissfluhjoch war der Winterschnee Ende Juni aufgezehrt.

Allerdings brachte der kalte Juli gleich zu Anfang neuen Schnee, der in felsiger Umgebung bis zum 20. liegen blieb. In der Folge war die Witterung bis zu Anfang der letzten August-Dekade ablationsfördernd, wenn auch nicht durchwegs sonnig. Es scheint, dass die heftigen August-Gewitter in der Firnregion mehr Regen als Schnee brachten und so zur Ablation beitrugen. Die grossen Niederschläge vom 21./22. August, die im Glarner- und Bündnerland zu Überschwemmungen führten, endeten allerdings im Gebirge mit einem massiven Schneefall, von dem bei unseren Firnmessungen im September noch ein erklecklicher Rest vorhanden war, und dies trotz des in der Zwischenzeit sehr warmen Wetters.

Wenn wir die Monatsmittel der Temperatur auf dem Säntis-Observatorium (2500 m) betrachten, erkennen wir im Sommerhalbjahr nur einen ausgesprochen kalten Monat, nämlich den Juli. Die Abweichungen von den langjährigen Mittelwerten (1864 bis 1940) betragen in den einzelnen Monaten Mai-September 1954:

V. —0,6 VI. + 1,0 VII. —2,8 VIII. —0,8
IX. + 0,3

Die über das hydrologische Jahr Oktober 1953—September 1954 erstreckte Temperatursumme (Summe der positiven Tagesmittel) des Säntis beläuft sich auf 648, ist also ordentlich kleiner als im Mittel der Jahre 1915/16 bis 1950/51 (743).

Untersuchen wir schliesslich noch die Sonnenscheindauer auf den in Frage kommenden ostschweizerischen Stationen Säntis, Davos und Braunwald, so erhalten wir für das hydrologische Jahr 1953/54 unternormale Beträge (Säntis 1816, Davos 1445, Braunwald 1382 Stunden). In Ermangelung von homogenen Beobachtungsreihen müssen wir bei diesem Element auf den Vergleich mit langjährigen Mittelwerten verzichten. Äusserst merkwürdig mutet die Verteilung des Sonnenscheins auf die einzelnen Monate an: Der November war der sonnigste Monat des ganzen hydrologischen Jahres, nicht nur im Verhältnis zur astronomisch möglichen Sonnenscheindauer, sondern auch absolut! Dann folgen März und Mai, obschon der letztere nicht einmal den Normalwert erreichte. Das grösste Defizit gegenüber der normalen Besonnung weisen die Sommermonate und unter ihnen vor allem der Juli auf. Absolut genommen war der Januar der sonnenärmste Monat.

Auf diese allgemeine Übersicht lassen wir nun die Messresultate aus den einzelnen Firngebieten folgen.

Clariden:

Datum	Hüttenpegel (2440 m) cm	Firnzuwachs seit 18. Sept. 1953: untere Boje (2700 m) cm	obere Boje (2900 m) cm
6. Okt. 1953	0	–45	—
28. Oktober	0	–50	—
14. März 1954	205	310	—
7. Juni	?	265	400
26. Juli	40	160	345
11. August	0	108	311
21. August	0	60	255
4. September	0	80	315

Die Zwischenablesungen stammen zum Teil von Touristen, zum Teil von Hüttenwart B. Marti. Leider besitzen wir keine Beobachtungen aus der Zeit der grössten Schneehöhe (Mai); diese dürfte bei der oberen Boje etwa 4½ m, bei der unteren 3½ m betragen haben. Die Ablesung vom 21. August repräsentiert ungefähr das Minimum. Von dem am 4. September 1954 gemessenen Firnzuwachs entfallen bei der unteren Boje 30 cm, bei der oberen 60 cm auf die am 22. August entstandene Neuschneeschicht. Der Firnschnee reichte bis zur unteren Grenze des Claridenfirns; einzelne Altschneeflecken lagen auch auf dem Moränenschutt der alten Gletschermulde zwischen Altenoren- und Beckistock in einer Höhe von 2450 m. Der Claridenfirn selbst war nahezu frei von Spalten. Da er schon lange keine eigentliche Zunge mehr besitzt, sorgt hauptsächlich der Eisbruch zwischen Geissbützi- und Vorderem Spitzalpelistock für den Abtransport des Eises. Während unserer Arbeit am Totalisator konnten wir beobachten, wie innert zweier Stunden mehrere Eistürme mit lawinenartigem Getöse über die Felswände hinunterdonnerten.

Aus dem Inhalt des Totalisators auf dem Geissbützistock (2710 m) ergibt sich ein Niederschlag von **295 cm,** gefallen in der Zeit vom 18. September 1953 bis 3. September 1954. Dies sind bloss 85 % des langjährigen Mittels. Auch das für die gleiche Zeitspanne berechnete Niederschlagstotal von Braunwald (1190 m) bleibt mit 163 cm = 87 % d. M. unter dem Normalwert, während

in Linthal-Auen (810 m) mit 166 cm = 101% immerhin das normale Mittel erreicht wurde. Die neue Regenmeßstation Linthal-Fätschbachwerk (685 m) ergab 170 cm, diejenige auf dem Urnerboden (1350 m) 160 cm. Schliesslich sei auch der Niederschlag von Elm (960 m) angeführt, der mit 162 cm den Normalwert um 6% übersteigt. Es scheint, dass der Geissbützi-Totalisator infolge der häufigen Sturmwinde zu wenig Niederschlag aufgefangen hat. Zum gleichen Schluss kommt man auch, wenn man den beobachteten Firnzuwachs mit dem nach dem bisherigen, statistisch verarbeiteten Beobachtungsmaterial [1] auf Grund der heurigen Niederschlags- und Temperatursumme berechneten Firnzuwachs vergleicht.

Die Temperatursumme des Säntis beträgt innerhalb des für Firnzuwachs und Niederschlag auf Clariden massgebenden Zeitraumes **600** (Mittelwert 743).

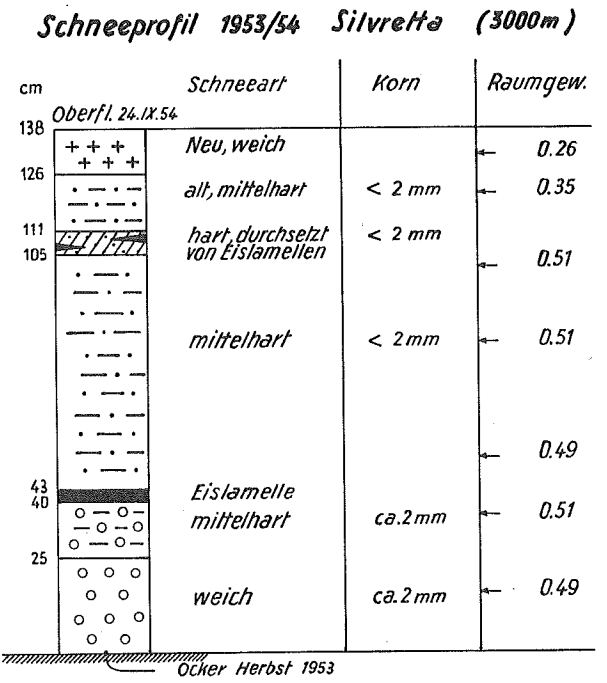
Silvretta:

Datum	Firnzuwachs seit 10. Sept. 1953: untere Boje (2730 m) cm	obere Boje (3000 m) cm
26. Februar 1954	—	165
18. März	—	190
19. April	—	230
27. April	230	—
12. Mai	—	250
6. Juli	—	200
20. Juli	—	220
12. August	—	200
1. September	—	170
6. September	—	140
24. September	9	150

Die Stange auf dem unteren Messplatz fiel leider im Oktober 1953 um, so dass von dieser Stelle keine Ablesungen vorliegen. Die Schneehöhe vom 27. April wurde mittelst einer Sondierstange in verdienstlicher Weise von Hüttenwart E. Eitle bestimmt, der auch die meisten Ablesungen an der oberen Boje beibrachte.

Wie vom Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung in Davos-Weissfluhjoch eindeutig festgestellt werden konnte, trat die grösste Ausaperung am 14. September ein. Die Firngrenze lag an diesem Tage gerade in der Gegend der unteren Boje, so dass der Firnzuwachs dort zu null angenommen werden kann. Die angegebenen 9 cm sind Neuschnee vom 20./21. September. Bei der oberen Boje ergab die Grabung nach dem vorjährigen Ocker eine Jahresschicht von **138 cm**, wovon 12 cm auf Neuschnee entfielen. Die beigedruckte Profilskizze orientiert über die bei der oberen Boje angetroffenen Schichten. Die dicke Eislamelle 40 cm über dem letztjährigen Ocker dürfte durch Einsickern von sommerlichem Schmelzwasser entstanden sein und ungefähr mit der Oberfläche vom Februar zusammenfallen, während die in 105 bis 110 cm Höhe eingelagerten Eiskrusten vermutlich der Ablationsperiode von Ende Juni und den späteren Regenfällen zuzuordnen sind. Aus den mit Messzylinder und Schneewaage bestimmten spezifischen Gewichten ergibt sich für die ganze Jahresschicht ein Wasserwert von **66 cm**, was gerade der Hälfte des vom Eckhorntotalisator aufgespeicherten Niederschlags entspricht; ein gleich grosser Rest wäre demnach durch Verwehung, Verdunstung und Schmelzwasserabfluss verloren gegangen.

In den beiden Totalisatoren fanden sich aus dem Zeitraum vom 10. September 1953 bis 23. September 1954 folgende Niederschlagsmengen: Eckhorn (3145 m) **132 cm** = 84 % des normalen Jahresniederschlags; Silvretta-Hütte (2400 m) **154 cm** = 106 % des Normalwertes. Die täglich messenden Niederschlagsstationen aus der Umgebung verzeichneten im gleichen Zeitraum folgende Beträge: Klosters (1205 m) 148 cm = 115 %, St. Antönien (1460 m) 134 cm = 97 %. Beachtenswert sind die relativ kleinen Mengen von Eckhorn und St. Antönien, doch möchten wir im vorliegenden Falle nicht an ihrer Realität zweifeln. Am 26. März nahm Hüttenwart Eitle am unteren Totalisator einen Zwischenabstich vor. Dabei ergab sich ein Winterniederschlag (10. Sept. 1953 bis 26. März 1954) von 54 cm; das sind bloss 35% der gesamten von Herbst zu Herbst gemessenen Menge. Die gleiche ungemein niedrige Proportion von Winter- zu Jahresniederschlag resultiert auch aus den Aufzeichnungen von Klosters und St. Antönien, ist also nicht einer Verfälschung des Totalisator-Ergebnisses durch die Wirkung des Windes zuzuschreiben. Bei Stationen aus der weiteren Umgebung (Schuls, Schiers, Seewis, Vaduz) ist der Anteil der Winterniederschläge noch geringer.



Da unsere Messungen auf Silvretta im Herbst 1953 früher, 1954 dagegen später erfolgten als auf Clariden, ist die zur Silvretta-Periode gehörende Temperatursumme des Säntis grösser als diejenige für Clariden; sie liegt aber mit 713 immer noch unter dem Normalwert (743).

Wenden wir unsere Blicke nunmehr von der Silvretta hinüber zum Parsenngebiet, wo uns die Messungen vom Standard-Versuchsfeld des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung zur Verfügung stehen.

Weissfluhjoch (2540 m):

	Schneehöhen in cm		
29. Oktober 1953	0	15. April 1954	141
7. November	20	17. April	175
19. Dezember	18	2. Mai	150
30. Dezember	82	4. Mai	187
9. Januar 1954	56	17. Mai	129
12. Januar	150	24. Mai	152
26. Februar	126	11. Juni	123
6. März	166	28. Juni	0

Die Schneearmut des Frühwinters geht aus diesen Zahlen mit aller Deutlichkeit hervor. Erst der Januar brachte grössere Schneemengen. Im April und Mai zeigt die Schneehöhenkurve wegen des Wechsels von Schneefällen und Ablationsperioden einen sehr zackigen Verlauf; wir können in dieser Übersicht nur die markantesten Zacken wiedergeben. Zum raschen Abbau der Schneedecke im Juni haben einige Regenfälle beigetragen.

Schliesslich fügen wir noch einige Messungen aus höher gelegenen Firngebieten bei, die uns regelmässig in verdankenswerter Weise von anderer Seite mitgeteilt werden. Es handelt sich zunächst um die Ablesungen am Pegel 3 der Schweizerischen Gletscherkommission (SGK) auf dem Jungfraufirn, die uns durch die Abteilung für Hydrologie der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der E.T.H. vermittelt werden. Indem wir diese Resultate auszugsweise hier publizieren, setzen wir eine 1918 begonnene Reihe fort. Die damals von der Gletscherkommission der Physikalischen Gesellschaft Zürich auf dem Jungfraufirn aufgestellten Bojen befanden sich ja ungefähr an der Stelle, wo seit 1940 der in kurzen Intervallen beobachtete und

jeden Herbst in den Fixpunkt zurückversetzte Pegel 3 der SGK steht. Die Schneepegelbeobachtungen bilden übrigens nur einen Teil des umfangreichen Messprogramms, das die SGK im Gebiet des Grossen Aletschgletschers laufend durchführt.

Jungfraufirn (3345 m):

Firnzuwachs seit 1. Sept. 1953 in cm

5. Okt. 1953	53	6. Mai 1954	423
7. November	233	14. Mai	393
4. Dezember	183	24. Mai	433
3. Jan. 1954	238	15. Juni	423
12. Januar	303	27. Juni	348
18. Januar	233	17. Juli	438
13. Februar	223	17. August	423
15. März	333	27. August	473
3. April	303	21. September	473
18. April	353	30. September	523

Die rasche Abnahme der Schneehöhe vom 12. zum 18. Januar ist auf das Verblasen des Neuschnees durch stürmische Winde zurückzuführen. Da eine längere Ablationsperiode im Sommer 1954 fehlt, lässt sich aus den angegebenen Zahlen weder ein deutliches Maximum im Frühsommer noch ein Minimum im Herbst herauslesen. Vielmehr ist der Schneehöhenverlauf vom Mai an durch ein unregelmässiges An- und Abschwellen gekennzeichnet.

Nimmt schon das Aletschgebiet öfters am Wettergeschehen der Alpensüdseite teil, so ist die Bernina, über deren Gletscherhaushalt wir dank den Fernrohrbeobachtungen von Dr. GIAN GENSLER (Flugwetterwarte Zürich-Kloten) orientiert sind, den mediterranen Einflüssen erst recht ausgesetzt.

Bernina:

	Firnzuwachs seit 27. September 1953 (in m)		
	I (3010 m)	II (3110 m)	III (3780 m)
22. November 1953	0,3	0,4	—
7. März 1954	2,2	1,9	$2^1/_2$
16. April	1,7	1,7	$4^3/_4$
28. Juni	2,2	1,8	$5^1/_2$
29. August	0,7	1,6	$6^1/_2$

Die beiden unteren Meßstellen

I Vadretin Misaun
II Rosatschgletscher

gehen mit der oberen Silvrettaboje angenähert parallel, während bei dem in der Gipfelregion gelegenen Gletscherabbruch

III Piz Palü

(früher Punkt 3870 m, jetzt 3780 m) höchstens infolge der Sonnenstrahlung oberflächlich eine gewisse Ablation stattfinden kann, da dieser Punkt ja nur an heissen Sommertagen in den Genuss positiver Lufttemperaturen kommt. Hier betrug Ende August 1954 der gesamte Firnzuwachs seit dem Staubfall vom 29. März 1947 **34 m.**

Der Jahresfirnzuwachs 1953/54 wurde von GENSLER auch an einigen andern Stellen des Berninagebietes beobachtet, so z. B.:

Piz Chalchagn	(3150 m)	0,8 m
Persgletscher*	(3350 m)	3,0 m
Palü-Ostgrat	(3520 m)	4,7 m
Palü-Gipfelgrat	(3850 m)	5,5 m

* Nach Norden exponierter Abbruch.

Im Mai und Juni erhielt das Engadin mehrmals starke Niederschläge infolge Aufgleitens von Warmluft aus dem Mittelmeerraum. Diese führten zu einem rapiden Anwachsen der Schneedecke und in der Folge zu einzelnen Schneerutschen (z. B. am Misaun). Ähnliche Wetterlagen wiederholten sich im Juli und bei höherer Temperatur im August; am 9. und 21. August regnete es in Höhen bis gegen 3500 m; durch diese sintflutartigen Regengüsse wurden die Schneevorräte stark ausgewaschen. In der ersten Septemberhälfte muss noch eine gewisse Ablation eingetreten sein; dadurch sind die Ende August bestimmten Firnzuwachse jedenfalls etwas reduziert worden.

Als geeignetes Temperaturmass für die Beurteilung der Ablation hat GENSLER erstmals im Bericht pro 1951/52 die Summe der positiven Tagesmittel im Niveau **700 mbar** (etwa 3100 m), wie sie sich aus den Radiosondierungen von Mailand, München und neuerdings auch Payerne errechnen lässt, eingeführt. Unter dem Tagesmittel ist in diesem Fall das arithmetische Mittel aus den Aufstiegswerten von 3 h und 15 h zu verstehen. Für die Periode Mai-September 1954 erhält man folgende Temperatursummen: Mailand 304, München 136, Payerne 113. Für die beiden unteren Bernina-Meßstellen I und II dürfte etwa der

Betrag ⅓ (2 × Mailand + 1 × München) = 248 den wirklichen Verhältnissen am nächsten kommen. Nach ZINGG [2] entspricht dieser Temperatursumme eine Ablation von $0{,}45 \cdot 248 = 112$ cm Wasser oder — bei einer angenommenen Schneedichte von 0,6 — ein Abbau der Schneehöhe während des Sommers um etwa 190 cm. Die beobachteten Ablationen sind kleiner, einerseits wegen der häufigen Neuschneefälle im Sommer, anderseits wegen des etwas vorzeitigen Abbruchs der Messreihe.

Wir wollen auf die Durchführung einer ähnlichen Überschlagsrechnung an Hand der Säntis-Temperatursummen für unsere Stammgebiete Clariden und Silvretta verzichten; um quantitativ richtige Resultate zu erhalten, müsste man über Temperaturmessungen aus den Firngebieten selbst oder doch aus der gleichen Höhenlage verfügen.

Résumé 1953/54: Die im September 1954 gemessenen Jahres-Firnzuwachse weichen nur wenig von den Mittelwerten ab. In höher gelegenen Firngebieten (Jungfraufirn) liegen sie etwas über dem mehrjährigen Durchschnitt, in Gebieten mit starker Ablation (untere Silvrettaboje) jedoch darunter. Dieses Ergebnis findet seine Erklärung in der anomalen Verteilung der Niederschläge auf die einzelnen Jahreszeiten: Während sich für die ganze Messperiode ungefähr normale Beträge ergeben, ist der Anteil der Winterniederschläge ungewöhnlich klein. Besonders schneearm war der Frühwinter. Dagegen häuften sich die Niederschläge im Sommer, zumal im Juli und August, wobei die Berglagen unter 3000 m mehrmals Regen erhielten. Bei einem derart unbeständigen Sommerwetter gab es nur kurze, zum Teil aber recht wirksame Ablationsperioden.

Literatur:

[1] KUHN WALTER: Statistische Ergebnisse von Firnzuwachsmessungen. — Verh. Schweiz. Naturf. Ges. Lugano 1953, S. 71—73, Bern 1954.

[2] ZINGG THEODOR: Beitrag zur Kenntnis des Schmelzwasserabflusses der Schneedecke. — Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen Winter 1949/50, 14. Winterbericht des Eidg. Inst. f. Schnee- u. Lawinenforschung, S. 86—90, Davos 1951.

Errata: Im letztjährigen Bericht (Bd. 98, S. 253) lese man in der Claridentabelle auf der zweituntersten Zeile (4. September) bei der oberen Boje 400 statt 440 cm.

Notizen zur schweizerischen Kulturgeschichte

Aus den Lehrjahren eines angehenden Chirurgen des 18. Jahrhunderts

Von

BERNHARD MILT (Zürich)

I.

Im Jahr 1842 beschloss der Toggenburger Arzt JOHANN HEINRICH STEGER hochbetagt sein tätiges Leben. Seine Mitbürger hatten ihn nicht nur als trefflichen Arzt geschätzt; immer wieder waren ihm auch höchste öffentliche Ämter anvertraut worden. Als 1798 der Kanton Säntis gegründet wurde, wählten sie ihn nacheinander zum Schultheissen, Landschreiber und Kantonsrichter. 1802 war er Toggenburger Landammann, 1803 Vollziehungsbeamter, 1815 Statthalter des Bezirks Obertoggenburg und 1831 Bezirksammann und Präsident des St.-Galler Grossrates. Die Familie STEGER aus Lichtensteig gehört zu den bedeutendsten ostschweizerischen Ärztefamilien, die über zweihundert Jahre lang ununterbrochen ihrer engeren Heimat Ärzte gestellt hat. Schon der Urgrossvater Johann Heinrichs war in Lichtensteig Chirurg und Kirchenältester gewesen, sein Vater Chirurg und Ratsherr. So lag auch für ihn die Berufswahl nahe: Arzt wollte er werden, Arzt seiner Mitbürger.

Den ersten Lateinunterricht hatte der Jüngling in Nesslau erhalten, bei dem dort praktizierenden Dr. SCHÄDLER, der in Basel doktoriert hatte, freilich ohne besonders viel lernen zu können. So schickte ihn sein Vater im Jahr 1775 ganz nach Nesslau, damit der Junge seine sprachliche Bildung noch etwas verbessere, bevor er eine Lehrstelle in Zürich antrete.

Im Sommer 1775 reiste der Studiosus Chirurgiae mit dem Toggenburger Boten EDELMANN in die Limmatstadt. Vor versammelten Meistern verdingte er sich für drei Jahre als Lehrling bei dem Stadtschnittarzt JOHANN CONRAD MEYER. Sein Lehrmeister war zu jener Zeit wohl der renommierteste Chirurg der Ostschweiz. Er hatte seine Kunst gründlich erlernt, zuerst bei JOHANN CONRAD FREITAG, dem in die Geschichte der Chirurgie und Augenheilkunde eingegangenen Zürcher Schnittarzt, nachher in Berlin und vor allem an der altberühmten Chirurgenschule in Strassburg. Schon mit dreissig Jahren wurde er Nachfolger seines Lehrmeisters FREITAG als Stadtschnittarzt, zugleich auch als Geburtshelfer. Sieben Jahre später wurde er von der Schmidenzunft in den grossen Rat gewählt, gleichzeitig auch zum Obmann der Zürcher Wundärzte. Neben dem Spitaldienst betrieb er eine grosse und weitläufige Privatpraxis. Da er häufig auswärts gerufen wurde, war er auf einen Gehilfen angewiesen. Mit dem Archiater J. C. HIRZEL lebte MEYER in schönster Harmonie, und beide zusammen haben viele Jünglinge in die ärztliche Kunst eingeführt. Einen bessern Lehrmeister konnte der junge STEGER damals in der Ostschweiz nicht finden.

Von Zürich aus unterhielt der junge Mann einen regelmässigen Briefwechsel besonders mit seinen Eltern. Seine Briefe trug er alle in ein Kopiebuch ein, das sich erhalten hat und im Besitz des Zürcher medizinhistorischen Instituts befindet. Eben viel erfährt man freilich nicht aus diesen Briefen. Der Studiosus braucht Schuhe, Strümpfe, Kleider und immer auch wieder etwas Geld und verspricht, über alles genaue Rechnung abzulegen und recht zu sparen. Dem Vater fiel dieser Zürcher Aufenthalt seines Jungen finanziell offenbar nicht leicht. Zur Annahme einer bezahlten Beschäftigung konnte sich dieser nicht entschliessen, weil das nur auf Kosten seines Studiums möglich gewesen wäre. Der Vater schickte ihm auf sein Verlangen auch einige seiner medizinischen Bücher zum Studium. Die meisten mögen aber schon damals veraltet gewesen sein wie etwa WEISSBACH's Anleitung zur Kur der Kranken.

STEGER begleitete seinen Meister regelmässig in den Spital. Die eigentliche Krankenabteilung befand sich im Haus zur «Sammlung», einem Gebäude, das auf dem heutigen Areal des Zähringerplatzes stand. Dort befand sich das Schnittstübchen, in welchem der Bruch- und Steinschnitt und die Augen-

operationen ausgeführt wurden, wie auch ein Krankenzimmer für solche Patienten und das Gebärzimmer. Die Krankenstube war oft sehr stark belegt, so dass zu Zeiten drei Kranke im selben Bett untergebracht wurden. MEYER hatte aber auch in andern Häusern des Spitals Patienten. Neben ihm wirkte noch ein Spitalarzt, der die Wundbehandlung besorgte, ausgerenkte und gebrochene Glieder in Ordnung brachte und Trepanationen vornahm, eine besonders bei Epilepsie oft angewandte Operation. STEGER durfte bei den Eingriffen assistieren und hatte seinem Meister auch in der Privatpraxis zu helfen, der ihm schon früh etwas weiter entfernt wohnende Kranke zur selbständigen Nachbehandlung überliess. Auch begleitete er seinen Lehrmeister, wenn er auswärts gerufen wurde. Schon im Beginn seiner Lehrzeit konnte er heimschreiben, wie Operator MEYER in Baden einer krebskranken Frau die Brust amputiert habe, mit Erfolg einen Lippenkrebs operativ entfernte, Augenoperationen ausführte, den Ascites eines Wassersüchtigen entleerte u. a. m.

Täglich besuchte der Lehrling das ebenfalls im Spitalareal gelegene Theatrum anatomicum. «Wir haben», schreibt er seinem Vater, «keinen Mangel an Cadavern; daselbsten werden von dem bestellten Demonstrator täglich Lectiones gehalten und alle Teile der Anatomie demonstriert; hoffe also mit Gottes Hilfe hier etwas zu erlernen.» Demonstrator der Anatomie und gleichzeitig Spitalarzt war damals JOHANN RUDOLF BURKHARD, ein ungewöhnlich tüchtiger Mann, der nicht nur normale, sondern auch pathologische Anatomie trieb. Als Spitalarzt hatte er das Recht, bei Verstorbenen, die an ungeklärten oder medizinisch besonders interessanten Krankheiten gelitten hatten, die Sektion vorzunehmen, so dass er bei solchen Patienten den klinischen und den pathologisch-anatomischen Befund erheben konnte. Er legte sich eine Sammlung von fünfhundert solchen Berichten an, wobei er den pathologisch-anatomischen Befund in kolorierten Bildern festhielt. Diese reiche, schon zehn Jahre vor dem Erscheinen von MORGAGNI's berühmtem Werk «de causis et sedibus morborum» angelegte Sammlung findet sich in drei dickleibigen Folianten unter dem Titel «Sylloge phainomenon anatomikon» heute im Besitz der Zürcher Zentralbibliothek. Neben den Anatomiekursen hörten die angehenden Chirurgen noch Lectiones chirurgicae et medicinales; die ersteren wurden ebenfalls von BURKHARD gehalten. Wollte ein Studiosus Chirurgiae sich durch private Lektüre noch theoretisch etwas weiterbilden, war sein Tag sicher voll ausgefüllt. STEGER scheint daneben auch noch andere Interessen gehabt zu haben, übersandte er doch seinem Vater HIRZEL's «Kleinjogg», von dem er ihm noch mehr berichten könne und WALSER's Appenzellerchronik. Daneben führte er, wie es wohl vorgeschrieben war, ein sogenanntes Observationenbuch, in das er alles eintrug, was sich bei den von ihm beobachteten Operationen und während der Nachbehandlung zugetragen hatte, vor allem auch die angewandte Therapie. Dieses Observationenbuch scheint sich nicht erhalten zu haben.

Wie und wo sich STEGER nach absolvierter Lehrzeit weiter ausgebildet hat, ist nicht bekannt. Sein Observationenbuch aus dem Jahr 1784, das sich heute in der Sammlung des Zürcher medizinhistorischen Instituts befindet, zeigt, dass er sich zu jener Zeit als Geselle oder Gehilfe bei einem Chirurgen am Zürichsee, vermutlich in Horgen, in Stellung befand. Der Name desselben ist leider nicht bekannt, da er ihn nie erwähnt, sondern immer nur von seinem Lehrherrn spricht. Seine Aufzeichnungen bieten einen trefflichen Einblick in die Tätigkeit eines damaligen Landchirurgen oder Landarztes, in seine konkreten Möglichkeiten und Schwierigkeiten, weit besser, als dies ein zeitgenössisches Lehrbuch zu tun vermöchte. Allgemeinpathologische Fragen beschäftigen ihn dabei kaum. Was er festhält, sind die Erfahrungen des chirurgischen Handwerks. Von diesen Erfahrungen sollen einige in abgekürzter Form wiedergegeben werden.

II.

Am 9. Dezember wurde Chirurg STAUB von Thalwil zu einer 53jährigen Frau ins Bergli bei Horgen gerufen. Vor Jahren schon war sie an einem eingeklemmten Leistenbruch erkrankt, hatte sich damals aber nicht zu einer Operation entschliessen können. Es sei zu einer Vereiterung mit Durchbruch nach aussen gekommen, wobei sich zwanzig lebende Würmer aus der Wunde entleert hätten. Die Kranke sei glücklich kuriert worden. Der Leistenbruch trat auch in der Folge immer wieder aus, konnte aber von der Pa-

tientin stets selber reponiert werden. Ein Bruchband hatte sie nie getragen.

Vor etlichen Tagen war der Bruch wieder ausgetreten, ohne dass eine Reponierung gelingen wollte. Jetzt litt sie unter anfallsweisen heftigen Schmerzen und Erbrechen. Chirurg STAUB verordnete kalte Fomentationen nach SCHMUCKER (1712—1786), einem preussischen Generalchirurgen, der unter anderm vor allem die Kaltwasserbehandlung in die chirurgische Therapie eingeführt hat. Auf ein Klistier erfolgte keine Entleerung. Der Bauch wurde immer aufgetriebener, und der Bruch wollte nicht eintreten. Nach langem Zureden entschloss sich die Patientin schliesslich zu einer Operation. Auch ein zweites Klistier floss leer ab. In Milch gekochte erweichende Kräuter, Species emollientes, auf den eingeklemmten Bruch gelegt, brachten keine Erleichterung. STEGER musste sich nach Zürich aufmachen, um den Herrn Operator MEYER zu holen. Um ein Uhr machte er sich auf den Weg, und abends um neun Uhr fand sich der Chirurg ein. Die Kranke war unterdessen wieder andern Sinnes geworden und wollte die Einwilligung zur Operation nicht mehr geben. Schliesslich liess sie sich wieder überreden, so dass die drei Ärzte, Operator MEYER, Chirurg STAUB und STEGER ihre Vorbereitungen treffen konnten.

Ein fünf Schuh langes Brett wurde mit einer Schmalseite auf einen Tisch, mit der andern auf eine Bank aufgelegt, so dass es eine schiefe Ebene bildete. Die Kranke wurde so gelagert, dass der Kopf, auf ein Kissen gebettet, bankwärts nach unten und die Füsse nach oben schauten. STAUB hielt den Kopf und verband die Augen der Kranken mit einem Schnupftuch. Die Schenkel wurden am Brett festgeschnallt.

Nun durchschnitt Operator MEYER mit einem Bistouri der Länge des Bruchs nach die Bauchdecken, bis er auf den Bruchsack kam, den er sorgfältig freilegte. Die Blutung war sehr gering. Er öffnete den Bruchsack mit seinem Messer, führte eine Hohlsonde ein und spaltete ihn. Zum Vorschein kam der Darm, Coecum und Wurmfortsatz. Mit einem gekrümmten, vorn stumpfen Messer wurde der Bruchring erweitert, wobei die Patientin erstmals einen leisen Schmerzenslaut von sich gab. Wie schon bei der Spaltung des Bruchsacks, so entleerte sich auch jetzt etwas Flüssigkeit. Die Blutung war etwas stärker, aber unbedeutend. Der vorgelagerte Darm konnte nur mit ziemlicher Mühe reponiert werden. In den Bruchring wurde eine Pelotte gebracht, diese mit reichlich Charpie bedeckt und über Kompressen ein einfacher T-Verband angelegt. Die Operationsmethode MEYERS entsprach also nicht derjenigen seines Lehrers FREITAG, sondern weit eher derjenigen von DIONIS, des 1718 verstorbenen französischen Leibwundarztes, mit der Verbesserung der Pelotte, offenbar nach PETIT. Das von MEYER verwendete Bistouri dürfte am ehesten dem gekrümmten mit stumpfer Spitze von SHARP, dem Oberwundarzt am Guys-Hospital in London, entsprochen haben.

Die Kranke wurde nach der glücklichen Operation, die um Mitternacht begonnen hatte und zwanzig Minuten später beendet war, ins Bett gebracht. Sie war bei diesem Eingriff sehr ruhig geblieben und meinte, die vorher ausgestandenen Schmerzen seien weit grösser gewesen als der Operationsschmerz. Bald gingen dünnflüssige Stühle ab, und die Schmerzen liessen völlig nach; nur die Wunde brannte noch ein wenig. Sie verbrachte eine ruhige Nacht, obwohl sie etwas Durst empfand. Der Puls war immer voll und gut. Am folgenden Tag meinte sie, in einem ähnlichen Fall würde sie sich sofort wieder operieren lassen; eine sich hinziehende Geburt mache grössere Schmerzen. Am Abend beim Verbandwechsel zeigte sich noch kein Eiter. Die Pelotte wurde liegen gelassen; die feuchten Kompressen ersetzte man durch frische, um dann wieder den T-Verband anzulegen. Herr STAUB gab ihr nachher noch einen Abführtee, der sie etwas zum Brechen reizte. Würmer gingen keine ab. Nach einer weitern guten Nacht zeigte sich am folgenden Tag stinkende Eiterbildung. Beim Versuch, die Pelotte zu entfernen, blutete es, so dass man sie liegen liess. Am dritten Tag hatte die Kranke keinen Stuhlgang, aber ein Kollern und etwas Schmerzen im Bauch. Auch am folgenden Tag kam es zu keinem Stuhlgang. Der Durst war völlig vergangen, und der Appetit meldete sich. Die Kranke nahm Suppe und Apfelmus zu sich. An diesem Tag wurde auch die Pelotte entfernt. Am fünften Tag war der Eiter geruchlos. Die Schmerzen waren jetzt völlig vergangen, und die Nächte waren gut. Nur einmal stellten sich wieder

etwas Schmerzen ein, als sich die Patientin aufregte. Ihr Mann war abends betrunken heimgekommen und hatte sich mit ihr gestritten. Am 12. Tag war die Wunde vollkommen verheilt.

III.

Am Abend des 19. Dezembers 1784 war Büchsenschmid H. in Wädenswil von seinem Sohn in den linken Unterschenkel geschossen worden; dieser hatte mit einem Gewehr etwas unvorsichtig manipuliert. Da die Wunde heftig blutete, sandte man nach dem Chirurgen Hotz, der aber nicht gerade zu Hause war. Als dieser beim Verletzten eintraf, fand er ihn wegen des starken Blutverlustes in kollabiertem Zustand. Er legte in der Mitte des Oberschenkels einen Tourniquet, einen Adernkompressor, an und untersuchte die Wunde. Schien- und Wadenbein erwiesen sich als verletzt; aus der Wunde konnten mehrere Knochensplitter entfernt werden. Von der Notwendigkeit einer Amputation überzeugt, liess Chirurg Hotz den Operator Meyer von Zürich nach Wädenswil bitten, bot aber auch Chirurg Staub von Thalwil und den Meister Steger's auf. Alle, auch der Gehilfe Steger, begaben sich nach Wädenswil, wo schliesslich auch Operator Meyer mit seinem Gehilfen Weidmann eintraf. Der Verletzte litt an grossen Schmerzen, die durch Liquor anodyni (Hoffmannstropfen) und Laudanum nur wenig gemildert wurden. Operator Meyer inspizierte die Wunde eingehend, entfernte ebenfalls mehrere Knochensplitter und erhob denselben Befund wie vor ihm Herr Hotz. Nach einem Consilium mit den andern Chirurgen entschloss er sich, die Amputation vorzunehmen.

Zunächst legte er einen bequemeren Tourniquet an. Zwei Querfinger unterhalb dem Knie knüpfte er ein rotes Bändchen um den Unterschenkel und drei Linien darunter ein zweites. Zwischen denselben lag sein Operationsfeld. Dann ging es an eine Rollenverteilung; jedem Anwesenden wurde seine besondere Aufgabe zugewiesen. Operator Meyer wollte die Operation ausführen, der Meister Steger's sollte Haut und Muskeln aufwärts ziehen, Chirurg Staub den Tourniquet kontrollieren, der Gehilfe Weidmann den Unterschenkel halten, Chirurg Hotz für genügende Beleuchtung des Operationsfeldes sorgen, Steger die Instrumente reichen und der Junge von Hotz den Schwamm verwahren, mit dem jeweils das Blut abgewischt wurde. Sowohl diese Amputation wie die geschilderte mitternächtliche Bruchoperation war vermutlich bei Kerzenlicht ausgeführt worden. Jetzt konnte die Operation beginnen.

Mit einem geraden grossen Messer machte Operator Meyer zwischen den roten Bändchen einen Zirkelschnitt durch die Weichteile, bis auf den Knochen, ohne das Periost abzuschaben. Dieses wurde nur leicht eingeritzt und darauf der Knochen mit der Säge amputiert. Während der Operation kollabierte der Patient von neuem. Der Tourniquet musste jetzt etwas gelöst werden, damit die grössern blutenden Gefässe besser erkannt werden konnten. Die Gefässe wurden nicht unterbunden, sondern mit Agaricus, mit Eichenschwamm, tamponiert. Um die Jahrhundertmitte hatte der französische Chirurg Brossard diesen als bestes blutstillendes Mittel empfohlen. Er verschwand indessen bald wieder aus dem Arzneischatz und war schon damals nicht unbestritten. Darauf wurde die Wunde mit vielen grössern und kleinern Plumasseaux (aus Charpie) tamponiert und mit Heftpflastern verschlossen. Kompressen und Longuetten (evtl. verschrieben) wurden aufgelegt und der Stumpf mit einer Binde umwickelt. Im wesentlichen hatte Meyer die Methode von Jean Louis Petit befolgt, des 1750 verstorbenen Professors und Direktors der chirurgischen Akademie von Paris. Dieser war Erfinder eines Tourniquet gewesen, hatte den Zirkelschnitt empfohlen und die Gefässunterbindung und Umstechung verworfen, weil nach seiner Ansicht die Blutstillung durch Blutgerinnung und Thrombenbildung in den Gefässen in genügender Weise vor sich gehen sollte.

Der Verletzte hatte auch nach dem chirurgischen Eingriff heftige Schmerzen und kollabierte immer wieder. Man brachte ihn zu Bett und gab wieder Laudanum. Die Operation hatte mitsamt dem Verband zwanzig Minuten gedauert.

Die Untersuchung des amputierten Gliedes zeigte, dass die Knochen in dreissig Stücke zersplittert waren und dass das Schienbein noch zwei Querfinger unterhalb der Amputationsstelle frakturiert war. Die Amputation schien also gerechtfertigt. An sich waren die Ansichten damals geteilt. Vor allem der bedeutende Pariser Oberwundarzt

Henri-François Le Dran (1685—1770) hatte darauf hingewiesen, dass zu viele unnötige Amputationen vorgenommen würden und dass besonders auch bedeutende Zerschmetterungen von Knochen recht gut eine Heilung ohne eine solche verstümmelnde Operation zuliessen. Auch der aus Graubünden stammende preussische Generalchirurg Johann Ulrich-Bilguer (1720—1796), der besonders im Siebenjährigen Krieg grosse Erfahrungen gesammelt hatte, wies in seiner Dissertatio de membrorum amputatione im Jahre 1761 darauf hin, dass Knochenzerschmetterungen an sich noch keine Indikation für diese Operation abgeben könnten. Unbestritten waren aber auch diese Ansichten nicht.

Steger und der Gehilfe Weidmann blieben beim Operierten zurück, der sehr unruhig war, grosse Schmerzen hatte, sehr schlechten Puls zeigte und sich immer im Bett umherwälzen wollte, dass zwei Männer ihn halten mussten. Chirurg Hotz verordnete im Wechsel Laudanum und ein Julap von Chinarinde und Cremor Tartari (Weinstein). Lange blieb die Wirkung aus. Schliesslich schlummerte er aber doch etwas ein, sei es infolge des vielen Laudanums, sei es infolge seiner grossen Erschöpfung. Wenn er die Augen öffnete, murmelte er einige unverständliche Worte. Da der Puls schlechter wurde, empfahl Chirurg Hotz regelmässigere Chiningaben. Um Mittag kam Dr. Hotze von Wädenswil. «Er sagte gleich, dass der Verletzte noch diesen Abend sterben werde, weinte, und bedauerte das Unglück des Patienten.» Gegen Abend wurden Gesicht und Gliedmassen ganz kalt. Der Blutverlust war zu gross gewesen. Abends gegen neun Uhr starb der Mann.

IV.

Am 24. November 1784 war in Thalwil ein Mann gestorben, der bei Chirurg Staub verleibdingt gewesen war. Er hatte seit langem an Magenschmerzen gelitten, auch Magenblutungen gezeigt und in den letzten Wochen keine Nahrung mehr einnehmen können, weil ihm diese «in der Herzgrube» stecken blieb, so dass sie mit viel Schleim wieder erbrochen wurde. Die Diagnose hatte auf Magenkrebs gelautet. Herr Staub wünschte eine Sektion vorzunehmen und erbat sich die Hilfe von Steger's Meister, der seinen Gesellen mitnahm.

Das Abdomen wurde mit einem Kreuzschnitt geöffnet, und die Lappen wurden zurückgeschlagen. Bei der Eröffnung der Bauchhöhle entleerte sich viel Flüssigkeit, etwa zwei Mass (ca. 3 Liter). Die Gallenblase war prall gefüllt und die Leber stark vergrössert, so dass sie den Magen völlig verdeckte. Man hob sie sorgsam ab und legte Magen und Zwölffingerdarm frei, beide abbindend. Auch die Bauchspeicheldrüse erwies sich als stark vergrössert. Mit einem Messer trennte man darauf die Rippen vom Brustbein bis zur Höhe der Schlüsselbeine und entfernte darauf das Brustbein, so dass die Brusthöhle eröffnet war und das Herz und die Gefässe frei dalagen. Herr Staub nahm das Herz heraus und erklärte daran den Mechanismus der Zirkulation. Die Lungen waren dunkelblau und wurden ebenfalls herausgenommen. Der Magen zeigte an seinem Eingang eine grosse weiche Geschwulst, einer «Speckgeschwulst» gleich; sie war offenbar die eigentliche Todesursache gewesen. Auch die Milz erwies sich als stark vergrössert, während Därme und Nieren keine Veränderungen zeigten. Der Magen mit der Geschwulst wurde aufbewahrt; die übrigen Eingeweide versorgte man im Körper, und die Leiche wurde wieder bekleidet. Die klinische Diagnose war bestätigt durch den Sektionsbefund.

V.

Ein Fuhrknecht der obern Mühle in Horgen hatte bei Nacht sein Pferd gefüttert und war in der Dunkelheit durch ein Loch im Boden gefallen, wobei er sich seinen linken Arm verletzte. Der herbeigerufene Arzt, Chirurg Trüb von Horgen, verordnete zunächst Abwaschungen mit Kampferspiritus, schickte aber noch nach Steger's Meister zur Entscheidung der Frage, ob nur eine Muskelquetschung oder eine Ausrenkung des Oberarms vorliege.

Der Ellbogen des Patienten stand weit vom Leib entfernt und konnte demselben nicht genähert werden. Bei der Untersuchung erwies sich die Schultergelenkspfanne als leer; der Gelenkkopf war unter dem Brustmuskel fühlbar. Man entschloss sich zu einem Reponierungsversuch. Unter der verletzten Schulter wurde eine Handquele durchgezogen und über der rechten Achsel vereinigt. Zwei starke Männer zogen darauf am verletzten Arm, während zwei andere den Gegenzug

an der Handquele vornahmen, die Kontraextension. Der Gelenkkopf blieb aber unbeweglich an seiner Stelle. Jetzt suchte man auf andere Weise zum Ziel zu kommen. Man legte den Patienten auf einen Tisch. Ein kräftiger Mann musste sich auf denselben Tisch setzen, seine Ferse unter die verletzte Schulter stemmen und gleichzeitig am Arm ziehen. Ein Erfolg blieb aber aus. Nun wurde ein Versuch mit einem Instrument gemacht, einer sogenannten Tire-Täre (Maschine mit Hebelwirkung, Ambi genannt). Der Gelenkkopf tat keinen Wank; nur der Patient hatte nachgerade grosse Schmerzen, weil der Apparat heftig gegen seine Rippen gedrückt hatte. Endlich beschloss man, es noch mit einem Flaschenzug zu probieren. Wieder wurde die Handquele unter der Schulter durchgezogen und mittels eines Lederriemens an einer Eisenstange befestigt. Um das Ellbogengelenk wurde ein Lederriemen gelegt und daran das eine Ende des Flaschenzugs befestigt. Zwei Meter vom Patienten entfernt, brachte man eine kräftige Schraube in den Fussboden; an diese kam das andere Flaschenzugende. Der Meister Steger's machte die Extension, während sein Vater die Reposition versuchte. Da anscheinend der gewünschte Erfolg ausblieb, beschloss man, den Flaschenzug anders anzulegen, bemerkte aber bald zu aller Erstaunen, dass sich der Gelenkkopf wieder in der Pfanne befand. Niemand hatte ein Knacken gehört oder eine Veränderung bemerkt.

VI.

Die wenigen Beispiele mögen genügen, einen Einblick in die chirurgische Praxis damaliger Landärzte zu geben. Diese Chirurgen waren praktische Ärzte, Wundärzte, renkten Glieder ein und behandelten Frakturen, zogen auch Zähne, trieben aber kaum operative Chirurgie. Für solche Fälle wandten sie sich an den Stadtschnittarzt. Neben der ärztlichen Praxis besorgten die meisten eine Barbier- oder eine Badestube. Ihre Kunst hatten sie alle handwerklich, in einer Lehre, erworben. Wohl mag der eine oder andere als Feldschär sich auch operatives Können angeeignet haben; das bildete aber die Ausnahme. Die mitgeteilten Krankengeschichten zeigen auf jeden Fall redliches Bemühen, gegebenen Aufgaben gerecht zu werden. Dass es auch viele untüchtige Landärzte gab, steht ausser Zweifel. Eben damals, im Jahr 1783, war auf die Initiative von Privatärzten in Zürich das medizinisch-chirurgische Institut und bald darauf ein Seminar eröffnet worden, das sich die bessere Ausbildung von Landärzten zum Ziel gesetzt hatte und das in dieser Beziehung Ausgezeichnetes geleistet haben muss. Allzu düster darf man sich aber auch die Verhältnisse früherer Zeit nicht vorstellen. Michel Schüpbach im Emmental war zweifellos der bekannteste Vertreter der Landärzte und Chirurgen alter Schule. Diese waren weder Quacksalber noch Stümper. Viele studierte Ärzte von heute würden nicht wenig erschrecken, wenn sie unter damaligen Verhältnissen ihre Aufgabe übernehmen müssten.

Wie lange Johann Heinrich Steger's Ausbildung gedauert und wohin überall sie ihn geführt hat, wissen wir wie gesagt nicht. Sicher ist er als ein wohlinstruierter Arzt in seine Toggenburger Heimat zurückgekehrt, fähig, seinen Mitbürgern in Krankheitsnot zu helfen. Später ist sein Sohn wieder in seine Fußstapfen getreten.

Wissenschaftliche Gesellschaften

Tätigkeitsbericht der Zürcherischen Botanischen Gesellschaft für das Jahr 1953/54

1. *Vorstand:*

Präsident: Dr. W. Lüdi, Direktor des Geobotanischen Institutes Rübel, Zürich. Vizepräsident: P.-D. Dr. H. Etter, Forstingenieur, Zürich. Aktuar: H. Albrecht, Sek.-Lehrer, Zürich. Quästor: Dr. F. Marschall, ing. agr., Zürich. Beisitzer: Prof. Dr. W. Koch, Zürich.

(Für 1954/55: Vizepräsident: Frau Prof. Dr. M. Ernst-Schwarzenbach. Aktuar: W. Winter, Sek.-Lehrer.)

2. *Mitgliederbestand:*

180 Mitglieder, davon 2 Ehrenmitglieder, 4 Freimitglieder, 8 korrespondierende und 164 ordentliche Mitglieder.

3. *Vorträge und Sitzungen:*

4. Nov. 1953: Dr. M. G. Baumann, Bot. Museum, Zürich: Die Entdeckung von Fagaceen (Nothofagus) in Neukaledonien. 18. Nov. 1953: Prof. Dr. A. Frey-Wyssling, E.T.H.: Die Elektronenmikroskopie des Holzes. 2. Dez. 1953: Dr. René Hantke, Geolog. Institut E.T.H.: Die fossile Flora aus der obern Süsswassermolasse der Schrotzburg am Bodensee (Oehninger Fundstelle). 16. Dez. 1953: Demonstrationen und Kurzvorträge: H. Ambühl und H. Züllig, dipl. sc. nat. E.T.H.: Vorweisung neuer Arbeitsgeräte im Dienste der hydrobiologischen Forschung. H. Albrecht, Sek.-Lehrer, Zürich: Calypogeia arguta, ein atlantisch-mediterranes Lebermoos (Tessiner Standort). Dr. H. Zoller, Assistent am Geobot. Institut Rübel: Bemerkenswerte Neufunde von atlantischen Moosen in der Schweiz. 13. Jan. 1954: Dr. Rolf Kuoch, dipl. Forsting., Eidg. Forstliche Versuchsanstalt: Die Abies-reichen Naturwälder der Schweiz. 27. Jan. 1954: Dr. Urs Leupold, Institut für allgemeine Botanik, Zürich: Über die polyploiden Aufspaltungen bei Hefen. 10. Febr. 1954: Demonstrationen und Kurzvorträge: H. Züllig, dipl. sc. nat. E.T.H.: Über den Fluorgehalt schweizerischer Oberflächengewässer. Dr. F. Fischer, dipl. Forsting., Eidg. Forstliche Versuchsanstalt, Zürich: Pfropfungen von Waldbaumarten. Dr. med. Sulger-Büel, Zürich: Interessante Walliserpflanzen. 24. Febr. 1954: Hauptversammlung: 1. Jahresbericht des Aktuars. 2. Kassenbericht des Quästors und Bericht der Revisoren. 3. Wahlen. 4. Vortrag von Prof. Dr. H. K. Rechinger, Wien: Die Pflanzenwelt von Iran.

4. *Exkursionen:*

Diejenigen des Sommers 1953 wurden bereits letztes Jahr aufgeführt.

5. *Achter Internationaler Kongress für Botanik, Paris, 2.—14. Juli:*

Offizieller Vertreter der Gesellschaft: Dr. W. Lüdi, Direktor des Geobotanischen Institutes Rübel, Zürich.

6. *Sitzungslokal:*

Auditorium 14d des Land- und Forstwirtschaftlichen Institutes der E.T.H. Vortragssitzungen jeden zweiten Mittwoch des Monats.

Zürich, den 26. November 1954.

Der Aktuar der Zürcher. Botan. Ges.:
Walter Winter.

Tätigkeitsbericht der Chemischen Gesellschaft Zürich für das Jahr 1953/54

1. *Vorstand:*

Präsident: Prof. Dr. K. Clusius. Vizepräsident: Prof. Dr. H. Hopff. Aktuar: Dr. H. H. Bühler. Kassier: Dipl. ing. chem. J. Schneller. Rechnungsrevisoren: Prof. Dr. M. Viscontini, P.-D. Dr. E. Hardegger.

2. *Mitgliederbestand:*

(30. September 1954)	1953/54	1952/53
Kollektivmitglieder	73	43
Ordentliche Mitglieder	162	156
Studentenmitglieder	212	209
Total	447	408

3. *Sitzungen und Vorträge:*

28. Okt. 1953: Generalversammlung. Prof. Dr. R. Huisgen, Direktor des Organisch-chemischen Instituts der Universität München: Sterische Mesomeriehinderung in mittleren Ringen. 18. Nov. 1953: Prof. Dr. H. Schmid, Chemisches Institut der Universität Zürich: Untersuchungen der Claisen-Umlagerung mit radioaktivem Kohlenstoff. 16. Dez. 1953: Prof. Dr. ing. F. Seel, Universität Würzburg: Neue Ergebnisse der anorganischen Stickstoffchemie. 13. Jan. 1954: Prof. Dr. A. J. P. Martin, London, Medical Research

Council: Gas — Liquid Chromatography. 27. Jan. 1954: Prof. Dr. Th. Wieland, Frankfurt a. M.: Neue Derivate von Aminosäuren. 10. Febr. 1954: Prof. Dr. F. Feigl, Rio de Janeiro: Neue Wege in der organischen Tüpfelanalyse (mit Experimenten). 17. Febr. 1954: Dr. E. Heilbronner, Org.-Chem. Laboratorium der E.T.H., Zürich: Über die Anwendung quantenmechanischer Methoden auf Probleme der organischen Chemie. 24. Febr. 1954: Prof. Dr. W. Klemm, Münster (Westfalen): Über neue Fluor- und Oxokomplexe. 28. April 1954: Dr. Ernst Kuss, Duisburg: Ausgewählte Reaktionen aus der Amalgamchemie und deren technische Anwendung (mit Versuchen). 12. Mai 1954: Prof. Dr. John Read, St. Andrews (Schottland): Alchemy and Alchemists (mit Proben alchemistischer Musik). 19. Mai 1954: Prof. Dr. R. N. Jones, Ottawa (Kanada): The Infrared Absorption Spectra of Complex Organic Compounds. 2. Juni 1954: Prof. Dr. W. F. Libby, Chicago (USA): Radiocarbon Dating. 30. Juni 1954: Prof. Dr. Charles Dufraisse, Paris: Les Rubrènes. 14. Juli 1954: Prof. Dr. G. von Hevesy, Stockholm: Eisenstoffwechsel im tierischen Organismus.

4. *Jahresrechnung:*

Vermögen	Fr.	Fr.
am 30. September 1953	3082.15	
Einnahmen 1953/54	4437.80	
Ausgaben 1953/54		3301.10
Vermögen		
am 30. September 1954		4218.85
	7519.95	7519.95

Zürich, den 8. Oktober 1954.

Der Aktuar: Dr. H. H. Bühler.

Tätigkeitsbericht der Entomologia Zürich für das Jahr 1953/54

1. *Vorstand:*

Präsident: Dr. E. Günthart, Dielsdorf. Vizepräsident: Prof. P. Bovey, Entomologisches Institut der E.T.H., Zürich. Aktuar: Dr. F. Bachmann, Wädenswil. Kassier: F. Haefeli, Zürich. F. Heckendorn, J. Culatti, Dr. V. Allenspach, P. Weber, Zürich.

2. *Mitgliederbestand:*

Durch 8 Eintritte auf 110 Mitglieder erhöht.

3. *Vorträge und Demonstrationen:*

Die Sitzungen finden normalerweise je am zweiten und vierten Freitag, abends 20.15 Uhr, in den Monaten Oktober bis Mai in der Merkurstube des Restaurant «Kaufleuten», Pelikanstrasse 18, Zürich 1, statt. An 13 Sitzungen nahmen im vergangenen Jahre durchschnittlich 33 Mitglieder und Gäste teil. Folgende mit Lichtbildern und Demonstrationen ergänzte Vorträge fanden statt:

Dr. R. Menzel, Wädenswil: Die Tabakkultur auf Sumatra und ihre tierischen Schädlinge (24. April 1953). Dr. E. Günthart, Dielsdorf: Reise im Belgischen Kongo (30. Okt.). Dr. F. Zschokke, Oberglatt: Das Resistenzproblem am Beispiel der Stubenfliege (27. Nov.). Dr. E. Horber, Zürich: Methoden und Erfolge der Resistenzzucht gegen tierische Schädlinge im Feldbau in Nordamerika (8. Jan. 1954). Dr. R. Wiesmann, Basel: Alte und neue Probleme in der Schädlingsbekämpfung (2. Febr., gemeinsame Sitzung mit der Zoologischen Gesellschaft Zürich). Prof. Dr. M. Lüscher, Basel: Kastenbildung bei Termiten (16. Febr., gemeinsame Sitzung mit der Zoologischen Gesellschaft Zürich). A. Eckardt, Zürich: Film über Ostafrika und Belgisch-Kongo (12. März).

Weitere Sitzungen galten einem Kurs für Sammelexkursionen (Dr. V. Allenspach und P. Weber, 8. Mai 1953), Mitteilungen und Demonstrationen (10. April, 13. Nov. 1953, 22. Jan. 1954), einem Diskussionsabend über Diapause (11. Dez. 1953) und der Generalversammlung (mit Insekten- und Utensiliengant, 26. März 1954).

4. *Publikationen:*

Verschiedene Publikationen von Mitgliedern der Entomologia erschienen in der

«Zeitschrift für Obst- und Weinbau», Wädenswil, und in den «Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft».

5. *Finanzen:*

Vermögen am 26. März 1954: Fr. 2063.45; Mitgliederbeitrag 5 Fr.

6. *Verschiedenes:*

Das kleine Holzhaus «Mandach» bei Regensberg wird weiterhin von der Gesellschaft gemietet und allen Mitgliedern steht die dort montierte Quecksilberdampflampe für den Lichtfang zur Verfügung.

Dielsdorf, den 21. November 1954.

Der Präsident: E. Günthart.

Tätigkeitsbericht des Zürcher Ingenieur- und Architektenvereins Z.I.A. 1953/54 (Auszug)

1. *Vorstand:*

Dr. C. F. Kollbrunner, Präsident. Prof. Hch. E. Weber, Vizepräsident. Carl Diener, Quästor. Dr. Werner Dubs, Aktuar. H. Châtelain, G. P. Dubois, B. Giacometti, A. Hörler, Dr. C. Keller, Dr. M. Lüthi, A. von Waldkirch.

2. *Mitgliederbestand:*

Bestand am 21. September 1953	879
Bestand am 21. September 1954	932
Zuwachs	53

3. *Vorträge:*

14. Okt. 1953: Arch. Alfred Roth: Proportionen und Harmonie in der modernen Architektur. 28. Okt. 1953: Ing. Dr. J. Fritsch: Neue Erfahrungen und Erkenntnisse bei der Betonierung grosser Staumauern. 11. Nov. 1953: Prof. Dr. F. Gassmann: Methoden und Ergebnisse der geophysikalischen Sondierung des Untergrundes. 25. Nov. 1953: Ing. M. R. Ros: Die heutigen Methoden und Möglichkeiten des vorgespannten Betons. 9. Dez. 1953: Prof. Dr. phil. S. Giedion: Ausblick auf die heutige Architektur und Konstruktion. 20. Jan. 1954: Prof. Dr. H. E. Weber: Cybernetic (Steuermannskunst). 3. Febr. 1954: Oberstdivisionär E. Schumacher: Begegnungen zwischen Mensch und Technik. 17. Febr. 1954: Prof. H. Quiby: Kalorische Maschinen. 3. März 1954: Prof. Dr. F. Stüssi: Das Problem der grossen Spannweite. 17. März 1954: Prof. Dr. F. Gonseth: Kultur und Technik (Der Humanismus des Ingenieurs). 31. März 1954: Dr. H. Curjel: Über einige Impulse in der Architektur des 20. Jahrhunderts (Schlussabend).

In diesem Berichtsjahr wurden bewusst weniger rein technische Vorträge gehalten, als dies früher der Fall war. Dem Vorstand lag daran, durch berufene Referenten die heutige kulturelle Situation zu beleuchten, unser Schaffen durch die Begegnung des Technikers mit seinem Werk herauszukristallisieren und von einer höheren Warte einen Ausblick auf die konstruktiven und technischen Zusammenhänge wie auch auf die ästhetischen Entwicklungen zu geben, wobei stets der Mensch mit seinen Schwächen und Fehlern im Vordergrund stand.

4. *Mitteilung:*

Der Vorstand hat mit Wirkung ab 1. April 1954 beschlossen, dass Aufnahmegesuche, welche eine spezielle Prüfung durch einen Fachreferenten erfordern, nur noch behandelt werden, wenn der Gesuchsteller den Nachweis erbringt, dass er in das Schweizerische Register der Ingenieure, der Architekten und der Techniker aufgenommen worden ist.

Zürich, den 2. Oktober 1954.

Der Präsident des Z.I.A.:
Dr. C. F. Kollbrunner.

Tätigkeitsbericht der Physikalischen Gesellschaft Zürich 1953/54

1. *Vorstand:*

Präsident: G. Induni. Vizepräsident: H. Staub. Quästor: H. A. Schwarzenbach. Sekretär: N. Schaetti. Beisitzer: H. Wäffler. Revisoren: L. Wegmann und K. Bleuler.

2. *Mitgliederbestand:*

Der Mitgliederbestand beträgt 320, davon 13 Ehrenmitglieder, 24 Freimitglieder, 144 ordentliche Mitglieder in Zürich, 115 ordentliche Mitglieder ausserhalb von Zürich und 22 Studenten.

Im Berichtsjahr ist in Zürich unser Mitglied E. Herzog, Redaktor der Schweiz. Textilzeitung, verstorben.

3. *Vorträge:*

5. Nov. 1953: Prof. Dr. E. Purcell (Harvard University): «Radioastronomie». 17. Dez. 1953: Prof. Dr. A. Dauvillier (Observatoire du Pic du Midi): «Sur la structure interne de la terre.» 25. Jan. 1954 gemeinsam mit der Naturforschenden Gesellschaft Zürich: Prof. Dr. J. Ackeret: «Überschallflug.» 25. Febr. 1954: Dr. R. Wideröe (BBC, Baden): «Elektrische Teilchenbeschleuniger und ihre Anwendungen.» 23. April 1954: Prof. L. J. Schiff (Stanford University): «Scattering of high energy electrons from nuclei.» 6. Mai 1954: Prof. Dr. Magnan (Collège de France): «Le Microscope Protonique.» 17. Mai 1954 gemeinsam mit dem Institut für höhere Elektrotechnik E.T.H.: Dr. H. Welker (Siemens Forschungslaboratorium, Erlangen): «Halbleiterphysik.»

21. Mai 1954: Dr. E. Bas (Institut für techn. Physik der E.T.H.): «Elektronenstrahlen hoher Intensität.» 4. Juni 1954: Prof. Dr. A. O. Nier (Minneapolis): «Recent work in mass spectrometry and the determination of binding energies of nuclei.» 24. Juni 1954: Prof. Dr. A. Boettcher (Degussa, Hanau): «Neue Methoden zur Strukturuntersuchung von Phasenumwandlungen.»

4. *Finanzen:*

Stand per 31. März 1954

Einnahmen	Fr. 1 885.25
Ausgaben	Fr. 1 309.35
Vermögen	Fr. 10 581.20
Fonds für eine internationale Tagung für Physik	Fr. 1 027.75

Zürich, den 24. Juni 1954.

Dr. N. Schaetti

Tätigkeitsbericht der Zoologischen Gesellschaft Zürich für das Jahr 1953/54

1. *Vorstand:*

Präsident: Prof. Dr. K. Escher. Vizepräsident: P.-D. Dr. H. Gloor. Quästor: P.-D. Dr. E. Kuhn. Aktuar: J. Aichinger. Leiterin des Mappenzirkels: Fräulein Dr. E. Stoll.

2. *Mitgliederbestand:*

Nach der Hauptversammlung vom 6. Juli 1954: 196.

3. *Vorträge:*

27. Okt. 1953: H. A. Traber, Heerbrugg: Rund um das Rhonedelta (Filmvortrag). 10. Nov. 1953: Dr. E. A. Thomas, Zürich: Eine neue Forschungsmethode in der Hydrobiologie. 24. Nov. 1953: Cand. phil. M. Furrer, Zürich-Glattfelden: Probleme aus dem Leben der Fledermäuse. Dr. Hch. Bräm, Zürich-Embrach: Bilder von einer Afrikareise. 8. Dez. 1953: P.-D. Dr. R. Schenk, Zürich: Bauplan und Organisation menschlicher Embryonen auf verschiedenen Entwicklungsstufen. 19. Jan. 1954: Prof. Dr. J. G. Baer, Neuchâtel: L'adaptation des mollusques au parasitisme. 2. Febr. 1954 (gemeinsam mit der Entomologia Zürich): Dr. R. Wiesmann, Basel: Alte und neue Probleme in der Schädlingsbekämpfung. 16. Febr. 1954 (gemeinsam mit der Entomologia Zürich):

Buchbesprechungen

E. KUHN-SCHNYDER: Geschichte der Wirbeltiere. Benno Schwabe & Co., Basel, 1953. 156 Seiten, 12 Kunstdrucktafeln und 69 Abbildungen im Text. Fr. 14.55.

Diese Geschichte der Wirbeltiere ist aus einer Vortragsreihe des Verfassers an der Zürcher Volkshochschule und aus einer daran anschliessenden Artikelserie in der Zeitschrift «Volkshochschule» entstanden. Sie wendet sich daher in erster Linie an einen weiteren Leserkreis, dem lebendig und anschaulich die Geschichte der Entstehung und des Werdeganges der Wirbeltiere im Laufe geologischer Zeitalter dargestellt wird. Die Dokumente für diese Geschichte bilden die Fossilien, die Reste längst vergangenen Lebens, die sich ungeheure Zeiträume hindurch haben erhalten können. Die Erkenntnis über ihre wahre Natur war schon im Altertum bei den Griechen vorhanden, ging aber später wieder verloren, bis im 16. Jahrhundert LEONARDO DA VINCI und später immer wieder einzelne Forscher darauf hinwiesen, dass es in früheren Zeiten Lebewesen gegeben habe, die von den heutigen verschieden waren und ausgestorben sein mussten. Erst seit der Zeit von CUVIER, Ende des 18. und anfangs des 19. Jahrhunderts, wurde die paläontologische Forschung durch immer neue Funde und Erkenntnisse unaufhaltsam gefördert, in enger Arbeitsgemeinschaft mit der Geologie. Schritt für Schritt wurde Aufschluss erlangt, nicht nur über die Gestalt, sondern auch bis zu einem gewissen Grad über die Lebensweise längst ausgestorbener Tierformen, wie zum Beispiel der ältesten bekannten Wirbeltiere, der Cephalaspiden, kieferloser, fischähnlicher Tiere, deren Verwandte sich in den Neunaugen bis in unsere Zeit erhalten haben. Die ersten Wirbeltiere waren alle Wasserbewohner. Erst mit der Entstehung der ersten Vierfüsser, der Amphibien, gelang der Schritt ans Land und auch da nur unvollkommen, indem die meisten Amphibien als Larven sich im Wasser entwickeln und nur nach einer Metamorphose befähigt sind, am Lande, aber in Nähe des Wassers, zu leben. Erst die Reptilien haben sich durch besondere Anpassungen, speziell auch der Embryonalentwicklung, ganz unabhängig vom Wasser machen können. Sie sind es auch, die die weiten Räume trockenen Landes erobern und lange Zeit auch behaupten konnten und einzelne, wie die Flugsaurier, sogar den Luftraum. Aus den Reptilien entwickelten sich die Warmblüter, die Vögel und die Säugetiere und letzten Endes auch der Mensch. Was das Buch von KUHN so interessant und lebendig gestaltet, ist die Art, wie dieser Werdegang nicht nur der Entwicklung der Wirbeltiere selbst, sondern auch der evolutionistischen Erkenntnisse im allgemeinen geschildert wird. In Anmerkungen werden kurze Biographien der Gelehrten, die sich mit der Erforschung der Wirbeltiere befasst haben, gegeben, wenn möglich auch eine Photographie beigefügt. Jeder wissenschaftliche Ausdruck wird genau erklärt, und viele Abbildungen, zum grössten Teil Zeichnungen, ergänzen aufs beste den Text. Der Leser erhält in lebendiger Darstellung, allgemein verständlich geschrieben und wissenschaftlich gründlich fundiert, einen Einblick in eines der faszinierendsten Kapitel der Biologie, eben in die Geschichte der Wirbeltiere und daher auch des Menschen.

E. STOLL

VIERTELJAHRSSCHRIFT DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT IN ZÜRICH

unter Mitwirkung von

C. BURRI, A. U. DÄNIKER, P. FINSLER, H. FISCHER, A. FREY-WYSSLING, H. GUTERSOHN, P. KARRER, B. MILT, P. SCHERRER, H. R. SCHINZ, FR. STÜSSI und M. WALDMEIER

herausgegeben von

HANS STEINER

Neunundneunzigster Jahrgang, 1954

Eidg. Anstalt für Wasserversorgung
Abwasserreinigung u. Gewässerschutz
Kr 243

DRUCK UND VERLAG GEBR. FRETZ AG. ZÜRICH

Sto. Kat.

Inhaltsverzeichnis

ABHANDLUNGEN: Seite

DAUVILLIER, A.: La structure interne de la terre. (Avec 6 figures dans le texte) . . . 217

HOPFF, H.: Von der Naturfaser zur vollsynthetischen Faser. (Mit 4 Abbild. im Text) 89

KAPPELER, R.: Todesursachenstatistik des Pathologischen Instituts der Universität Zürich 1948 bis 1952 96

KUHN-SCHNYDER, E.: Der Ursprung der Säugetiere. (Mit 16 Abbildungen im Text) . 165

SCHULTZ, A. H.: Studien über die Wirbelzahlen und die Körperproportionen von Halbaffen. (Mit 5 Abbildungen im Text) 39

STEINER, H.: Die Bedeutung des Homologiebegriffes für die Biologie. (Mit einem Schema und einer Textfigur) 1

STÜNZI, H.: Krebs als pathologisches Grundphänomen 153

VAN DER WAERDEN, B. L.: Die Sichtbarkeit der Sterne in der Nähe des Horizontes. (Mit 5 Figuren im Text) 20

WALDMEIER, M.: Die Sonnenaktivität im Jahre 1953. (Mit 2 Abbildungen im Text) . 115

— Die Zürcher Sonnenfinsternisexpedition 1954. (Mit 11 Abbildungen im Text) . 240

MITTEILUNGEN:

DOBRZANSKI, TH.: Ein Wünschelrutenversuch mit photographischer Registrierung der Resultate. (Mit 2 Abbildungen im Text) 76

FRIANT, M.: Le cerveau du Lamantin (Manatus inunguis Natterer). (Avec 6 figures dans le texte) 129

KNOLL, W.: Hämatologische Beobachtungen zur Rekapitulationsfrage. (Mit 3 Abbildungen im Text) 256

KUHN, W.: Der Firnzuwachs pro 1953/54 in einigen schweizerischen Firngebieten. XLI. Bericht 260

DE MOL VAN OUD LOOSDRECHT, W. E.: Mindestens zwei Jahre anhaltende Modifikationen bei Tulpen, verursacht durch Röntgenbestrahlung. (Mit 5 Abbildungen im Text) 198

NOTIZEN ZUR SCHWEIZERISCHEN KULTURGESCHICHTE

MILT, B.: Aus den Lehrjahren eines angehenden Chirurgen des 18. Jahrhunderts . . 266

NATURSCHUTZ

XII. Jahresbericht der Naturschutzkommission der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich für das Jahr 1953 136

VORTRÄGE DER N. G. Z.

Seite

30. November 1953: Prof. Dr. R. Sänger, Zürich: Die Beeinflussung der Niederschläge und die Bekämpfung des Hagels 79
14. Dezember 1953: Prof. Dr. M. Amsler, Zürich: Sehstörungen im Alter 80
21. Dezember 1953: Prof. Dr. A. Heim, Zürich: Naturbeobachtungen in Peru . . . 82
11. Januar 1954: P.-D. Dr. K. Bleuler, Zürich: Der Bau der Atomkerne 83
25. Januar 1954: Prof. Dr. J. Ackeret, Zürich: Überschallflug 84
8. Februar: 1954: Prof. Dr. B. L. van der Waerden, Zürich: Angewandte Mathematik im Altertum 85
22. Februar 1954: Prof. Dr. P. Preiswerk, Zürich: Das Europäische Laboratorium für Kernphysik in Genf 145

NEKROLOGE

H. E. Fierz-David (1882—1953) 79
Paul Wolfer (1886—1953) 142
Leo Wehrli (1870—1954) 213

WISSENSCHAFTLICHE GESELLSCHAFTEN

Tätigkeitsberichte:

Chemische Gesellschaft für das Jahr 1953/54 272
Entomologia Zürich für das Jahr 1953/54 273
Geographisch-Ethnographische Gesellschaft für das Jahr 1953/54 214
Geologische Gesellschaft in Zürich für das Jahr 1953/54 145
Naturforschende Gesellschaft in Zürich 1953/54 146
Physikalische Gesellschaft Zürich 1953/54 275
Zahnärzte-Gesellschaft des Kantons Zürich für das Jahr 1953 147
Zoologische Gesellschaft Zürich für das Jahr 1953/54 275
Zürcher Ingenieur- und Architektenverein Z.I.A. 1953/54 274
Zürcherische Botanische Gesellschaft für das Jahr 1953/54 271

BUCHBESPRECHUNGEN

Adler, G.: Zur analytischen Psychologie 87
Berge der Welt. Achter Band 1953 88
Brockmann-Jerosch, M., A. und H. Heim: Albert Heim. Leben und Forschung . . 149
Dottrens, E.: Les Poissons d'eau douce 87
Haltenorth, Th.: Die Wildkatzen der Alten Welt 148

Seite

JUNG, C. G.: Psychologie und Alchemie 151

C. G. Jung-Institut: Zeitlose Dokumente der Seele 86

KUHN-SCHNYDER, E.: Geschichte der Wirbeltiere 276

PANETH, L.: Zahlensymbolik im Unbewusstsein 87

RENSCH, B.: Neuere Probleme der Abstammungslehre. Die transspezifische Evolution 215

ZIMMERMANN, W., Evolution. Die Geschichte ihrer Probleme und Erkenntnisse . . 216

BEIHEFTE

Nr. 1: E. SCHMID: Anleitung zu Vegetationsaufnahmen; erschienen am 31. März 1954.

Nr. 2: H. HUNZIKER: Die Wirkung von Strophantin und Convallatoxin auf die Atmung des Herzmuskelschnittes vom Meerschweinchen; erschienen am 30. Juni 1954.

Nr. 3/4: TH. WYSS und S. P. ULRICH: Festigkeitsuntersuchungen und gezielte Extensionsbehandlung der Lendenwirbelsäule unter Berücksichtigung des Bandscheiben-Vorfalles; erschienen am 30. September 1954.

Nr. 5: H. BOESCH: Amerikanische Landschaft. Neujahrsblatt auf das Jahr 1955, 157. Stück; erschienen am 31. Dezember 1954.

Neujahrsblätter der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich

Die seit 1799 veröffentlichten Neujahrsblätter, die eine naturwissenschaftliche Abhandlung von allgemeinem Interesse enthalten, können, auch ältere Jahrgänge, durch jede Buchhandlung bezogen werden. Direkte Bestellungen nimmt der Verlag Gebr. Fretz AG., Zürich, entgegen.

Seit 1951 sind erschienen:

1951	A. Frey-Wyssling: Elektronenmikroskopie. 46 Seiten mit 14 Abbildungen und 4 Tafeln im Text	Fr. 3.—
1952	E. Brandenberger: Auftrag und Gegenstand, Methoden und Mittel der Materialprüfung. 61 Seiten und 40 Abbildungen im Text	Fr. 5.—
1953	P. Niggli: Vom Wachstum der Kristalle. 35 Seiten mit 1 Tafel und 36 Abbildungen im Text	Fr. 4.50
1954	M. Waldmeier: Radiowellen aus dem Weltall. 78 Seiten und 45 Abbildungen im Text	Fr. 6.50

ELEKTRONENMIKROSKOPE
MIKROTOME
ELEKTRONENDIFFRAKTOGRAPHEN
HOCHSPANNUNGSOSZILLOGRAPHEN

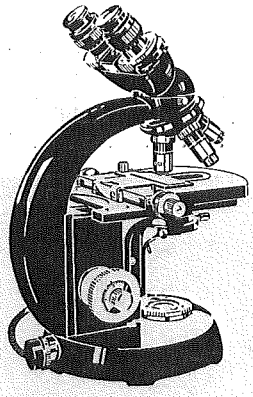
TRÜB, TÄUBER · ZÜRICH

Reproduktionen
Vergrösserungen
Offsetdrucke
Technische Papiere
Photokopien

*

ED. TRUNINGER, ZÜRICH 1
Lichtpausanstalt, Uraniastr. 9, Tel. 23 16 40

ZEISS WINKEL



Verlangen Sie bitte
Prospekt Nr. ZW/502/N

STANDARD-MIKROSKOP

Modell GF 525 (Neukonstruktion)

Das Ergebnis hundertjähriger Tradition!

- Lichtstarke Einbaubeleuchtung (nach Köhler)
- Koaxiale Triebknöpfe
  für Grob- und Feineinstellung
- Grosser Kreuztisch mit beidseitigen, koaxialen
  Bedienungsknöpfen
- Vollkommener Präparatschutz durch
  gefederte Fassung der Objektive
- Vergrösserungswechsel für die Okulare
- Neue Achromate und Neofluare

Auskunft und Vorführung durch die Generalvertretung für die Schweiz:

GANZ & Co. Zürich
BAHNHOFSTR. 40
TEL. (051) 23 97 73

....für gute Clichés zu Pesavento

R. Pesavento Söhne, Clichéanstalt
Zürich 2, Bluntschlisteig 1
Tel. (051) 23 76 50