Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Wissenschaftlicher und administrativer Teil = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles. Partie scientifique et administrative = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 148 (1968)

Teilband: Partie scientifique

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 30.03.2026

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

Leere Seite
Blank page
Page vide

Leere Seite
Blank page
Page vide

Schenkung E. Landolt

ETH ZÜRICH
GEOBOTANISCHES INSTITUT
STIFTUNG RÜBEL
Lauf Nr. A 17
Standort:

Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft

Actes de la Société helvétique des sciences naturelles

Atti della Società elvetica di scienze naturali

Gegründet / Fondée en / Fondata nel 1815

148. Versammlung in Einsiedeln 1968

Kommissionsverlag Berichthaus, Zwingliplatz 3, 8022 Zürich

Denkschriften
der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft

Die Abonnenten der Denkschriften, die Mitglieder der SNG, die Zweiggesellschaften der SNG und die öffentlichen Bibliotheken der Schweiz erhalten bei direktem Bezug je eines Exemplars durch Gebr. Fretz AG, Zürich (Kommissionsverlag), eine Ermässigung von 40% auf den Preisen der letzterschienenen Liste.

Mémoires
de la Société helvétique des sciences naturelles

Les abonnés aux Mémoires, les membres de la SHSN, les sociétés affiliées à la SHSN, ainsi que les bibliothèques publiques de la Suisse, en s'adressant directement à la Fretz Frères SA, Zurich (Dépôt général), ont droit à un exemplaire de toutes les publications avec remise de 40% sur les prix de la dernière liste publiée.

Actes de la Société helvétique des sciences naturelles

Partie scientifique

148e Session annuelle
du 27 septembre au 29 septembre 1968
à Einsiedeln

En commission chez Berichthaus, Zwingliplatz 3, 8022 Zürich
(Les membres s'adresseront au Secrétariat central, c/o F. Hoffmann-La Roche+Cie SA, 4002 Bâle)

Leere Seite
Blank page
Page vide

Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft

Wissenschaftlicher Teil

148. Jahresversammlung
vom 27. September – 29. September 1968
in Einsiedeln

Kommissionsverlag Berichthaus, Zwingliplatz 3, 8022 Zürich
(Für Mitglieder beim Zentralsekretariat, c/o F. Hoffmann-La Roche+Co AG, 4002 Basel)

Inhaltsverzeichnis

Seite

Pater *Kanisius Zünd* (Einsiedeln): Die naturwissenschaftliche Tätigkeit in Einsiedeln vom 16. Jahrhundert bis zur Neuzeit 9

Donald D. Clayton (Houston): The nuclear theory of the origin of the elements . . 17

A. Unsöld (Kiel): Evolution kosmischer Materie 35

R. Hagedorn (Genève): Siedende Urmaterie 51

Kommission für Weltraumforschung: Vorträge, gehalten an der wissenschaftlichen Tagung in Montreux: 64

- *M. Golay:* L'astronomie spatiale 65
- *Edith A. Müller:* Ballonexperimente zur Erforschung des infraroten Sonnenspektrums 66
- *E. Kopp, H. Balsiger, P. Eberhardt, J. Geiss:* Dichtemessung der oberen Atmosphäre mit Redhead-Manometern 68
- *H. U. Dütsch:* Ozon in der Atmosphäre 71
- *M. Lehmann:* Photometer zur Messung der Ozonverteilung in der Erdatmosphäre 73
- *G. Poretti:* Bestimmung der Strahlendosen im Weltraum 75
- *M. Schürer:* Satellitengeodäsie 77
- *E. Stiefel:* Die Renaissance der Himmelsmechanik 79

Vorträge, gehalten in den Sektionssitzungen

1. Sektion für Mathematik 82– 85
2. Sektion für Physik 86– 88
3. Sektion für Geophysik, Meteorologie und Astronomie 89–103
4. Sektion für Chemie 104–106
5. Sektion für Geologie 107–108
6. Sektion für Mineralogie und Petrographie 109
7. Sektion für Paläontologie 110
8. Sektion für Botanik 111–125
9. Sektion für Zoologie 126–127
10. Sektion für Entomologie 128
11. Sektion für Anthropologie und Ethnologie 129–130
12. Sektion für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften . . . 131–137

Seite

13. Sektion für Geographie und Kartographie 138–146
14. Sektion für Logik und Philosophie der Wissenschaften 147–163
15. Sektion für Pharmazie 164
16. Sektion für Vererbungsforschung 165
17. Sektion für Physiologie, physiologische Chemie und Pharmakologie . . 166
18. Sektion für Biochemie 167
19. Sektion für Zellular- und Molekularbiologie 168
20. Sektion für Mikrobiologie 169

International Symposium:
Mechanisms of Synaptic Transmission 170–172

Alphabetisches Namenregister der Autoren 173–175

Nekrologe verstorbener Mitglieder der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft

	Autoren	Seite
Moritz Blumenthal	J. Cadisch	179 (LB)
Felix Fiala	J.-B. Grize	187 (B)
Otto Grütter	E. Wenk	189 (LB)
Werner Lüdi	M. Welten	193 (B)
P. Coelestin Merkt	P. Kanisius Zünd	197 (B)
Alfred Rutishauser	H. Wanner	199 (BL)
Willy Schudel	A. Uehlinger	205 (B)
Alfred Steiner-Baltzer	H. Balmer	211 (LB)
Reinhard Straumann	H. Althaus	229 (B)
Leonhard Weber	E. Nickel	233 (B)
Carl Wegelin	P. Nef	237 (B)

Weitere verstorbene Mitglieder der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft 239

L = Literaturverzeichnis, B = mit Bild

Die naturwissenschaftliche Tätigkeit in Einsiedeln vom 16. Jahrhundert bis zur Neuzeit

Pater KANISIUS ZÜND (Einsiedeln)

Die wissenschaftliche Tätigkeit in einem Kloster steht in einer direkten Beziehung zu seiner geistigen Haltung in einer bestimmten Zeit und zu seiner materiellen Grundlage.

Wenn ich in meiner Abhandlung über die naturwissenschaftliche Tätigkeit in Einsiedeln, vorab in unserem Kloster, als Ausgangspunkt das 16. Jahrhundert wählte, so hat dies seinen tieferen Grund in der Geschichte des Klosters.

Ich übergehe bewusst die Barbiere und späteren Ärzte des Dorfes, da uns von ihrer wissenschaftlichen Tätigkeit so gut wie nichts bekannt ist. Auch Paracelsus wird nicht erwähnt, verliess er doch bereits mit 9 Jahren unser Hochtal.

Die Jahre vom ausgehenden 14. Jahrhundert bis zum Beginn des 16. Jahrhunderts sind Jahre des Niederganges unseres Klosters sowohl in zeitlicher als auch in geistlicher Beziehung. Streitigkeiten mit den Schwyzern, grosse Schuldenlasten, das Vorrecht des Stiftes, nur Mitglieder des hohen Adels aufzunehmen, die Klosterbrände von 1465 und 1509, mangelnder Nachwuchs – das Kloster zählte 1402 nur noch 3 Mitglieder, ja 1526 nur noch einen einzigen Mönch –, dies alles verunmöglichte eine jede wissenschaftliche Tätigkeit, und es vermögen die wenigen bedeutenden Konventualen über diese Tatsache nicht hinwegzutäuschen. So studierte zum Beispiel Albrecht von Bonstetten in Freiburg i. Br. und schloss seine Studien vor 500 Jahren, 1468, an der Universität Basel ab. Erst mit den Äbten Ludwig Blarer von Wartensee (1526–1544) und vor allem unter Abt Joachim Eichhorn von Wil (1544–1569) blühte das wissenschaftliche Leben wieder auf. Ausführlich schrieb über diese Zeit des geistigen Wiederaufbaues unseres Klosters unser Abt Dr. P. Raimund Tschudi. Unter Abt Joachim traten 21 Mönche ins Kloster ein, und im Bewusstsein, dass Ordenszucht und geistige Bildung in einem direkten Zusammenhang stehen, sandte er einige Konventualen an die Universitäten von Mailand, Freiburg i. Br., Dillingen, Pavia und Bologna. Abt Augustin Hofmann (1600–1629) führte diese Tradition weiter, bevorzugte aber mehr die Universitäten von Salzburg, Rom und Paris. Alle diese Äbte dachten wohl gleich wie Abt Pius von St. Gallen, der öfters sagte: «Malo in monasterio diabolum incarnatum, quam monachum illiteratum. – Ich möchte in meinem Kloster lieber den eingefleischten Teufel als einen ungebildeten Mönch. Wir müssen für alle Fächer des

Wissens Samen zu erhalten suchen, damit wir daraus einige Früchte ziehen können.»

Wohl dienten diese Studien in erster Linie der Theologie und der Philosophie, aber die Universität öffnete manchem Mönch das Auge für die Naturwissenschaften. – Auch die Bedürfnisse des Klosters verlangten bessere Erkenntnisse auf diesem Gebiet, ist doch bereits 1611 die Klosterapotheke bezeugt, und 1637 wurde sie mit Laboratorium und allem Zubehör neu erstellt. Freilich stand der Apotheke immer ein Laie vor, und die Arbeit der Mönche bestand mehr im Anbau der Kräutergärten.

Zur Zeit der Renaissance des wissenschaftlichen Geistes stand auch im Kloster die Beschäftigung mit Mathematik und Astronomie im Vordergrund.

P. Severin Schön von Menzingen schrieb sich bereits 1660 eine Logarithmentabelle von 180 Seiten, betitelt: Canon magnus Sinuum, Secantium et Tangentium Logarithmicus. Er schrieb dazu eine Einführung: Usus Canonis Triangulorum Logarithmici sive Praxes logarithmicae, quibus omnia Triangula per solam quasi additionem resolvuntur. P. Severin Schön war von der neuen Rechnungsart wohl in gleicher Weise ergriffen wie die beiden Begründer John Napier und Henry Briggs, die ja bei ihrem ersten Zusammentreffen vor Bewunderung eine Viertelstunde lang kein Wort sprechen konnten. Durch ihn wurde die neue Rechnungsart schon wenige Jahrzehnte nach ihrer Erfindung im Kloster eingeführt. P. Severin bildete sich immer weiter aus, so dass er den Ruf eines ausgezeichneten Mathematikers besass. Es kamen Schüler von weit her zu ihm, um in diese Wissenschaft eingeführt zu werden, ja 1655 bewarb sich die Universität Salzburg um diesen ausgezeichneten Wissenschafter. Der Rektor der Universität, der spätere Abt Augustin Reding, bat seinen Mitbruder, die Stelle anzunehmen, «denn welche Schande, wenn der Orden dieses Fach nicht besetzen könnte». Abt Placidus Raiman überliess es dem Gutdünken P. Severins, dem Ruf zu folgen, doch dieser lehnte mit Rücksicht auf seine schwache Gesundheit ab.

Unter den Äbten Augustin Hofmann 1600–1629, Placidus Raiman 1629–1670 und Augustin Reding von Biberegg 1670–1692 erlebte das Kloster seine zweite Blütezeit. Beim Tode von Abt Augustin Reding zählte es bereits 100 Mitglieder. Abt Augustin übernahm das Gymnasium in Bellenz im Jahre 1675. Die Urkantone hatten für ihre Söhne diese Schule gegründet und den Jesuiten anvertraut, doch diese behielten das Gymnasium nicht lange, und nach zähen Unterhandlungen übernahm das Kloster Einsiedeln die Schule.

Diese neue Aufgabe, die Neugestaltung der eigenen Klosterschule, die weise, grosszügige Führung des Klosters durch gelehrte Äbte bildeten die Voraussetzung für das reiche naturwissenschaftliche Arbeiten der folgenden Jahrzehnte. Das Erwachen der modernen Wissenschaften erfasste auch die Mönche. Man beschäftigte sich viel mehr mit der Natur selber, statt nur philosophische Erwägungen anzustellen.

Ein typischer Vertreter dieser Zeit ist *P. Raphael Genhart* von Sempach (1767–1841). Er war ein bedeutender Theologe und Philosoph, und es

galt ihm nun, die modernen Erkenntnisse der Naturwissenschaften mit den Lehren der Philosophie in Einklang zu bringen. So schrieb er in seiner Abhandlung «Grundzüge des Naturmechanismus»: «Die ganze Naturforschung besteht, wie man weiss, aus drei Teilen, aus dem historischen, mathematischen und ätiologischen, welcher letztere eigentlich der philosophische Teil ist. Nun hat man seit etwa anderthalbhundert Jahren in Betreff der zwei ersten Fächer allerdings sehr bedeutende Fortschritte gemacht, der ätiologische Teil hingegen bleibt, selbst nach dem Geständnis der berühmten Physiker, immer noch weit zurück. Was mag wohl die Ursache sein? An den Beobachtungen fehlt es nicht, diese sind vielfältig und genau... Es fehlt also an den Erklärungsgründen, d.i., es fehlt an den ersten Prinzipien der Naturlehre, in welchen man den Grund zu den Erscheinungen finden sollte.» Die Grundzüge des Naturmechanismus legt er in kurzer Zusammenfassung folgendermassen dar: «1. Die Körperwelt besteht aus zwei Klassen physischer Elemente, nämlich aus den Körperstoffen, woraus die Weltkörper zusammengesetzt sind, und aus der feinen Materie, die den übrigen Weltraum und alle Zwischenräume und Poren inne hat. 2. Zwischen dem Körperstoff und der feineren Materie ist kein anderer Unterschied als jener der Grösse. 3. Die feinere Materie, die man auch die aktive Flüssigkeit oder den Äther nennen könnte, ist vermöge der ursprünglichen Bewegung ihrer einzelnen Elementarklümpchen das aktive Prinzip... Wer den Naturmechanismus kennen will, muss die Bewegungsweise des feineren Elementes kennenlernen, und von dieser soll nun nach Vermögen gehandelt werden. Die Bewegung des feineren Elementes ist in Hinsicht auf ihre Wirkung entweder conjunktiv oder disjunktiv oder translativ.

Die Effekte der conjunktiven Bewegung sind: Die Gravitation, der Zusammenhang im allgemeinen, die superfizielle Anziehung und die chemische Anziehung und magnetische Anziehung. Von der disjunktiven Bewegungsweise entstehen Wärme, Elektrizität und Licht. – Die translative ist die Ursache der täglichen und jährlichen Bewegung der Himmelskörper und folglich der Jahreszeiten und der damit verbundenen Ungleichheit in der Vegetation und in den Meteoren.»

Mit dieser Theorie, die er am 23. Juli 1833 anlässlich der Tagung der SNG Bellinzona vorgetragen, hat er bereits in seinem Werk «Aetiologia de Magnetismo naturali», erschienen bei Orell Füssli, Zürich 1803, alle magnetischen Erscheinungen zu erklären versucht. Im Bestreben, der Naturwissenschaft zu dienen, widmete er die Schrift jenen Philosophen, «die die heutige Physik den neuen Erscheinungen anzupassen wünschen».

Genhart vermeidet bewusst das Wort Äther, schreibt er doch in seiner Abhandlung «Grundzüge meiner Theorie vom Weltgebäude»: «Dem feineren Elemente würde ich wie Newton, Leibniz, Euler u.a. den Namen Äther beilegen, wenn man nicht seit einiger Zeit solche Sachen über diesen Äther geschrieben hätte, dass selbst der unschuldig schon von ältesten Naturforschern der Phönizier, Griechen und Römer verehrte Namen verächtlich würde.»

Es führte zu weit, wollten wir seine Darlegungen weiter verfolgen, aber wir sehen aus seinen Schriften, wie belesen Genhart war. Er kannte die Werke Gilberts, Newtons und von Leibniz, er kannte Kepler und Descartes. Es ist staunenswert, wie modern Genhart damals dachte. Er, der Theologe und Philosoph, trat am 29.Juli 1818 der SNG bei und wurde bei der Versammlung in Lugano 1833 deren Vizepräsident.

In Bellenz wirkten zu dieser Zeit zwei Patres, deren naturwissenschaftliche Beobachtungen und Aufzeichnungen durch ihre Genauigkeit überraschen. Es ist einerseits P. Michael Dossenbach (1764–1833) und P. Paul Ghiringhelli (1778–1861). P. Dossenbach wurde – gestützt auf seine genauen Studien über die Bienenzucht – am 6. März 1819 als «Cultor apium experimentissimus» zum Ehrenmitglied der SNG ernannt. Möge folgende erste Aufzeichnung uns zeigen, wie genau er beobachtete. «Den 16. Februar 1811 erhielt ich die von Anton Rossi erkauften zween Stöcke. Nr. 1 wog 26 und Nr. 2 22 hiesige schwere Pfund. Beide schienen mir vortrefflich, in allen guten Eigenschaften sehr volkreich, höchstens 2jährig. Den ersten Tag blieben sie ruhig in ihren Körben, zeigten sich aber immer unter den Fluglöchern. Den 24. fingen sie nun das erste Mal lustig und munter zu fliegen an. Den 25. bereitete ich denselben einen besseren Stand und setzte sie tags darauf hin. Nr. 1 liess sich ruhig tragen, Nr. 2 aber kam in Alarm. Die Witterung war ordentlich, aber windicht, sie flogen nichts desto weniger und trugen schon sehr ein, Nr. 2 fleissiger als Nr. 1.» Mit gleicher Genauigkeit schreibt er Tag für Tag seine Beobachtungen auf, beschreibt seine Versuche mit zusätzlicher Nahrung, zeichnet das Wetter mit 18 verschiedenen Zeichen auf und stellt am Ende des Jahres die Bilanz auf, die bei 934 Lire Einnahmen und 543 Lire Ausgaben ein Guthaben von 391 Lire ergibt.

Mit ähnlicher Genauigkeit erstellte P. Paul Ghiringhelli seine «Topographisch-statistische Darstellung des Cantons Tessin» her, die erste dieser Art. Sie erschien im Helvetischen Almanach 1812 bei Orell Füssli. Er spricht mit genauen Angaben über Lage und Grösse des Kantons, über die Waldungen, Kastanien, Mineralien, Flüsse und Seen, die Landesprodukte, wobei er dem Wein ein grösseres Kapitel widmet und unter anderem sagt: «Jenseits des Gotthards geführt, gewinnt der Wein, wenn er der Untreue der Säumer oder der Chemie der Weinhändler entgangen ist, einen grösseren Grad von Stärke und Annehmlichkeit.» Ganz neuzeitlich klingt seine Bemerkung über die Landflucht: «Die immer vorhandene, immer stark wirkende Entvölkerung des Cantons ist die nie genug zu verwünschende Wuth, in fremde Länder zu gehen, welche, wenigstens dem Grade nach eine seiner Haupteigenthümlichkeiten ist.» In einem weiteren Teil zeichnet er die gesamte Ein- und Ausfuhr des Kantons für die Jahre 1808–1810 auf und gibt grosse Tabellen der Bevölkerung.

Während die Einsiedler Patres in der Residenz zu Bellinzona eifrig ihrer Tätigkeit nachgehen konnten, erlitt die wissenschaftliche Forschung in Einsiedeln selber einen harten Schlag durch den Einbruch der Franzosen 1798. Anfang Mai mussten die Klosterinsassen fliehen, denn am

3. Mai zog der französische Revolutionsgeneral Schauenburg mit seinen Truppen in Einsiedeln ein und nahm Quartier im Stift. Vieles wurde verwüstet und ausgeraubt. Die Bibliothek wurde aufgebrochen, vieles wurde eingestampft, ein Grossteil der Bücher nach Zürich geschafft und schliesslich auf dem oberen Boden der Wasserkirche aufgestapelt.

Nach der Rückkehr der Patres im Jahre 1804 wurde wieder ein kleines Gymnasium eröffnet. Auch die Zeit der Verbannung hatte ihr Gutes. P. Raphael Genhart wurde in Admont öffentlich als Professor der Kirchengeschichte und des Rechts approbiert, P. Claudius Poujol stand jahrelang der Sternwarte in Kremsmünster vor.

Es ist interessant, wie in den Jahren nach 1805 ein grosser Fortschritt in der naturwissenschaftlichen Forschung zu verzeichnen ist. Man bezog Apparate aus Wien, München, Pforzheim und stellte sich vieles selber her. Bereits 1813 stand die erste Elektrisiermaschine im Gymnasium.

Einer der bedeutendsten Förderer der Naturwissenschaften in der ersten Hälfte des 19.Jahrhunderts war *P. Meinrad Kälin* aus Einsiedeln (1789–1858). Sein Biograph, P. Gall Morel, schreibt von ihm: «Wir betrachten es überhaupt als ein besonderes Verdienst des Verstorbenen und seiner Lehrer, dass sie in den Bildungskreis der damaligen Klosterschule auch die früher vernachlässigten Naturwissenschaften aufnahmen und mit ebensoviel Liebe als Kenntnis pflegten.» Im Herbst 1835 erhielt P. Meinrad einen Ruf an die neu errichtete Benediktinerschule bei St. Stefan in Augsburg, wo er für das Lyzeum das Fach der Anthropologie übernahm. Am Schluss des Schuljahres 1836/37 begann er seine Ansprache «Über Würde und Werth der Anthropologie, besonders für höher gebildete Stände» folgendermassen: «Mensch, erkenne dich selbst! Mit diesem von dem weisen Thales entlehnten Wort lade ich besonders die Herren Studierenden des Gymnasiums, die Candidaten der Philosophie zum eifrigen Studium der Anthropologie ein. Wenn man nicht für die Schule, sondern für seine wissenschaftliche Bildung und für das Leben studieren soll, so ist es auch darum, dass ich das fleissige Studium der Anthropologie empfehle: 1. Weil es sowohl einen absoluten Wert für die Wissenschaft und das Leben überhaupt, 2. als weil es einen relativen Nutzen für besondere Studien und Stände, wie Ärzte, Priester und Seelsorger, Rechtsgelehrte und Staatsmänner, hat.» P. Meinrad legte auch das erste Herbarium der Flora Einsidlensis an, das vom Arzte Hegetschweiler aus Zürich lobend erwähnt wurde.

Zwei Ereignisse beeinflussten die naturwissenschaftliche Tätigkeit in der zweiten Hälfte des 19.Jahrhunderts in besonderer Weise: 1848 erweiterte Abt Heinrich das Gymnasium, errichtete ein Internat für 100 Schüler – und dies im gleichen Jahr, in welchem das Stift die Hälfte der kantonalen Kriegsschuld an die Eidgenossenschaft, Fr. 100000.—, übernahm und zudem von der Regierung des Kantons zur Zahlung der Hälfte sämtlicher Staatsschulden im Betrage von Fr. 227000.— gezwungen wurde. – Und im Jahre 1852 wurde das blühende Gymnasium in Bellenz durch die radikale Regierung des Kantons Tessin dem Kloster entrissen. Dadurch wurden bedeutende Kräfte für das neue Einsiedler Gymnasium

frei, dessen erster Rektor, P. Gall Morel, die naturwissenschaftlichen Fächer in besonderer Weise förderte.

Wie in der Welt draussen, so machte sich auch im Kloster in dieser Zeit der Zug zum Technischen bemerkbar. *P. Athanas Tschopp* (1803–1882) erfand, angeregt durch seine optischen Studien, einen Zeichnungsapparat, der ihm gestattete, beliebige Ellipsen, Parabeln und Hyperbeln zu zeichnen. Er befasste sich viel mit der in den vierziger Jahren entwickelten Telegraphie und ersann einen elektromagnetischen Kopiertelegraphen, den er Typotelegraph nannte. Wie seinen Zeichnungsapparat liess er auch diesen Telegraphen durch den Mechaniker *Meinrad Theiler* in Einsiedeln modellmässig herstellen. Der hohe Regierungsrat des Kantons Schwyz empfahl diese Erfindung dem hohen Bundesrat in Bern zur Einführung, der aus leicht zu verstehenden Gründen das Gesuch ablehnen musste.

Herr Theiler wurde durch die Zusammenarbeit mit P. Athanas zu selbständigem Arbeiten angeregt, konstruierte einen eigenen Typentelegraphen, der jahrelang an der Londoner Börse im Gebrauch war. Sein Sohn Richard erkannte schon frühzeitig die Bedeutung des Wechselstromes, befasste sich mit dem damals schwierigen Problem der Strommessung und baute einen eigenen Wechselstromzähler, der den Vorteil hatte, einfach, billig und genau zu sein. 1896 gründete er mit Herrn Gyr das Elektrotechnische Institut Theiler & Co. Im Jahre 1906 erwarben die Herren Heinrich Landis und Karl Heinrich Gyr den Betrieb, und es entwickelte sich daraus das grosse Unternehmen der Landis & Gyr.

In die Reihe der technischen Forschung gehört auch P. Kolumban Brugger aus Basel (1855–1905).. Er ist der erste, der von seinem Abt auf eine technische Hochschule, es war jene von Karlsruhe, zum Studium der Mathematik und Physik geschickt wurde. Mit seinen Kenntnissen schuf er die Pläne und Berechnungen für die erste elektrisch gesteuerte Uhrenanlage des Klosters im Jahre 1882. Als Lehrer der Physik gestaltete er sein Schulzimmer ganz neuzeitlich, stellte dort 1890 die erste Dynamomaschine auf, deren Strom bald der Beleuchtung der Kirche nutzbar gemacht wurde. 1895 begann er mit dem Bau der neuen Orgel und verband die verschiedenen Orgelteile durch eine zentrale elektrische Steuerung, die erste elektrische Orgel der Schweiz. 1897 führte er im ganzen Kloster die elektrische Beleuchtung ein zum grossen Leidwesen verschiedener älterer Klosterinsassen, die in dieser Erfindung ein Teufelswerk erblickten, und schliesslich 1904, P. Kolumban war damals Abt des Klosters, ersetzte er die Dampfmaschine zum Antrieb des Generators mit einem Sulzer-Diesel.

Ganz anderer Art war das Forschungsgebiet von *P. Thomas Bruhin* (1835–1895). Er ist wohl der bedeutendste Botaniker des Klosters in dieser Zeit. 1863 veröffentlichte er eine Arbeit: «Geschichte und Literatur der Schweizer Floren, nebst einer Aufzählung der in Einsiedeln frei wachsenden und häufiger kultivierten Gefässpflanzen, mit steter Hinweisung auf frühere Entdecker.» – Damit schuf Bruhin die erste Flora Einsidlensis. Kurz vor der Vollendung seiner Arbeit erschien Bernhard Studers

«Geschichte der physischen Geographie der Schweiz». Studer hatte sein Werk mit dem Jahr 1815 abgeschlossen, «weil» – wie er schreibt – «seit der Stiftung der SNG, die in jenem Jahre stattfand, die jährlich veröffentlichten Verhandlungen eine fortgehende Geschichte der inländischen naturwissenschaftlichen Tätigkeit liefern». Bruhin war anderer Ansicht und führte deshalb seine Geschichte bis zum Jahre 1863 weiter, «denn», schreibt er, «seit 1815 scheint ein Wendepunkt für die schweizerische Naturgeschichte eingetreten zu sein, indem man allgemach anfängt, die Verdienste der Vorfahren um die Naturgeschichte wieder besser zu würdigen, welche man, um mit Haller zu reden, noch nicht tadeln darf, deshalb, weil sie nicht alles getan haben, sie, die doch so vieles geleistet».

In der Einleitung zur Flora zählt Bruhin all die berühmten Forscher auf, die Einsiedeln besucht haben. «Um die Mitte des 15. Jahrhunderts ist es Conrad Gessner aus Zürich, zu Anfang des 17. Jahrhunderts botanisierte hier Joachim Buser und entdeckte die Scheuchzeria palustris und Juncus stygius. Im 18. Jahrhundert besuchten Johannes von Muralt und Johann Jakob Scheuchzer unseren Ort. Im 19. Jahrhundert ist es vor allem Johann Hegetschweiler.» «In Einsiedeln», sagt Hegetschweiler, «verspricht das noch nicht lange von Meinrad Kälin angelegte Herbarium des Stiftes, teils durch die Schönheit der getrockneten Pflanzen, teils durch die Seltenheit mehrerer derselben, etwas Ausgezeichnetes der Art zu werden.» 12 volle Jahre hat Bruhin für dieses Werk gearbeitet. Ebenso wertvoll sind seine Veröffentlichungen über die Flora des Vorarlbergs, wo er sich einige Jahre aufhielt. In Anerkennung seiner wissenschaftlichen Leistungen wurde er zum Mitglied der Kaiserlich-Königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft von Wien ernannt und Ehrenmitglied der St. Gallischen Naturforschenden Gesellschaft. Seine Flora Einsidlensis wurde von P. Martin Gander vollständig neu bearbeitet und 1888 herausgegeben.

Dieser letztgenannte Mann, *P. Martin Gander* (1855–1916), erwarb sich besondere Verdienste durch seine vielen naturwissenschaftlichen Publikationen. 20 Jahre diente er als Lehrer der Naturwissenschaften am Gymnasium und erwarb sich durch ernstes Studium der einschlägigen Literatur ein reiches Wissen auf den verschiedenen Gebieten. Dieses Wissen wollte er in den Dienst der Mitmenschen stellen und gründete mit der Firma Benziger die «Naturwissenschaftliche Bibliothek». Diese Sammlung hatte als Ziel: «Bei den Fragen grundsätzlicher Natur das volle Beweismaterial für die christliche Naturanschauung in klarer, überzeugender Gestaltung dem Leser beizubringen.» Seine Arbeiten zeugen von einer grossen Belesenheit der alten und der neuen Literatur. In seinem Büchlein «Das Gehirn und seine Tätigkeit» zitiert er 25 grössere Werke. Trotz seiner Kampfstellung gegen eine materialistische Naturbetrachtung war er doch überraschend zeitaufgeschlossen. So schreibt er in seiner Abhandlung über das Gehirn: «Natura non factit saltus. Diesen alten bewährten Grundsatz nehmen wir im christlichen Sinn voll und ganz an, auch im Bezug auf die Entwicklung, oder besser allmähliche Entstehung des Tierreiches.» Er setzt sich auseinander mit den Vertretern der Lehre

von der Urzeugung, mit Darwin, Häckel, Virchow, Preyer, Fechner, Thomson, Helmholtz, Roux und Reinke, deren Werke er studiert, und kommt nach reifer Überlegung zum Schluss: «Die Annahme einer Schöpfung ist somit ein Postulat, eine strenge Forderung der Wissenschaft, nicht bloss des Glaubens.»

Wir haben zwar mit Martin Gander die Schwelle des 20. Jahrhunderts bereits überschritten, aber wenn ich schon Gander nannte, so darf ich den bedeutenden naturwissenschaftlichen Forscher dieser Zeit nicht übergehen, *P. Wilhelm Sidler* (1842–1915). Er war in seltener Weise mit den Gaben eines Naturforschers bedacht: scharfer, klarer Verstand, genaue Beobachtung. Ihn erfüllte eine offene Liebe und Begeisterung für die Werke der Schöpfung. Diesem Drang konnte er nicht widerstehen, er musste forschen. So durchwanderte er die geologisch interessanten Gebiete des Hochtales, oft in Begleitung von Karl Escher von der Linth, von Albert Heim oder allein und lernte dadurch das Hochtal kennen wie kein Zweiter. Davon zeugt seine naturwissenschaftliche Einleitung zum grossen Werke von Dr. P. Odilo Ringholz «Die Geschichte des fürstlichen Stiftes U.L.F. von Einsiedeln».

Wie bei Martin Gander, so war auch ihm die Erforschung der Natur immer ein Weg zu Gott. Von dieser tiefen Auffassung allen naturwissenschaftlichen Erkennens zeigt sein Schlusswort zu dieser Einführung. Er schreibt: «Mancher Leser wird sich fragen, was kümmern mich diese Berge und Täler, was kümmert mich der natürliche Entwicklungsgang dieser Gegend? – Und doch, es mag keine müssige Frage sein: Wer den finstern Wald gelichtet, wer Kultur in die Wildnis gebracht hat, es mag auch für manchen eine rätselhafte Frage sein, weshalb seit 1000 Jahren Millionen in dieses Hochtal gezogen sind, um der kranken, gebeugten Seele Trost und Frieden zu holen. – Die Geschichte wird diese Frage zu lösen haben und dadurch die alte Wahrheit mit neuem Licht erhellen, dass alle wahre Kultur auf dem Boden der Religion erblüht.»

Wir stehen am Ende unserer geschichtlichen Übersicht. Manch fleissiger Mitarbeiter auf dem Gebiet der naturwissenschaftlichen Tätigkeit blieb unerwähnt, wir wollten bewusst nur die bedeutendsten Männer nennen, die durch ihre Arbeiten weitere Kreise erfassten. – Das 20. Jahrhundert hat den Sinn und die Verantwortung den Naturwissenschaften gegenüber auch im Kloster nicht geschwächt. Der Geist eines Meinrad Kälin, eines Thomas Bruhin, eines Martin Gander ist lebendig geblieben, ich brauche ja nur an unseren Dr. P. Damian Buck zu erinnern und an Dr. P. Cölestin Merkt, der unermüdlich den Naturwissenschaften diente und jetzt an meiner Stelle stünde, hätte nicht der Tod seinem arbeitsreichen Leben allzufrüh ein Ende gesetzt.

Für uns aber, die wir jetzt Träger der naturwissenschaftlichen Tätigkeit sind, bleibt die Verpflichtung, nach unseren Gaben und Kräften in der Natur weiter zu forschen, erfüllen wir doch nur so den Auftrag Gottes: Macht euch die Erde untertan.

The nuclear theory of the origin of the elements[1]

DONALD D. CLAYTON[2]

Department of Space Science, Rice University,
Houston, Texas 77001

Abstract

The science of nucleosynthesis is the attempt to understand the natural abundances of the nuclear species in terms of their nuclear properties and naturally occurring circumstances in which the nuclei would be assembled. In this talk I hope to discuss the highlights of the current status of this theory. The abundances of the prominent nuclear species in the solar system can be successfully reproduced by a few major epochs of thermonuclear fusion within stars or star-like objects, although the lightest species up to atomic mass A = *4 perhaps reflect the ashes of a primeval fireball in the cosmological expansion of the universe. The abundance variations observed in other stars support this view by displaying many abundance features that are consistent with it. Many of the fascinating details, however, remain to be solved.*

The nuclear theory of the origin of the elements, commonly called *nucleosynthesis*, is the attempt to interpret the abundances of the nuclear species in terms of their nuclear properties and naturally occurring circumstances in which the nuclei would be assembled. A very sizeable body of data is available to guide the construction of the theory and to test its success. There are 81 stable elements having numbers of stable isotopes ranging from one for the element sodium, for example, to ten for the element tin, and comprising a total of 280 stable nuclear species. The abundances of these species in the solar system constitute 280 data points for the theory, to which must be added all observable abundance ratios in other stars. Another large body of information has been obtained in the nuclear laboratory. Not only have the properties of the 280 stable nuclei been studied in considerable detail, but also the more than 1000 artificially produced radioactive nuclei have been studied to the degree feasible in the laboratory, and thousands of nuclear reaction cross sections resulting in the production or destruction of the 280 stable species have been measured. This body of nuclear facts has been augmented by a semiempirical structure of nuclear systematics and nuclear

[1] Invited address to the centenary meeting of the Swiss Academy of Sciences, Einsiedeln, September 28, 1968.

[2] ALFRED P. SLOAN Research Fellow.

theory and thereby made into a powerful tool for the investigation of nucleosynthesis. Decades of painstaking astronomical observations with modern techniques have been interpreted with the aid of untold thousands of calculations relating to the structure and evolution of the stellar interior. Insufficient though it may be, we nonetheless have all of this with which to contemplate our basic question—have the elements been assembled by thermonuclear reactions. In this paper I hope to recount the nature of this advancing knowledge and to illustrate the current degree of success of the theory.

The abundances of the elements are imperfectly known. The data has been difficult to obtain and even harder to interpret. The most extensively studied object is, of course, the solar system, whose composition is inferred primarily from the sun, the meteorites, and the earth. The sun is the most attractive sample in the sense that was originally a homogeneous sample and is chemically unfractionated, but it has the disadvantage that one can use only those atomic lines that the spectrum provides and that the isotopic composition of each element is generally unmeasurable. The line spectrum from the solar photosphere has been studied for half a century, and several solar abundance compilations have been published [1, 2, 3, 4, 5]. The line strengths relative to those of hydrogen, the most abundant element, are interpreted with the aid of model atmospheres and the theory of radiative transfer to yield the abundances relative to hydrogen.

In recent years, it has also been discovered [6] that the ratio of abundances of elements heavier than hydrogen in the solar cosmic rays is substantially constant and equal to known photospheric abundance ratios. Inasmuch as these particles are presumably accelerated by flares in the photosphere, their abundance ratios have been used to augment the photospheric data. It is especially interesting, as I will discuss later, that the abundance ratio $H/He \approx 16$ inferred in this way is in reasonable agreement with the time average $H/He \approx 20$ observed in the solar wind [7], because both values for this ratio, which is of crucial importance to both the solar-neutrino experiment and to bigbang cosmology, are considerably and significantly larger than the value $H/He \approx 10$ that has been assumed correct for many years.

Ultraviolet spectra obtained with rockets fired above the earth's atmosphere have provided information about the composition of the solar corona. Analyses of these spectra by POTTASCH [8] and JORDAN [9] have shown a puzzling feature: the abundances of iron, nickel, and cobalt relative to hydrogen seem to be about an order of magnitude greater than in the solar photosphere. CAMERON [10] suggested that radiation pressure on the metals would be sufficient to enrich the corona and deplete the photosphere in metal content, but LAMBERT [11] finds that mechanism to be ineffective.

Inasmuch as many element abundances cannot be obtained from photospheric lines, the possibility of a complete table of solar abundances was aided by the idea that the chondritic meteorite or some subclass

thereof constitutes a representative sample of the abundances of the nonvolatile elements. SUESS and UREY [12] used this idea in the construction of their historic review paper which was so instrumental to the development of the science of nucleosynthesis, and many subsequent investigations have amplified and tested that idea [13]. The fact is, however, that the meteorites show evidence of a fairly complicated but unknown chemical history, so that they cannot give definitive values for the element abundances until that history is understood. The major puzzle again involves the element iron [13] which is roughly an order of magnitude more abundant relative to silicon in meteorites than in the solar photosphere. Indeed, the meteorite abundances bear similarity to those of the solar corona [14]. The meteorites are nonetheless a much better sample of nonvolatile elements than it the earth, whose chemical history is much more extensive. The many accurate terrestrial measurements of the isotopic composition of the elements have proved most useful for the theory. The physics and chemistry of the solar system has not, with only a few exceptions which are reasonably well understood, been able to alter the isotopic composition. A large and significant portion of the isotopic chemistry has been performed in Switzerland by F. G. HOUTERMANS, his colleagues and his students.

In summary, one can say that our knowledge of different solar abundances continues to improve, but these important questions now cloud interpretation: (1) are the solar photosphere, the solar corona, the solar wind, and the solar cosmic rays fractionated with respect to composition? (2) What is the chemical history of the meteorites and how shall we interpret their composition?

The absorption spectra of the stars are very different from that of the sun. The differences are primarily due to the wide range of temperatures found in stellar photospheres and to some extent due to variations in surface gravity, and after interpretation of the line strengths it is found that the average composition of stars is similar, but not identical, to the composition of the sun. It is in the differences from the solar composition, all of which are difficult to establish quantitatively, that we discover some of the most exciting tests of the nuclear theory of the origin of the elements. These important differences are basically of the two following types: (1) The oldest known stars formed from material that was much less rich in the elements heavier than helium than have the stars formed recently. This fact suggests that most of the elements have not always been with us but have, on the contrary, been manufactured during the history of the universe; (2) Many stars showing very unusual abundances seem to have exposed material on their surfaces that had previously been modified by nuclear reactions within their own interiors. These abundance modifications should show evidence of specific nuclear processes.

The most metal deficient star yet found is HD122563. Extensive studies of it [15] have shown that all of the heavy elements are less abundant relative to hydrogen than they are in the sun by factors between 10^2 and 10^3. As I shall describe below, the first low mass stars formed in the

universe are expected in big-bang cosmologies to have formed from material in which the heavy elements are virtually absent, so this observation is not surprising. All of the Population II objects (primarily globular clusters and high-velocity stars) show substantial underabundances of this type, so HD122563 is special only in the extreme degree of the underabundance. If, however, one supposes that the universe was once metal poor, it follows that at least 99% of the heavy elements have been synthesized between the early formation of the first Population II objects and the formation of young stars. The logical site for this synthesis is in the natural sequences of thermonuclear epochs encountered in the thermal evolution of the stellar interior.

With the discovery by PENZIAS and WILSON [16] that the universe appears to be filled with a photon gas having a temperature of about 3 °K, there have been detailed recalculations of element abundances that will survive the early expansion in a big-bang universe. These calculations [17, 18, 19] assume that the 3 °K gas is the same photon gas that existed when the originally dense universe had expanded sufficiently to be transparent to an average thermal photon, but that the high-temperature photon gas of that epoch has been diluted and redshifted by the general relativistic expansion of the universe. The observed Hubble expansion [20] for the scale factor $R(t)$ of the universe

$$\mathrm{H} = \frac{1}{R}\frac{\mathrm{d}R}{\mathrm{d}t} \approx (10^{10}\ yr)^{-1}$$

when coupled with the observed average density of matter in the universe [21]

$$3 \times 10^{-31}\ \mathrm{gmcm}^{-3} < \varrho_0 < 3 \times 10^{-30}\ \mathrm{gmcm}^{-3}$$

and the present temperature of the thermal photon background allows one to calculate the thermal history of the universe. The connection is made by choosing a theory of gravitation. If general relativity is correct, which is what is assumed by most people, an isotropic universe expands according to [22]

$$\frac{1}{V}\frac{\mathrm{d}V}{\mathrm{d}t} = (24\,\pi G \varrho)^{\frac{1}{2}}$$

The expansion of the dense hot early universe, when the composition is known because it is in thermal equilibrium, can be followed subject to the demand that it yield today's density. Explicit calculation of the rate of each nuclear reaction yields the evolution of the abundances, and the results of a detailed calculation are shown in figure 1. The final abundances, shown as fraction of the total mass, depend upon the expansion rate, which can in turn be related to ϱ_0/θ^3, where ϱ_0 is the present average density and θ is $T/3$ °K. The value of ϱ_0/θ^3 appears to be between 10^{-30}

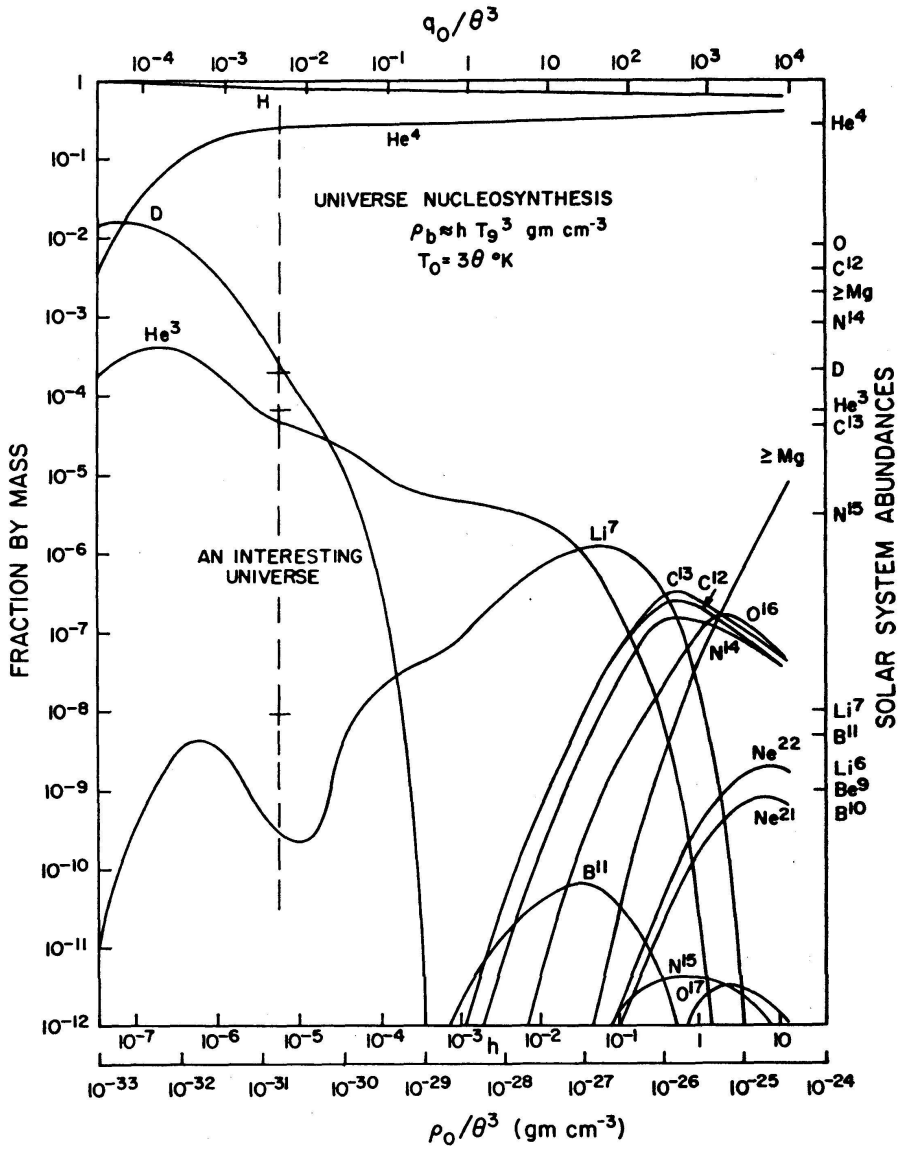


Figure 1

The final abundances by mass fraction of a universe which has expanded from an initial dense fireball are displayed against the ratio of the present average mass density ϱ_0 to the cube of the present temperature $\theta = T/3°$ of the thermal background radiation [19, 32]. The solar abundances are shown on the right-hand ordinate. For the apparent properties of our universe, only H, D, ^{3}He, ^{4}He, and ^{7}Li seem to be produceable in the cosmic fireball in quantities as large as are observed

and 10^{-31} gmcm^{-3}. It is quite interesting that for such a universe the abundances of H, D, ^{3}He, ^{4}He, and perhaps ^{7}Li are similar to their average observed values. How fascinating to think that these nuclei may be the ashes of the beginnings of our knowable universe! It seems equally clear that all heavier nuclei are now much too abundant to be understood in this way, so it is gratifying that the globular clusters, which may have been the first massive objects to condense during the expansion [23], are so very underabundant in heavy elements.

The correctness of these ideas are difficult to check because the concentrations of D, ^{3}He, ^{4}He, and ^{7}Li cannot be measured directly in the surfaces of the oldest mainsequence stars. The concentrations of D and ^{7}Li are too small whereas the surface temperatures are too cool to excite lines of helium. The helium situation is more promising in evolved Population II stars, however. Computations of the pulsation of RR Lyrae stars by CHRISTY [24] and of evolutionary tracks of stars in the HR diagram by FAULKNER and IBEN [25] suggest vary strongly that even very old horizontal-branch stars of the halo Population II have a He/H ratio near $^1/_{10}$ by number (a helium mass fraction $Y = 0.27$). Inasmuch as the ^{4}He production in the simplest big bangs is very near the value $Y = 0.27$ for the observed properties of the universe, these results lend support to the big-bang model. On the other hand, the startling observations of SARGENT and SEARLE [26] and J. GREENSTEIN and MUNCH [27] show an abnormally low helium abundance in the old horizontal branch B stars, whereas younger stars of the same type show normal helium abundance. This evidence suggests that helium has also been synthesized largely within the interiors of stars of starlike objects and that the simplest big bang is not correct. However, G. GREENSTEIN, TRURAN and CAMERON [28] point out that the horizontal branch B stars are the only general class of star in which it can be expected that helium will gravitationally settle out of the photosphere. Astronomy can therefore not yet claim to have settled this question which is so important for the nuclear origin of helium and the general understanding of the universe. It is also apparent that one must interpret the small values of He/H inferred from solar cosmic rays and from the solar wind with caution, because it seems quite impossible that the sun should have *less helium* than the oldest stars. The resolution of this helium mystery is perhaps the most important problem in astronomy today.

If the universal concentration of helium was in fact low when the first stars formed, we may be forced to abandon big-bang cosmology unless one of the following statements [19, 29] is true:

(1) The correct theory of gravitation is not general relativity. The most investigated alternative is the scalar-tensor theory, which can yield small helium production [29].

(2) The universe was highly anisotropic in the past. The large anisotropy required to reduce the helium to a low level is probably excluded by the isotropy of the 3 °K radiation [30].

(3) Most of the mass of the universe was not in the form of known particles during element building.

(4) The universe contains degenerate neutrinos.

There is yet another intriguing aspect of the mystery. The observed average density of helium in the universe is about 10^{-31} gmcm^{-3}. If that density is the result not of a big bang but rather of the fusion of hydrogen to helium in stars at an energy release of 6×10^{18} erggm^{-1}, the universe must contain 6×10^{-13} ergcm^{-3} of radiant energy density. Such an average energy density of starlight is not observed in the night sky, but if

physical processes of absorption and reemission [31] have thermalized that energy density the resulting photon temperature would be 3 °K. Is it a curious accident that the observed microwave background has a temperature of 3 °K? Supporters of a big-bang origin for helium must answer "yes", because the energy released from the big-bang formation of helium is completely lost today. In the big-bang model the density of helium decreases as R^{-3} as the scale factor $R(t)$ of the universe increases, whereas the thermal photon temperature decreases as R^{-1}; thus the accidental equality mentioned above must from that point of view, be regarded as a truth of the present epoch only [32].

If the galaxy formed with a small mass fraction for helium ($Y \approx 0$), it follows that the galactic luminosity must have been much larger in its early years than today, because the present galactic luminosity converts only 3 to 5% of hydrogen to helium in 10^{10} years. Ordinary stars do not easily provide the required early galactic fusion, and it may well be that supermassive stars [32], formed in association with the galactic disk, are responsible. In their explosions from high density (little bangs) the density is higher for a given temperature than in the expansion of the universe and the expansion is faster. About 40% of the mass expanded from temperatures in excess of 20×10^9 °K will appear as helium. This phase of high galactic luminosity might be manifest as the quasi-stellar objects (provided they are not local).

In awarding the 1967 Nobel Prize in physics to HANS BETHE, the Swedish Academy of Science cited especially BETHE's discovery [33] of the reaction cycles capable of fusing hydrogen into helium in the interiors of stars. His work successfully developed the details of the general ideas described in 1929 by ATKINSON and HOUTERMANS [34] following GAMOW's [35] discovery of the role of quantum penetration of coulomb barriers. Even if helium is primarily a remnant of the cosmic fireball, the proton-proton chains and the CN cycle [36] nonetheless provide the internal power for the main-sequence stars, and will, as a consequence, necessarily convert at least several percent of the galactic mass of hydrogen into helium. At the conclusion of World War II, C. C. LAURITSEN and W. A. FOWLER of the California Institute of Technology decided that a substantial portion of the effort of their nuclear laboratory would be directed toward the investigation of the nuclear details suggested by BETHE's work. Many individuals and laboratories have followed their lead, with the result that the hydrogen burning cycles are today the most thoroughly studied area of laboratory nuclear astrophysics [37, 38]. The required experiments have involved long hours of particle bombardment at low energies. The cross sections are among the smallest that have been measured in the nuclear laboratory, requiring painstaking attention to properties of beam, target, and background counts. Even so the results have to be extrapolated to the even lower energies at which the reactions should occur in the thermal environment of the stellar interior. Two very profound tests of this cornerstone of astrophysical theory have been devised, and I would like to review them now.

In 1958 FOWLER [39] described the possibility of detecting the neutrinos emitted by the decay of B^8 in the center of the sun. Their very weak interaction with matter allows the neutrinos to emerge directly from the solar center but, by the same token, prevents them from being easily detected. The unique opportunity to test the theory results from the fact that there is no other known technique for viewing the center of a star. If the details of the nuclear reactions are correctly known, and if the theory of stellar structure is correct, the flux of B^8 neutrinos can be calculated. As early as 1955 DAVIS [40] had studied the $^{37}Cl\ (\nu, e^-)\ ^{37}A$ reaction capable of detecting these neutrinos, and aided by BAHCALL's [41] theoretical study of the neutrino-absorbing reaction, DAVIS undertook the observation. His results [42] obtained at the Brookhaven Solar Neutrino Observatory deep in the Homestake Mine of South Dakota indicate that the average ^{37}Cl nucleus is absorbing neutrinos at a rate less than or equal to 3×10^{-36} sec^{-1}, which is about a factor of two less than the most probable estimates derived from nuclear physics and stellar structure [43]. At the present time it is unclear whether DAVIS' upper limit will become, with further counting, an actual measurement or whether it will remain an upper limit. Because total uncertainties of a factor of two yet remain in the calculated value, furthermore, it is too early to tell if a real discrepancy exists, but the future of this research program will be followed with cautious excitement. The helium puzzle rears its head again, because if the details of the nuclear physics and of the theory of stellar structure are correct, the B^8 neutrino flux becomes a measure of the initial helium content of the sun. If DAVIS' limit is taken to be an actual measurement the inferred value of the helium mass fraction would be $Y = 0.16$, which is near the values inferred from the solar wind and from the solar cosmic rays.

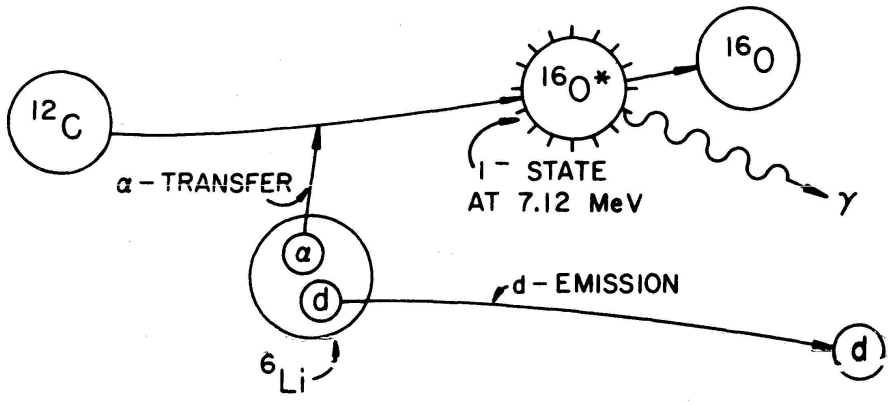
Solar neutrino astronomy [42] has already demonstrated that less than 9% of the sun's power is provided by the carbon-nitrogen cycle:

$$^{12}C\,(p, \gamma)\,^{13}N\,(e^+ \nu)\,^{13}C$$
$$^{13}C\,(p, \gamma)\,^{14}N$$
$$^{14}N\,(p, \gamma)\,^{15}O\,(e^+ \nu)\,^{15}N$$
$$^{15}N\,(p, \alpha)\,^{12}C$$

It is believed [36], however, that this cycle, in which the carbon and nitrogen isotopes play the role of nuclear catalyst for an overall process in which $4\ ^1H \rightarrow\ ^4He + 2\ e^+ + 2\ \nu$, is the dominant power source for main-sequence stars whose masses exceed about 1.5 solar masses. The thermonuclear rates of these proton induced reactions have been the object of large numbers of investigations [37], and it now appears that their rates are known with sufficient accuracy for astrophysical needs. The stars shining on this source of power are too distant to affect the neutrino astronomy experiment, so the confirmation of our understanding of this cycle has been provided by the abundance ratios produced by it. Although the total number of CN isotopes is unaltered by the cycle, their relative abundances are redistributed in proportion to their lifetimes against nuclear interactions with the free protons in the stellar interior. The life-

times measured in the laboratory are such that the catalysts are driven to abundance ratios near $C/N = {}^1/_{100}$ and $^{13}C/^{12}C = {}^1/_4$. Both ratios are, of course, quite different from the solar values $C/N = 5.5$ and $^{13}C/^{12}C = {}^1/_{90}$ [44], which are regarded to be a superposition of all of the nuclear processes that have contributed to nucleosynthesis. It is not possible to isolate a pure sample of the CN cycle, because it occurs in the central portions of stars. Highly evolved stars, however, have in many cases mixed material from their interiors to their surfaces, in which case the surface abundance ratios should be equal to those obtainable by diluting the CN-cycle ratios with varying amounts of the surface CN nuclei, primarily ^{12}C. On this basis one expects variable abundance ratios which have, however, the values $^{13}C/^{12}C \approx {}^1/_4$ and $N/C \approx 100$ as upper limits. This is exactly what is observed. Carbon is one of the few elements whose isotope ratio can be measured in stars, in this case by the spectra of the molecule C_2 which forms in cool stellar surfaces. The different reduced mass of those molecules containing one ^{13}C nucleus results in a shifted wavelength of the molecule's absorption lines. The observed abundance ratios [45] are found to be variable, but the largest observed values are near $^{13}C/^{12}C = {}^1/_4$. Nitrogen rich stars have also been found [46, 47]. Because the CN cycle is the only known thermonuclear situation capable of producing a large overabundance of nitrogen relative to carbon, the large value of N/C observed in these stars is convincing evidence of our understanding of the CN cycle.

The fact that ^{16}O and ^{12}C are the next most important species after H and ^4He has long been believed [36] to be related to the fact that the fusion of ^4He, which is the thermonuclear epoch to be expected following the exhaustion of hydrogen during hydrogen burning has those two nuclei as its major products. SALPETER [48] showed in 1952 that the burning process would be initiated by the buildup in the gas of a small equilibrium concentration of unstable ^8Be, but it is only recently that STAUB and coworkers [49] have been able to clarify the nuclear parameters with a direct measurement of the properties of ^8Be by the low-energy scattering of alpha particles on helium. The capture of a third alpha particle by ^8Be forms ^{12}C, although some moderate uncertainty in the rate of that process remains. Another sophisticated experiment has been performed recently to obtain the rate of the subsequent $^{12}C(\alpha, \gamma)\,^{16}O$ reaction, which is presumeably responsible for the large ^{16}O abundance. The rate of this reaction at low energies has never been directly measurable because, surprisingly enough, it depends upon the reduced alpha-particle width of a state in ^{16}O that is stable against breakup into $^{12}C + {}^4He$. Thus $^{12}C + {}^4He$ has, even at zero kinetic energy, more energy than the relevant state of ^{16}O. LOEBENSTEIN *et al.* [50] have been able to simulate that reaction by the direct transfer of an alpha particle from the ^6Li nucleus into a ^{12}C nucleus. The reaction mechanism is illustrated in figure 2. The binding energy of the alpha particle to the deuteron in ^6Li affects the energetics in such a way that the desired state of ^{16}O can be formed. The net result is that the rates of the helium burning reactions



SIMULATION OF $^{12}C(\alpha)^{16}O^*(\gamma)^{16}O$ BY $^6Li(^{12}C,d)^{16}O^*(\gamma)^{16}O$

COMPLICATION: INTERFERENCE WITH COMPOUND NUCLEUS FORMATION

RESULT: $\theta^2_\alpha = 0.085 \pm 0.04$, LOEBENSTEIN, ET.AL, NUCL. PHYS. A91,481(1967)

Figure 2

Schematic of a reaction mechanism capable of adding an alpha particle to ^{12}C to produce directly a state $^{16*}O$ having less mass than $^{12}C + {}^4He$. This ingenious experiment [50] has improved our nuclear knowledge of nucleosynthesis in helium burning. It is typical of the care with which the nuclear details are being explored in the attempt to obtain the facts needed for nuclear astrophysics

are now known with sufficient accuracy that we know that the fusion of helium in stars will in fact result in comparable yields of ^{12}C and ^{16}O. Nature seems to concur, on the average, with that conclusion, but the cool carbon stars present convincing evidence that this ratio has been somewhat variable [51]. After the formation of CO, one finds oxide bands such as TiO and ZrO if $O/C > 1$, whereas one finds carbide bands such as CH and CN if $O/C < 1$. The ratio O/C formed in the stellar interior increases somewhat with the stellar mass, so this variability is not surprising; indeed, the variability of the observed ratios lends support to the hypothesis of stellar nucleosynthesis.

Although hydrogen burning and helium burning support most of the lifetimes of the stars, it is the later thermonuclear epochs that are responsible for most of the element synthesis. Carbon burning is the next to occur. Recent measurements by PATTERSON, WINKLER, and ZAIDINS [52] have greatly improved our knowledge of the rates of the reactions

$$\begin{aligned} {}^{12}C + {}^{12}C &\rightarrow {}^{20}Ne + {}^4He \\ &\rightarrow {}^{23}Na + p \\ &\rightarrow {}^{23}Mg + n \\ &\rightarrow {}^{24}Mg + \gamma \end{aligned}$$

which initiate carbon burning. To understand the composition of the final products, however, one must include the reactions of p, n, α, and γ

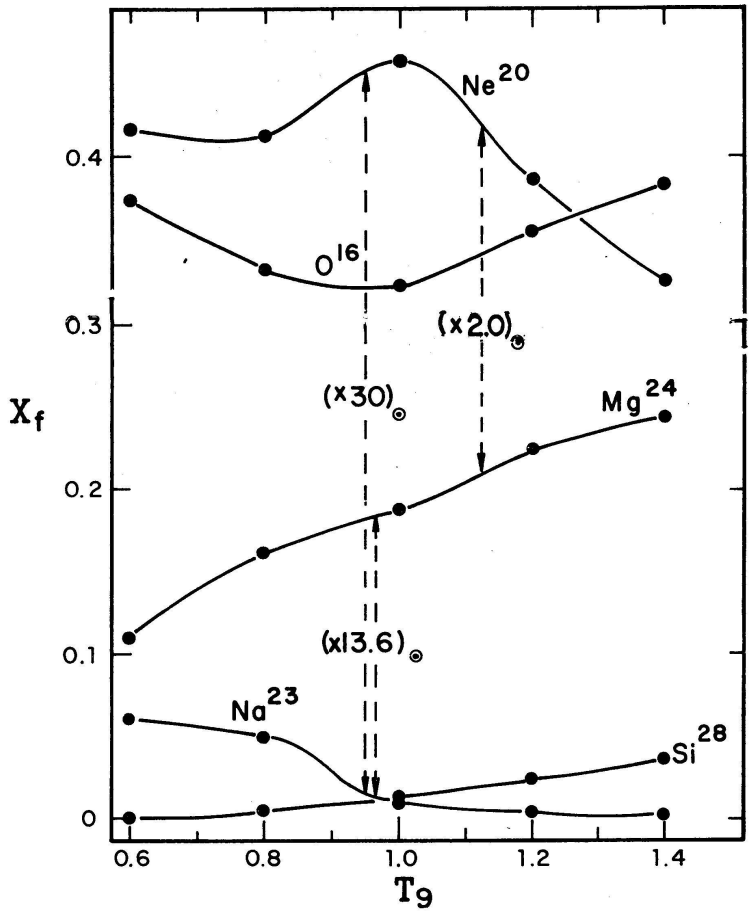


Figure 3

The final fraction by mass of the most abundant species produced by carbon burning at constant temperature as a function of temperature, which is expressed in billions of degrees [53]. The abundance ratios observed in the solar system are indicated by dashed arrows at the temperature where that ratio is obtained. It sems clear that ^{20}Ne, ^{24}Mg, and ^{23}Na are the result of carbon burning near 10^9 °K. The composition was initially half oxygen and half carbon

with each constituent of the gas. The rates of most of these reactions are known with limited accuracy, but ARNETT and TRURAN [53] have numerically computed the results of this network of reactions and their results are striking. Figure 3 shows the final abundances as a function of burning temperature for an initial composition containing equal amounts of ^{12}C and ^{16}O. The major species produced are ^{20}Ne, ^{24}Mg, and ^{23}Na. Near 1.0×10^9 °K, moreover, which is the expected carbon burning temperature in stars, they are produced in relative amounts almost exactly equal to their relative proportions in the solar system. There can really be little reasonable doubt that carbon burning has been the primary source of these three nuclei. The situation is even more dramatic if one considers carbon heated quickly to high temperature followed by a rapid expansion and cooling, such as might occur in a supernova envelope heated by a

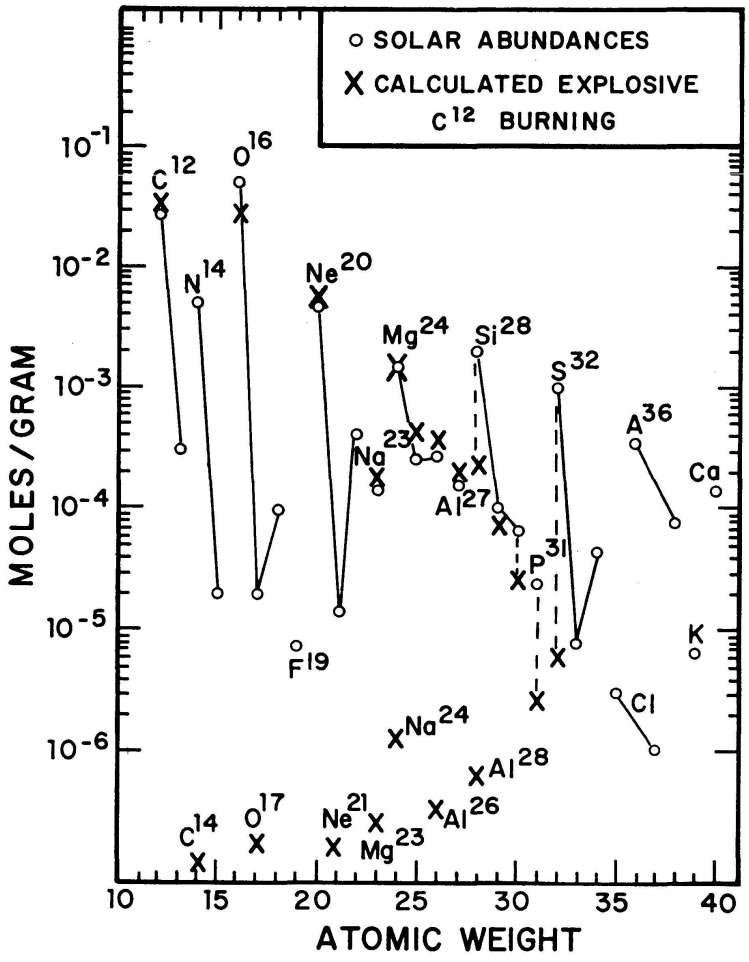


Figure 4

Abundance products of the explosive partial burning of carbon. After being quickly heated to $T_9 = 1.8$ the gas is expanded and cooled to $T_9 = 0.5$ in 1.25 sec, during which time 22% of the ^{12}C has been burned. The calculated abundances bear dramatic similarity to the solar abundances [unpublished calculation by W. D. ARNETT]

compressional wave [54] or in explosive ignition [55] of carbon. In the example shown in figure 4, the nuclei ^{12}C, ^{16}O, ^{20}Ne, ^{23}Na, ^{24}Mg, ^{25}Mg, ^{26}Mg, ^{27}Al and ^{29}Si each have final values near the solar abundances.

When ^{28}Si, which is the major nuclear species remaining after oxygen burning, is heated to temperatures above 3×10^9 °K, a free bath of alpha particles is established such that capture reactions come into equilibrium with the reverse photodisintegration reactions [56]:

$$^{28}Si + {}^4He \Leftrightarrow {}^{32}S + \gamma$$
$$^{32}S + {}^4He \Leftrightarrow {}^{36}A + \gamma$$
etc.

The nuclei heavier than ^{28}Si come into equilibrium with ^{28}Si and the free densities of p, n, and α. In these circumstances the abundances are easily calculable, and, as shown in figure 5, the quasiequilibrium abun-

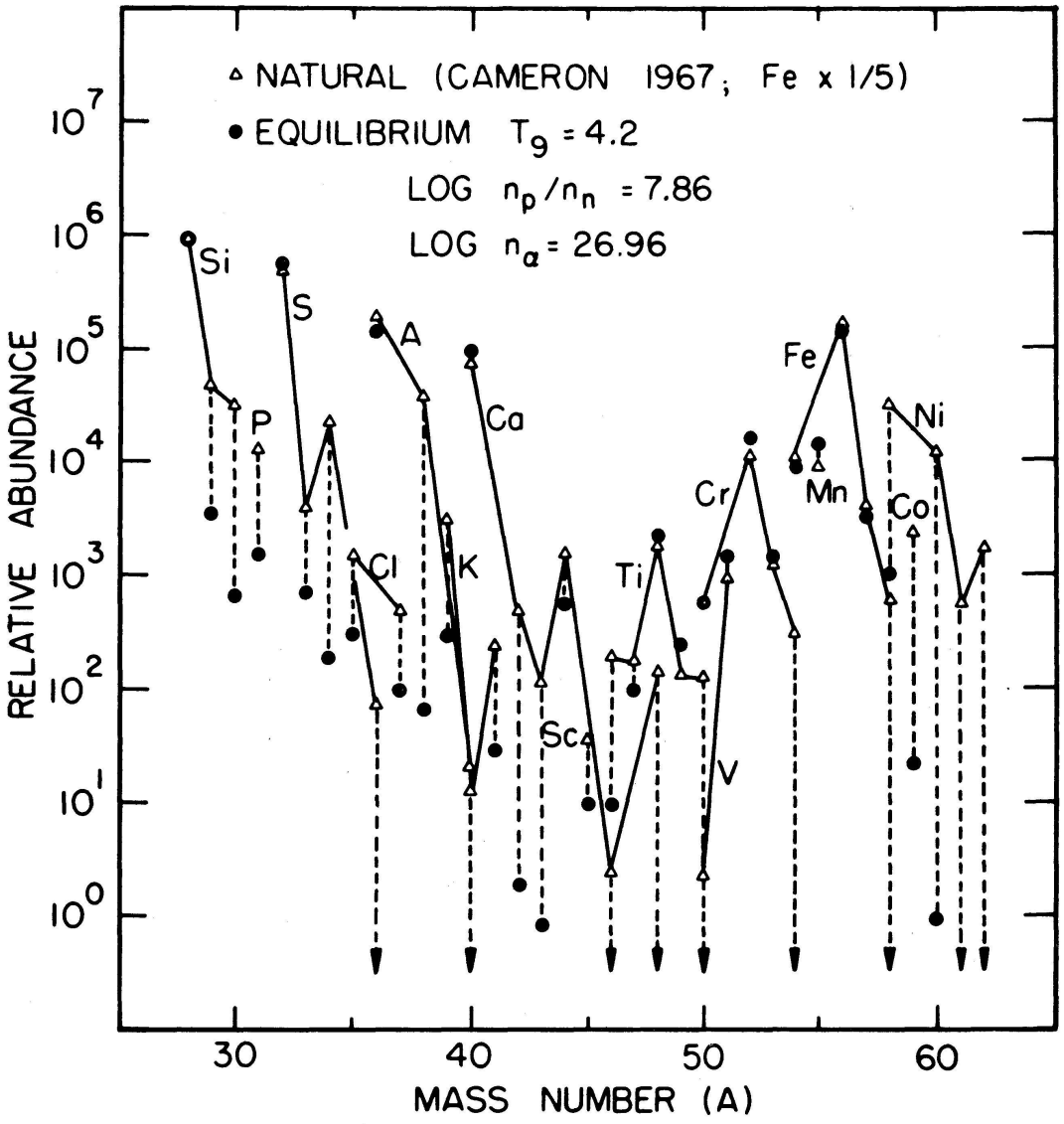


Figure 5

Comparison of the solar abundances, shown as triangles, with the abundances of nuclei in equilibrium with ^{28}Si, shown as solid circles. The good agreement for the most abundant species suggests that the silicon quasiequilibrium [56, 57] is largely responsible for nucleosynthesis in the range $28 \leq A \leq 57$

dances of the $A = 4n$ nuclei and of the iron-peak nuclei dramatically reproduce the solar abundances. We have concluded [57], therefore, that silicon burning is primarily responsible for nucleosynthesis between $A = 28$ and $A = 57$. This conclusion will, moreover, be subject to a direct observational check [58]. The natural abundances of ^{56}Fe, ^{52}Cr, ^{48}Ti and ^{44}Ca shown in figure 5 are compared with the abundances of radioactive ^{56}Ni, ^{52}Fe, ^{48}Cr, and ^{44}Ti established in the equilibrium. After expulsion from the supernova, these radioactive species decay to the stable daughters and in doing so emit characteristic lime gamma rays

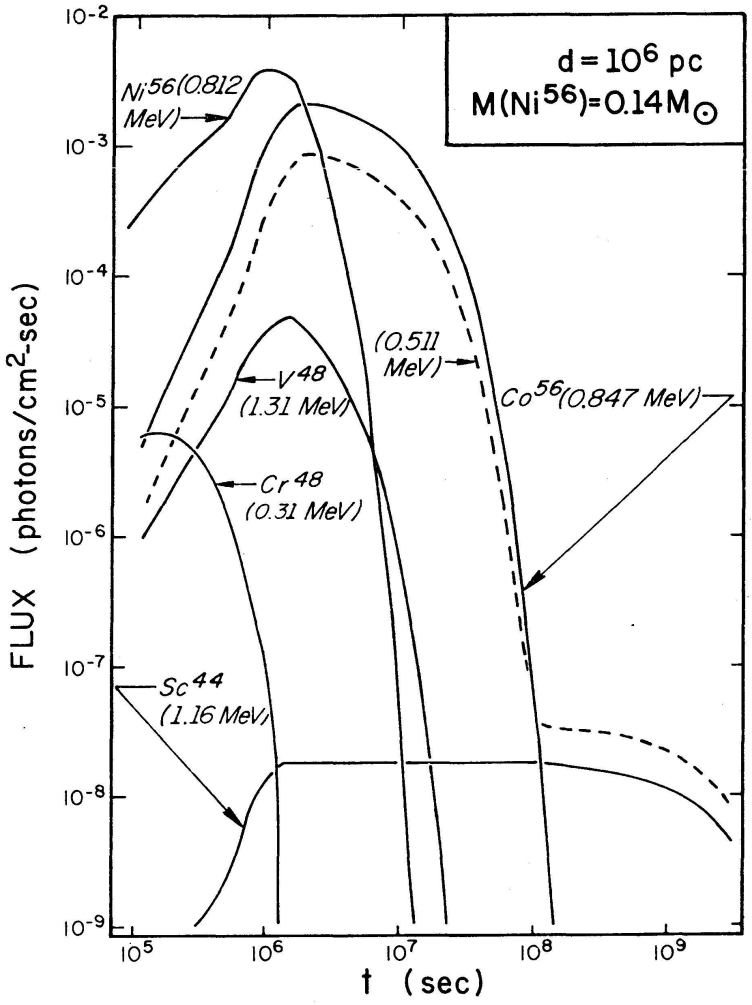


Figure 6

The gamma-ray line fluxes as a function of time from a hypothetical supernova at a distance of 10^6 parsec [58]. It has been assumed that about ½ of a solar mass of silicon-quasiequilibrium material has been ejected. The prospect of detecting these lines from an earth satellite are very good

that may be detected in young supernova remnants. Figure 6 shows the fluxes at earth as a function of time from a hypothetical supernova which has exploded at the considerable distance of 10^6 parsec (3×10^6 light years). Such events are expected to be observable from gamma-ray telescopes in earth satellites [58], and their direct observation will be a clear confirmation of nuclear events within stars. Successful detection of such radioactivity rivals the solar neutrino experiment in profundity of implications, and we hopefully await the chance to make the observation.

I should not conclude this summary paper without a few words concerning the synthesis of the elements more massive than iron, for it is a subject on which I have worked continuously for the past 10 years. The primary mechanism for this synthesis is the capture of free neutrons

[59] which are not hindered by a large coulomb barrier in their interaction with nuclei of large atomic number. The process of slow neutron capture [60] has been especially successful as a quantitative theory. The abundances produced by this *s-process* capture chain are, because of the simple sequential chain of captures, inversely proportional to the thermal averages of the neutron-capture cross sections of the nuclei along the chain. MACKLIN and GIBBONS at the Oak Ridge National Laboratory are making a systematic study of the quantitative success of this theory and they have recently [61] summarized the situation. The degree of success is best illustrated by two isotopes of samarium, ^{148}Sm and ^{150}Sm. The measured values for the products of the abundance and the neutron-capture cross section are

$$\frac{N(^{148}Sm)}{N(^{150}Sm)}\,\frac{\sigma(^{148}Sm)}{\sigma(^{150}Sm)} = 0.98 \pm 0.06$$

which is dramatically near the expected equality. I was enabled by the success of this theory to invent a technique [62] for measuring the time when nucleosynthesis occurred. By a situation exactly analogous to the samarium isotopes it happens that about 60% of the abundance of ^{187}Os has been due to the decay of ^{187}Re *before the formation of the solar system*, and an even more accurate measure will be available when the separated samples of ^{186}Os and ^{187}Os have been accumulated in quantities suitable for measurement of their neutron-capture cross sections. This measurement, which is of great cosmological importance, would have been of little significance without your work here [63, 64] on the ^{187}Os/^{187}Re isochrones of the iron meteorites, on the half-life of ^{187}Re, and on the near constancy of the Re/Os abundance ratio. I know of no finer example of the profound influence of cosmochemistry on cosmology.

It is an exciting time for nuclear astrophysics and cosmology. Almost all of the results I have described today are quite recent ones, and I have had to omit reference to as many more. In closing I would only cite the extinct radioactivities ^{129}I and ^{244}Pu, whose complicated trail is now so actively pursued in meteorites [65], and the transuranic charges discovered by FOWLER [66] in the cosmic rays. The existence of heavy radioactive nuclei in substantial numbers is our surest proof that the chemical elements have not been a permanent part of the universe. The quantitative success of our theory leaves little doubt that the elements have had a primarily thermonuclear origin. The question is *where* and *when*.

I would like to thank the Schweizerische Naturforschende Gesellschaft for the invitation to present this paper. Thanks also are due Professor W. A. FOWLER for his helpful advice on its subject matter and Professor FRED HOYLE and the Institute of Theoretical Astronomy, Cambridge, for their hospitality while this paper was written. The work was supported in part by the Air Force Office of Scientific Research under AFOSR-68-1363 and in part by the National Science Foundation under GP-8174.

REFERENCES

1 GOLDBERG, L., MUELLER, E. A., and ALLER, L. H.: Astrophys.J., Suppl. *5*, 1; 1960.

2 MUELLER, E. A., and MUTSCHLECNER, J. P.: Astrophys.J.Suppl. *9*, 1; 1960.

3 ALLER, L. H., O'MARA, J. B., and LITTLE, S.: Proc.Nat.Acad.Sci. *51*, 1238; 1960.

4 ALLER, L. H.: Advances in Astronomy and Astrophysics. Z.Kopal (ed.) *3*, 1; 1965.

5 LAMBERT, D. L., and WARNER, B.: Mon.Not.Roy.Ast.Soc. *138*, 181; 1968. Ibid. *138*, 213.

6 BISWAS, S., FICHTEL, C. E., and GUSS, D. E.: Phys.Rev. *128*, 2756; 1962. BISWAS, S., FICHTEL, C. E., GUSS, D. E., and WADDINGTON, C. J.: J.Geophys.Res. *68*, 3109; 1963. BISWAS, S., and FICHTEL, C. E.: Astrophys.J. *134*, 941; 1964. LAMBERT, D. L.: Nature *215*, 43; 1967. But see also BAHCALL, J. N., and SHAVIV, G.: Astrophys.J. *153*, 113; 1968, who deduce a larger value of He/H by the same procedure.

7 BAME, S. J., HUNDHAUSEN, O. J., OSBRIDGE, J. R., and STRONG, I. B.: Phys.Rev. Letters *20*, 393; 1968.

8 POTTASCH, S. R.: Mon.Not.Roy.Ast.Soc. *125*, 543; 1963. Ibid. *128*, 73; 1964. Ann.d'Astrophys. *27*, 163; 1964. Bull.Astr.Inst.Netherlands *19*, 113; 1967.

9 JORDAN, C.: Mon.Not.Roy.Ast.Soc. *132*, 463; 1966. Ibid. *132*, 515; 1966.

10 CAMERON, A. G. W.: Astrophys. Letters *1*, 35; 1967.

11 LAMBERT, D. L.: Astrophys. Letters *2*, 37; 1968.

12 SUESS, H. E., and UREY, H. C.: Rev.Mod.Phys. *28*, 53; 1956.

13 UREY, H. C.: Rev.Geophys. *2*, 1; 1964. CRAIG, H., in: Isotopic and Cosmic Chemistry. CRAIG, H., MILLER, S. L., and WASSERBURG, G. J. (ed.), North-Holland Publ. Co., Amsterdam 1964. GREENLAND, L., and LOVERING, J. F.: Geochim. Cosmochim. Acta *29*, 821; 1965.

14 UREY, H. C., and ARNOLD, J. R.: On the abundance differences between the corona and the photosphere (preprint).

15 WALLERSTEIN, G., GREENSTEIN, J. L., PARKER, R. A. R., HELFER, H. L., and ALLER, L. H.: Astrophys.J. *137*, 280; 1963. PAGEL, B. E. J.: Roy.Obs.Bull. 87; 1964. WOLFF, S. C., and WALLERSTEIN, G.: Astrophys.J. *150*, 257; 1967.

16 PENZIAS, A. A., and WILSON, R. W.: Astrophys.J. *142*, 419; 1965.

17 HOYLE, F., and TAYLOR, R. J.: Nature *203*, 1108; 1964.

18 PEEBLES, P. J. E.: Astrophys.J. *146*, 542; 1966.

19 WAGONER, R. V.: Science *155*, 1369; 1967. WAGONER, R. V., FOWLER, W. A., and HOYLE, F.: Astrophys.J. *148*, 3; 1967.

20 SANDAGE, A.: Astrophys.J. *133*, 355; 1961.

21 OORT, J. H., in: La Structure et l'évolution de l'universe. Stoops, Brussels 1958. VAN DEN BERGH, S.: Z.Astrophys. *53*, 219; 1961.

22 See for instance BONDI, H.: Cosmology. Cambridge University Press, Cambridge 1961.

23 PEEBLES, P. J. E., and DICKE, R. H.: Origin of Globular Star Clusters. Astrophys.J. (to be published).

24 CHRISTY, R. F.: Astrophys.J. *144*, 108; 1966.

25 FAULKNER, J., and IBEN, I., Jr.: Astrophys.J. *144*, 995; 1966. IBEN, I., Jr., and FAULKNER, J.: Astrophys.J. *153*, 101; 1968.

26 SARGENT, W. L. W., and SEARLE, L.: Astrophys.J. *145*, 652; 1966.

27 GREENSTEIN, J. L., and MÜNCH, G.: Astrophys.J. *146*, 618; 1966.

28 GREENSTEIN, G. S., TRURAN, J. W., and CAMERON, A. G. W.: Nature *213*, 871; 1967.

29 DICKE, R. H.: Astrophys.J. *152*, 1; 1968.

30 PARTRIDGE, R. B., and WILKINSON, D. T.: Phys.Rev.Letters *18*, 557; 1967.

31 HOYLE, F., WICKRAMASINGHE, N. E., and REDDISH, V. C.: Nature *218*, 1124; 1968.

32 FOWLER, W. A.: Nucleosynthesis in Big and Little Bangs, in: High energy physics and nuclear structure. North-Holland Publ. Co., Amsterdam 1967.
33 BETHE, H. A.: Phys.Rev. *55*, 434; 1939.
34 ATKINSON, R. D'E., and HOUTERMANS, F. G.: Z.Phys. *54*, 656; 1929. See also GAMOW, G.: My early memories of Fritz Houtermans, in: Earth science and meteoritics. GEISS, J., and GOLDBERG, E. D. (ed.), North-Holland Publ. Co., Amsterdam 1963.
35 GAMOW, G.: Z.Phys. *52*, 510; 1928.
36 CLAYTON, D. D.: Principles of stellar evolution and nucleosynthesis, McGraw-Hill Book Co., New York 1968, provides a systematic account of the thermonuclear epochs encountered in the evolution of the stellar interior.
37 CAUGHLAN, G. R., and FOWLER, W. A.: Astrophys.J. *136*, 453; 1962.
38 TOMBRELLO, T. A.: Astrophysical Problems, in: Nuclear research with low-energy accelerators. MARION, J. B., and VAN PATTER, D. M. (ed.), Academic Press, New York 1967.
39 FOWLER, W. A.: Astrophys.J. *127*, 551; 1958.
40 DAVIS, R., Jr.: Phys.Rev. *97*, 766; 1955.
41 BAHCALL, J. N.: Phys.Rev. *135*, B137; 1964.
42 DAVIS, R., Jr., HARMER, D. S., and HOFFMAN, K. C.: Phys. Rev. Letters *20*, 1209; 1968.
43 BAHCALL, J. N., BAHCALL, N. A., and SHAVIV, G.: Phys.Rev.Letters *20*, 1205; 1968. BAHCALL, J. N., and SHAVIV, G.: Astrophys.J. *153*, 113; 1968.
44 CAMERON, A. G. W.: A new table of abundances of the elements in the solar system, in: Proceedings of the International Association of Geochemistry and Cosmochemistry, Paris, 8–11 May 1967 (to be published), provides an excellent modern summary of solar abundances.
45 MCKELLAR, A., in: Stellar atmospheres. GREENSTEIN, J. L. (ed.), University of Chicago Press, Chicago 1960, pp. 569–584.
46 BIDELMAN, W. P.: Astrophys.J. *117*, 25; 1953.
47 WALLERSTEIN, G., GREENE, T. F., and TOMLEY, L. J.: Astrophys.J. *150*, 245; 1967.
48 SALPETER, E. E.: Astrophys.J. *115*, 326; 1952.
49 REICHART, W., STAUB, H. H., STUESSI, H., and ZAMBONI, F.: Phys. Letters *20*, 40; 1966. BENN, J., DALLY, E. B., MULLER, H. H., PIXLEY, R. E., STAUB, H. H., and WINKLER, H.: Phys. Letters *20*, 43; 1966.
50 LOEBENSTEIN, H. M., MINGAY, D. W., WINKLER, H., and ZAIDINS, C. S.: Nucl. Phys. *A91*, 481; 1967.
51 WALLERSTEIN, G. W.: Astronomical evidence for nucleosynthesis in stars, an expanded preprint of an invited paper presented at the 1968 Seattle meeting of the American Physical Society. This paper provides a very interesting account of many lines of evidence.
52 PATTERSON, J. R., WINKLER, H. C., and ZAIDINS, C. S.: Astrophys.J. (to be published).
53 ARNETT, W. D., and TRURAN, J. W.: Astrophys.J. (to be published).
54 COLGATE, S. A., and WHITE, R. H.: Astrophys.J. *143*, 626; 1966.
55 ARNETT, W. D.: Nature *219*, 1344; 1968.
56 BODANSKY, D., CLAYTON, D. D., and FOWLER, W. A.: Astrophys.J.Suppl., 148; 1968.
57 BODANSKY, D., CLAYTON, D. D., and FOWLER, W. A.: Phys.Rev.Letters *20*, 161; 1968.
58 CLAYTON, D. D., COLGATE, S. A., and FISHMAN, G. J.: Nuclear gamma rays from young supernova remnents. Astrophys.J. (to be published).

59 BURBIDGE, E. M., BURBIDGE, G. R., FOWLER, W. A., and HOYLE, F.: Rev. Mod. Phys. *29*, 547; 1957.
60 CLAYTON, D. D., FOWLER, W. A., HULL, T. E., and ZIMMERMANN, B.A.: Ann. Phys. *12*, 331; 1961.
61 MACKLIN, R. L., and GIBBONS, J. H.: Astrophys.J. *149*, 577; 1967.
62 CLAYTON, D. D.: Astrophys.J. *139*, 637; 1964.
63 HERR, W., HOFFMEISTER, W., and LANGHOFF, J.: Naturforschg. *13a*, 231; 1958.
64 HIRT, B., TILTON, G. R., HERR, W., and HOFFMEISTER, W., in: Earth science and meteoritics. GEISS, J., and GOLDBERG, E. D. (ed.), North-Holland Publ. Co., Amsterdam 1963, pp. 273–280.
65 A good review may be found by REYNOLDS, J. H., in: Ann. Rev. Nucl. Sci. SEGRÉ, E. (ed.), Vol. 17, Annual Reviews Inc., Palo Alto 1967.
66 FOWLER, P. H., ADAMS, R. A. COWEN, V. G., and KIDD, J. M.: Proc. Roy. Soc. *A301*, 39; 1967. Private communication of results yet to be published.

Evolution kosmischer Materie

A. UNSÖLD

Die kosmische Materie ist zum grössten Teil in Sternen zusammengeballt, deren Massen etwa zwischen 50 und 0,1 Sonnenmassen liegen. Nur ein kleiner Bruchteil erfüllt als *interstellare Materie* den Raum zwischen den Sternen.

1. *Energieerzeugung der Sterne*

Die Sonne und die Sterne leuchten, weil in ihrem Inneren bei enormen Temperaturen und Drucken Energie durch *Kern*prozesse erzeugt wird.

Die Energieerzeugung beginnt bei etwa 10^7 °K mit der «Verbrennung» – wie man sagt – von Wasserstoff in Helium, zuerst durch den Fusionsprozess und bei etwas höheren Temperaturen vorwiegend durch den CNO-Zyklus. Die Atomkerne von Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff dienen bei diesem Prozess sozusagen nur als Katalysatoren. Ihr Mengen*verhältnis* allerdings stellt sich wie in einem radioaktiven Gleichgewicht ein, und zwar so, dass bei allen in Fragen kommenden Temperaturen ($\sim 10^7$ bis 10^8 °K) der Stickstoff ^{14}N bei weitem überwiegt und das Häufigkeitsverhältnis der Kohlenstoffisotope $^{12}C : {}^{13}C \approx 4$ wird, während es auf der Erde, in Meteoriten und (wie wir seit neustem wissen) auf der Sonne ~ 100 beträgt.

Oberhalb $\sim 10^8$ °K wird dann nach dem Schema $4\ {}^4He \rightarrow {}^{12}C$ das Helium zu Kohlenstoff verbrannt. Bei höheren Temperaturen können noch etwas schwerere Kerne gebildet werden. Die Entstehung der bei uns besonders häufigen Eisengruppe beschreibt man besser nicht durch Angabe der einzelnen Kernreaktionen, sondern als eingefrorenes thermodynamisches Gleichgewicht. Um die terrestrische Häufigkeitsverteilung der Gruppe V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni nach diesem «*e*(quilibrium)-Prozess» zu erklären, muss man eine Temperatur von $\sim 4 \cdot 10^9$ °K und ein Protonen : Neutronen-Verhältnis von ~ 300 annehmen.

Die noch schwereren Atomkerne sind nur für Neutronen angreifbar. Dabei muss man noch unterscheiden, ob die Neutronenanlagerung (an leichte oder Fe-Elemente) langsam oder rasch verläuft im Verhältnis zu den konkurrierenden β-Zerfällen; so spricht man von dem *s*(low)- bzw. *r*(apid)-Prozess.

2. *Entwicklung und Alter der Sterne*

Die mit der geschilderten Folge von Kernprozessen verknüpfte *Entwicklung der Sterne* veranschaulichen wir am besten in dem bekannten *Hertzsprung-Russell-(H. R.-)Diagramm* oder dem äquivalenten *Farbenhelligkeitsdiagramm.* Als Ordinaten sind aufgetragen die absoluten Helligkeiten M oder die Leuchtkräfte L der Sterne. (Die absolute Helligkeit der Sonne ist z.B. [visuell] $M_v = +4{,}79$; ihre Leuchtkraft L – entsprechend der Ausstrahlung von $3{,}90 \cdot 10^{33}$ erg/sec – benutzt man gewöhnlich als Einheit.) Als Abszisse nimmt man den Spektraltyp *Sp* oder den Farbindex *B-V*, d.h. die Differenz der Magnitudines im *B*lauen und *V*isuellen Spektralbereich.

Nachdem ein Protostern sich aus interstellarer Materie durch Kontraktion verhältnismässig rasch gebildet hat, steigt seine Zentraltemperatur, bis das *Wasserstoffbrennen* zündet. In diesem Zustand bleibt der Stern auf der *Hauptsequenz* des H.R.-Diagramms, und zwar so lange, bis er einen merklichen Bruchteil seines Wasserstoffs im Innern zu Helium verbrannt hat. Dann wandert die Brennzone nach aussen, darunter beginnt das Heliumbrennen. Der Stern bläht sich auf und wandert als *roter Riesenstern* im H.R.-Diagramm nach rechts oben. Von hier begibt er sich – dies sei ohne Details kurz festgehalten – auf dem Horizontalast nach links (z.T. mit komplizierten Um- bzw. Hin- und Herwegen). Manche Sterne stossen dann eine Hülle ab und bilden einen *planetarischen Nebel.* Am Ende des Entwicklungsprozesses steht das Stadium eines *weissen Zwergsternes*, dessen Inneres aus elektronenentarteter Materie von enormer Dichte besteht.

Die Dauer des Hauptsequenzstadiums in der Entwicklung eines Sternes können wir nun leicht folgendermassen abschätzen:

Die Leuchtkraft L gibt uns direkt seinen Energieverbrauch pro Zeiteinheit an. Auf der anderen Seite wissen wir nach EINSTEINS bekannter Relation zwischen Masse und Energie, dass die Vereinigung von je 4 Wasserstoffatomen zu einem Heliumatom einen Energiebetrag von $4{,}29 \cdot 10^{-5}$ erg liefert. So berechnet man leicht, dass z.B. die Sonne 10% ihres Wasserstoffs innerhalb einer Zeit von 6 Milliarden Jahren verbrennt. Für einen Stern der Masse $\mathfrak{M}$ und der Leuchtkraft L (in Einheiten der Sonnenmasse bzw. -leuchtkraft) wird die entsprechende *Entwicklungszeit*

$$t_E = 6 \cdot 10^9 \frac{\mathfrak{M}}{L} \text{ Jahre} \qquad (1)$$

Die Hauptsequenzsterne etwa unterhalb der Sonne können sich also seit ihrer Entstehung (dieser Zeitraum muss ja kürzer sein als das Weltalter) noch nicht merklich verändert haben. Die helleren, insbesondere die sehr hellen blauen O- und B-Sterne dagegen müssen ganz jung sein.

Betrachten wir nun die Farbenhelligkeitsdiagramme einiger Sternhaufen, so werden die unteren Teile der Hauptsequenzen übereinstimmen. Das Abbiegen des oberen Teiles der Hauptsequenz nach rechts

(«Knie») gestattet es andererseits ohne weiteres, nach Gleichung (1) oder in Abbildung 1 an der rechten Skala das Alter des Sternhaufens abzuschätzen. Um genauere Zahlenwerte zu erhalten, muss man *Sternmodelle* durchrechnen und dabei u.a. die Verteilung der Energiequellen im Sterninneren, die ursprüngliche Zusammensetzung der Sterne, den Energieverlust durch Neutrinos usw. berücksichtigen. Solche Rechnungen, die recht diffizil werden, wenn man das Alter nicht nur bis auf einen Faktor 2–3, sondern auf 10–15% genau erhalten will, sind in neuerer Zeit von I. IBEN, J. FAULKNER, R. KIPPENHAHN u.a. durchgeführt worden. Während die jüngsten galaktischen (offenen) Sternhaufen, wie $h+\chi$ Persei, kaum eine Million Jahre alt sind, findet man – dies ist höchst bemerkenswert – für die ältesten galaktischen Haufen, wie M67 und NGC188, *und* für die Kugelsternhaufen, wie M92, M15, M3, fast dasselbe maximale Alter, dessen Zahlenwert sich (je nach den zugrundegelegten Annahmen) zu $t_M = 7$ bis $15 \cdot 10^9$ Jahre ergibt. Dies ist offenbar zugleich das *Alter der Milchstrasse*.

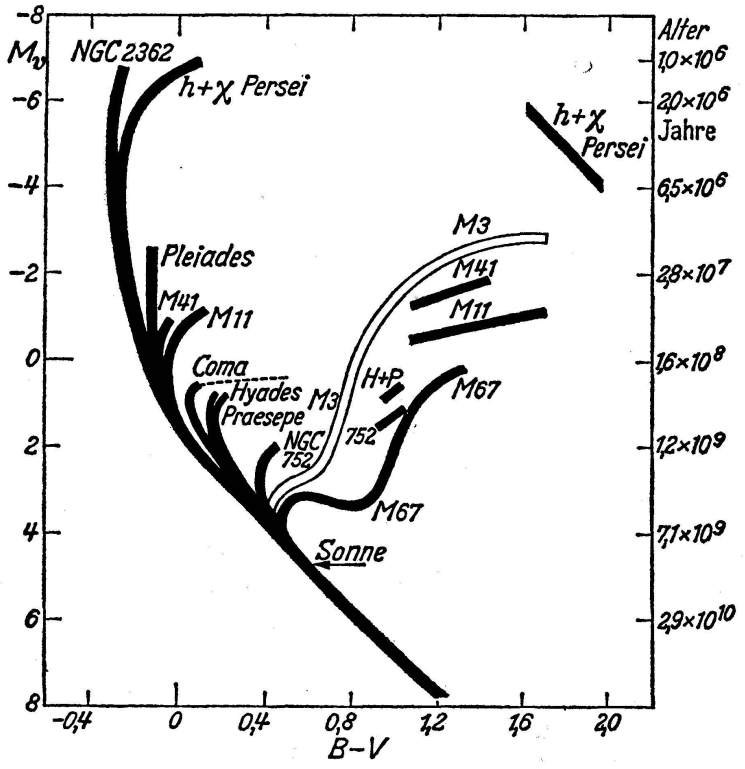


Abbildung 1

Farbenhelligkeitsdiagramme galaktischer Sternhaufen (nach A. R. SANDAGE)

Aufgetragen sind die absoluten Helligkeiten M_v über den Farbenindizes B-V. Das Abbiegen der Hauptsequenz nach rechts («Knie») gestattet es, an der Skala rechts das Alter des Sternhaufens abzulesen. – Zum Vergleich ist der Kugelsternhaufen $M3$ mit eingezeichnet. Er ist ungefähr ebensoalt wie die ältesten galaktischen Haufen, z.B. M67

3. *Struktur und Sternpopulationen der Milchstrasse*

Betrachten wir zwischendurch an Hand unserer etwas schematischen Abbildung 2 den *Aufbau der Milchstrasse*. Der Kürze wegen müssen wir uns dabei auf eine Beschreibung ohne detaillierte Begründung beschränken.

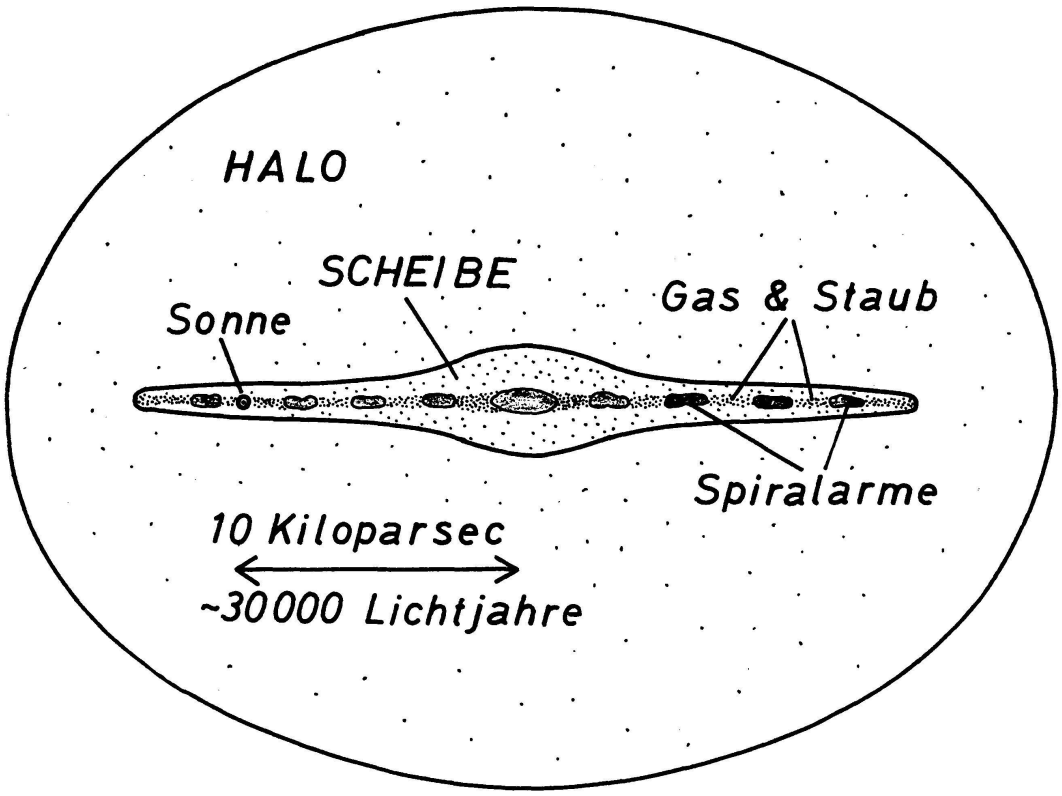


Abbildung 2
Die Milchstrasse (schematischer Axialschnitt) mit den wichtigsten Sternpopulationen

Der Hauptteil der Sterne befindet sich in der stark abgeplatteten Scheibe. Deren Kern ist optisch durch Dunkelwolken verdeckt, das Radioteleskop durchdringt diese und enthüllt dort die Radioquelle Sagittarius A. Die Sterne der Scheibe bilden die sogenannte *Scheibenpopulation*. Hierzu gehört auch unsere Sonne, deren Abstand vom galaktischen Zentrum 10000 parsec oder 32000 Lichtjahre beträgt. Alle diese Sterne umlaufen das Zentrum in Kreisbahnen, die Sonne z.B. mit einer Geschwindigkeit von 250 km/sec in einer Zeit von 250 Millionen Jahren.

In die Scheibe eingebettet sind die *Spiralarme*. Hier bilden sich bis in unsere Tage durch Zusammenballung von interstellarem Gas die jungen galaktischen Sternhaufen der sogenannten *Spiralarmpopulation I.* Dazu gehören z.B. der Doppel-Sternhaufen $h+\chi$ Persei und der bekannte Gasnebel im Orion mit den darinliegenden Sternhaufen (u.a. den Trapezsternen).

Die ganze Scheibe endlich ist eingehüllt von dem viel weniger abgeplatteten Halo. Dessen verhältnismässig dünn verteilte Bewohner, die Kugelsternhaufen und die sog. Subdwarfs oder Unterzwerge (so genannt, weil man sie ursprünglich im H.R.-Diagramm «unterhalb» der Hauptsequenz mit ihren gewöhnlichen Zwergsternen fand), bilden die sogenannte *Halopopulation II.* Sie umlaufen das galaktische Zentrum in langgestreckten ellipsenartigen Bahnen. Deshalb kann man sie auch als sogenannte *Schnelläufer* finden. Die Sterne der Scheibenpopulation nämlich «schwimmen» in unserer Umgebung neben der Sonne her; ihre Geschwindigkeit relativ zur Sonne ist daher klein, etwa 5–50 km/sec. Die Sterne der Halopopulation II dagegen bewegen sich schief zur Bewegungsrichtung der Sonne; deshalb beobachten wir Relativgeschwindigkeiten von der Grössenordnung der galaktischen Rotation, d.h. etwa 70–400 km/sec.

Die Sternpopulationen des Milchstrassensystems, die wir bisher nur räumlich und dynamisch beschrieben haben, unterscheiden sich nun auch durch ihr *Alter*, das wir aus den Farbenhelligkeitsdiagrammen der darin enthaltenen Sterngruppen bestimmen können. Danach ist der *Halo* mit seinen Kugelsternhaufen usw. ganz im Anfang der galaktischen Entwicklung, also vor etwa $7–15 \cdot 10^9$ Jahren (wegen eines genaueren Zahlenwertes s.u.), entstanden. In der *Scheibe* sind die ältesten offenen Sternhaufen (z.B. NGC188) altersmässig davon zurzeit nicht zu trennen. Unsere Erde und, wie wir weiter schliessen müssen, die Sonne und das Planetensystem entstanden – nach den neuesten radioaktiven Altersbestimmungen – vor $4{,}7 \cdot 10^9$ Jahren. Daneben gibt es jüngere und, besonders in den Spiralarmen, ganz junge Sterne. Die Entstehung der hellsten Orionsterne müssen unsere – leider astronomisch noch wenig interessierten – Urvorfahren wohl noch miterlebt haben!

4. *Weitere Altersangaben: Expansion des Weltalls; radioaktive Elemente*

Neben den angeschriebenen galaktischen Zeiträumen merken wir zum Vergleich noch zwei wichtige Daten vor:

- Die Fluchtbewegung (Rotverschiebung) ferner Galaxien führt – zurzeit leider noch mit grosser Unsicherheit – auf das Weltalter. Aus der neuesten Diskussion von A. SANDAGE ergibt sich $19{,}5 \cdot 10^9 > t_0 > 3{,}4 \cdot 10^9$ Jahre.
- Aus den Zerfallskonstanten und dem heutigen terrestrischen Häufigkeitsverhältnis der Uranisotope 235 und 238 kann man auf deren Entstehungszeit zurückschliessen. Geht man aus von einem (kernphysikalisch begründeten) anfänglichen Verhältnis $^{235}U : {}^{238}U = 1{,}65$ und rechnet mit plötzlicher Entstehung, so berechnet man leicht das «Alter des Urans» zu $6{,}6 \cdot 10^9$ Jahren.

Die Zerfallsprozesse von anderen «elternlosen» radioaktiven Elementen führen auf ähnliche Zahlen. Mit der Hypothese einer zeitweiligen Nachlieferung erhält man selbstverständlich etwas längere Zeiträume. Nach

Abschätzung aller Unsicherheiten kann man für das *Alter der radioaktiven Elemente* t_R wohl $6 \cdot 10^9 < t_R < 7 \cdot 10^9$ Jahre angeben.

5. *Quantitative Analyse der Sternspektren*

Einen neuen und sehr wirksamen Zugang zu den Problemen der Sternentwicklung und der Evolution der kosmischen Materie erschliesst uns die spektroskopische Bestimmung der *chemischen Zusammensetzung der Sterne*. Genauer gesagt, können wir selbstverständlich nur die Zusammensetzung ihrer äussersten Schichten, der Sternatmosphären, ermitteln. Das Sterninnere ist der direkten Beobachtung unzugänglich; hier führt weiter nur die Theorie des inneren Aufbaus der Sterne, EDDINGTONS berühmte «analytical boring machine».

Zunächst einige Bemerkungen zur Methodik: Den Ausgangspunkt bilden *Spektren* grosser Dispersion, wie man sie z.B. mit dem ortsfesten Coudé-Spektrographen am 100″-Hooker-Spiegelteleskop des Mt. Wilson Observatory aufnehmen kann. Mit dem Mikrophotometer misst man sodann die Intensitätsverteilung in den Linien, die sog. *Linienprofile* und deren Flächen, die *Äquivalentbreiten der Linien* als Mass der absorbierten Energie.

Ist diese ziemlich langwierige Messarbeit beendet, so tritt der Theoretiker in Tätigkeit und konstruiert *Modelle von Sternatmosphären*. Man geht dabei aus von den quantenmechanisch berechneten Eigenschaften der Materie bei kosmischen Temperaturen und Drucken. Die Temperaturverteilung in der Atmosphäre hängt zusammen mit der Art des Energietransportes. Dieser erfolgt im allgemeinen durch Strahlung; wir sprechen dann von *Strahlungsgleichgewicht*. Die Druckverteilung erhält man unter Zuhilfenahme der *hydrostatischen Gleichung*. Die tatsächliche Durchführung dieser komplizierten Rechnungen wird heute sehr erleichtert durch die grossen elektronischen Rechenautomaten. Bei der Ermittlung atomarer Grössen, wie Übergangswahrscheinlichkeiten, Druckverbreiterungskonstanten usw., gibt uns die experimentelle Plasmaphysik vielfach wirksame Unterstützung.

Für solche theoretischen Modelle berechnet man nun die Äquivalentbreiten der Spektrallinien, die Energieverteilung im kontinuierlichen Spektrum usw. und passt das Modell dann schrittweise immer besser an die Beobachtungen an. Dabei erhält man zunächst die zwei Parameter, welche den Aufbau der Sternatmosphäre beschreiben, nämlich die *effektive Temperatur* T_e und die *Schwerebeschleunigung* g an der Sternoberfläche. Die effektive Temperatur ist dabei so definiert, dass sie in Verbindung mit dem Stefan-Boltzmannschen Strahlungsgesetz die Gesamtausstrahlung an der Sternoberfläche je cm^2 und sec darstellt. Für die Sonne ist z.B. $T_e = 5780\ ^\circ K$ und $g = 2{,}74 \cdot 10^4\ cm\ sec^{-2}$. Sodann erhält man aus den Fraunhofer-Linien der im Spektrum vertretenen Elemente deren *Häufigkeit*. Wir geben sie gewöhnlich an als Logarithmen der Atomzahlen, bezogen auf $\log \varepsilon = 12$ für Wasserstoff, der fast überall das häufigste Element ist. Für die Genauigkeit einer Sternanalyse ist es

sehr wesentlich, dass man dabei die allgemeinen Parameter, insbesondere die effektive Temperatur T_e – welche die Ionisation bestimmt –, sehr genau ermittelt. Die Fehlergrenzen einer sorgfältig ausgeführten Analyse dürften zurzeit etwa $\Delta \log \varepsilon = \pm 0{,}3$ entsprechen. Nach diesen Vorbemerkungen wenden wir uns den Häufigkeitsverteilungen der Elemente in verschiedenartigen Sternen zu.

6. *Häufigkeitsverteilung der Elemente in den Atmosphären normaler Sterne*

Mehr als 90% der Sterne lassen sich bekanntlich in die Morgan-Keenan- oder kurz MK-Klassifikation mit den zwei Parametern Spektraltyp *Sp* und Leuchtkraftklasse *LC* einordnen. An Stelle von *Sp* und *LC* kann man ebensogut z.B. den Farbindex *B-V* und die absolute Helligkeit *M*, d.h. Ort des Sterns im H.R.-Diagramm, verwenden. Im Sinne der Theorie heisst dies, dass das Spektrum eines «normalen» Sternes eindeutig durch seine *effektive Temperatur* T_e und *Schwerebeschleunigung g* bestimmt ist. Das heisst: Die *chemische Zusammensetzung der Atmosphären aller «normalen» Sterne ist gleich.* Die quantitative Analyse der Spektren bestätigt diesen Schluss auf das schönste. Sie liefert darüber hinaus die Zahlenwerte von T_e und g und die *Häufigkeiten* $\log \varepsilon$ der in den Spektren vertretenen Elemente. In Abbildung 3 haben wir die zurzeit wohl genauesten Analysen einiger Sterne aufgetragen, deren sonstige Daten in der Unterschrift der Abbildung zusammengestellt sind. Die Streuung der Punkte dürfte nirgends die zu erwartenden Fehlergrenzen überschreiten. Hieraus schliessen wir zunächst, dass die *chemische Zusammensetzung* der Atmosphären der meisten Sterne *unabhängig ist von ihrem Entwicklungszustand:* τ Scorpii ist ein ganz junger Hauptsequenzstern, ξ Persei hat schon das Übergigantenstadium erreicht, die planetarischen Nebel[1] stellen ein noch späteres Entwicklungsstadium dar. Die Sonne ist ein alter Hauptsequenzstern. δ Eridani endlich fällt im Farbenhelligkeitsdiagramm auf den Riesenast von NGC188 und ist daher einer der ältesten Bewohner der galaktischen Scheibe. Während der so erfassten Spanne der Sternentwicklung muss die Zusammensetzung des Stern*inneren* durch Kernprozesse erheblich verändert werden. Es findet also *keine Vermischung der Atmosphärenmaterie mit dem Sterninneren* statt. Da die Entstehung der betrachteten Sterne aus interstellarer Materie über den ganzen Zeitraum seit der Entstehung der galaktischen Scheibe bzw. der ältesten galaktischen Sternhaufen verteilt ist, so müssen wir schliessen, dass über diesen ganzen Zeitraum hinweg *die chemische Zusammensetzung der interstellaren Materie* innerhalb der heutigen Messgenauigkeit *gleichgeblieben* ist. Für die absolute Dauer dieses Zeitraumes liefern die schon erwähnten Rechnungen über die Sternentwicklung in Haufen Zahlenwerte von etwa 7–20 Milliarden Jahren. Eine genauere Festlegung soll im folgenden noch versucht werden.

[1] Auf die besonderen Methoden zur quantitativen Analyse der Spektren von planetarischen und Gasnebeln können wir hier nicht eingehen.

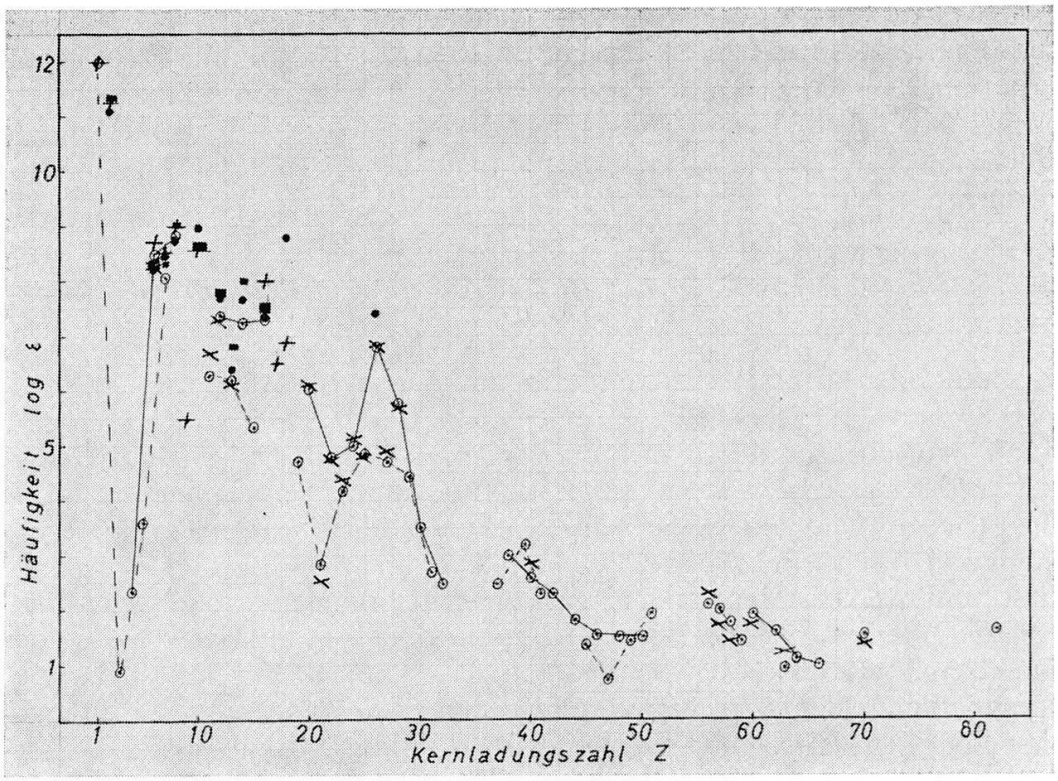


Abbildung 3

Häufigkeitsverteilung in den Atmosphären «normaler» Sterne (bezogen auf $\log \varepsilon = 12$ für Wasserstoff)

	Stern	MK-Typ	Entwicklungs-stadium, Alter	Literatur
●	τ Scorpii	Bo V	Hauptsequenz, jung	M. SCHOLZ: Z. Astrophys. *65*, 1; 1967. M. SCHOLZ et al.: ebd. *66*, 246; 1967
■	ζ Persei	B1 Ib	Übergigant, jung	R. CAYREL: Ann. Astrophys., Suppl., Nr. 6; 1958
+	Planetarische Nebel	—	Spätes Entwicklungsstadium	L. H. ALLER: Publ. Astr. Soc. Pac. *76*, 279; 1964
⊙	Sonne	G2 V	Hauptsequenz, alt, kaum entwickelt	L. GOLDBERG, E. A. MÜLLER, L. H. ALLER: Astrophys. J., Suppl. *5*, Nr. 45; 1960; revidiert von E. A. MÜLLER, Symp. Paris 1967
×	δ Eridani	Ko IV	Unterriese (Subgigant), sehr alt	J. HAZLEHURST: Observatory *83*, 128; 1963, und B. E. J. PAGEL: Observatory *83*, 133; 1963

7. *Spektroskopische Anzeichen von Kernreaktionen in Sternen*

Neben den besprochenen «normalen» Sternen gibt es die viel selteneren anomalen Sterne – «peculiar stars» –, welche in der chemischen Zusammensetzung ihrer Atmosphären deutliche Spuren von Kernreaktionen erkennen lassen. Ihre quantitative Erforschung befindet sich noch in den Anfängen. Wir begnügen uns daher mit einer kurzen Besprechung der interessantesten Klassen.

7.1 *Heliumsterne*

In den Spektren dieser heissen Sterne sind die Wasserstofflinien ungewöhnlich schwach oder fehlen, dagegen sind die Heliumlinien sehr stark ausgeprägt. Die Ergebnisse der quantitativen Analysen lassen sich folgendermassen zusammenfassen: In dem Stern HD 160641 ist aller Wasserstoff in Helium verwandelt. Die schweren Elemente von C bis Si dagegen bilden – nach Masse – den normalen Anteil der Materie. Hier dürfte die jetzt in der Atmosphäre befindliche Materie daher nur durch den Fusionsprozess beeinflusst sein. Wie alle Kernprozesse kann dieser selbstverständlich nur im Sterninneren stattgefunden haben.

In einem anderen Heliumstern, HD 30353, ist fast aller Wasserstoff zu Helium verbrannt ($H:He = 10^{-4}$). Die schweren Elemente, hier erst ab Neon, dürften normal sein. Dagegen ist die CNO-Gruppe grossenteils in Stickstoff übergeführt. Hier muss also auch (bei höheren Temperaturen) der CNO-Zyklus bei der Wasserstoffverbrennung in Gang gekommen sein. Die übrigen Heliumsterne lassen sich wohl zwischen die geschilderten Extremfälle einordnen.

7.2 *Kohlenstoffsterne*

Dies sind rote, d.h. kühle Riesensterne. Die Verstärkung der Bandenspektren von CH, C_2, CN und der Linien des Kohlenstoffatoms weist auf einen Überschuss an Kohlenstoff hin. Das genauere Studium der Spektren und ihre quantitative Analyse lassen mehrere Untergruppen erkennen, die man etwa so charakterisieren kann:

Die *CH-Sterne* sind metallarme Sterne der Halopopulation II. Gegenüber deren gewöhnlichen Mitgliedern (s.u.) sind der Kohlenstoff etwa 5mal und die ganz schweren Elemente von ^{56}Ba an etwa 15mal häufiger. Die grosse Häufigkeit des Kohlenstoffs deutet auf Heliumbrennen, die der schweren Elemente auf Neutronenprozesse hin.

Besonders interessant ist, dass man aus den Banden der kohlenstoffhaltigen Moleküle das Häufigkeitsverhältnis der Isotope $^{12}C:^{13}C$ bestimmen kann. Auf der Erde und auf der Sonne (aus CH-Banden) ist es bekanntlich ~ 98. Unter den CH-Sternen zeigen manche Objekte ein Isotopenverhältnis von der Grössenordnung dieses «normalen» Wertes. Manche CH-Sterne aber haben ein Verhältnis $^{12}C:^{13}C \approx 5$, was auf eine Mitwirkung des CNO-Zyklus hindeutet.

Bei den *gewöhnlichen Kohlenstoffsternen* der jüngeren Sternpopulationen dagegen scheint das Verhältnis $^{12}C:^{13}C$ immer bei 5 zu liegen.

In den *wasserstoffarmen Kohlenstoffsternen*, wie R-Coronae Borealis, ist zunächst einmal der grösste Teil des Wasserstoffs zu Helium verbrannt; von diesem wiederum wurde ein Teil in Kohlenstoff ^{12}C umgewandelt.

Das Verhältnis $^{12}C:^{13}C$ ist jedenfalls gross; es wäre natürlich wichtig, seinen Zahlenwert zu kennen. Die schweren Elemente vom Stickstoff bis zum Barium scheinen ziemlich normal zu sein; Neutronen haben hier also offenbar keine wesentliche Rolle gespielt.

7.3 *Bariumsterne*

Dies ist anders in den Bariumsternen mit ihren starken Ba II-Linien und in den sich nach kühleren Temperaturen hin anschliessenden S-Sternen mit ihren starken Linien und Banden der schweren Elemente wie Zr, La, Y, Sr, Ba und ZrO, LaO, YO...

Dass hier Neutronen am Werke sind, wird bestätigt durch MERRILLS Entdeckung der Linien des auf der Erde erst künstlich hergestellten Elementes Technetium. Dessen langlebigstes Isotop Tc^{99}_{43} hat nach Laboratoriumsmessungen eine Halbwertzeit von $2 \cdot 10^5$ Jahren. Sie passt durchaus zu den Zeiträumen, welche die Theorie der Sternentwicklung für das Rote-Riesen-Stadium erlaubt.

An dieser Stelle erhebt sich nun die allgemeine Frage, warum nur einige wenige Sterne Zeichen nuklearer Prozesse aufweisen, die dann gleich sehr deutlich hervortreten, während die Atmosphären der überwiegenden Mehrheit der Sterne keinerlei Spuren von Kernumwandlungen erkennen lassen?

In der Tat fordert die Theorie der Entwicklung von *Einzelsternen*, dass im allgemeinen *keine* Durchmischung der inneren Brennzone mit der Atmosphäre stattfindet. Eine solche ist dagegen – unter geeigneten Voraussetzungen – möglich bei *engen Doppelsternen*. Auf dieser Basis hat neuerdings VAN DEN HEUVEL in die sehr komplizierten Phänomene der «Peculiar A-stars» der Ap-Sterne und der «Metalliniensterne» Am Ordnung gebracht. Daneben muss man aber wohl auch an das *Flash-Phänomen* und vielleicht auch an die zurzeit noch bestehenden Unsicherheiten in der *Theorie konvektiver Zonen* in den Sternen denken.

8. *Metallarme Sterne des galaktischen Halos*

Neben den mannigfaltigen Gruppen der Sterne mit ausgesprochenen «Entwicklungsstörungen» gibt es die viel zahlreicheren sog. *metallarmen Sterne*. Die quantitative Analyse ihrer Spektren zeigt, dass relativ zum Wasserstoff alle schweren Elemente, von C bis Ba, im Vergleich zur Sonne oder anderen «normalen» Sternen um einen konstanten Faktor seltener sind. Dieses «Metall-/Wasserstoff-Verhältnis» M/H (für die Sonne per def. gleich Eins gesetzt) kann alle Werte von $\sim {}^1/_{200}$ (bei dem extremen Subdwarf HD 140283) bis etwas über 1 annehmen. Sehr bemerkenswert ist, wie gesagt, dass die relativen Häufigkeitsverhältnisse aller schweren Elemente von C bis Ba (auf das Helium werden wir noch besonders

eingehen) in den metallarmen und in den normalen Sternen innerhalb der heutigen Messgenauigkeit *dieselben* sind. Es sind zwar in der Literatur immer wieder individuelle Effekte einzelner Elemente behauptet worden, aber diese dürften auf Analysenfehlern beruhen. Sie sind stets von der Grössenordnung der sonstigen Messfehler, und sie zeigen keine Korrelation mit dem allgemeinen Metall-/H-Verhältnis. Die wichtigsten Fehlerursachen liegen in ungenauer Bestimmung der Sterntemperatur und der die Linienintensitäten auch beeinflussenden Strömungen in den Sternatmosphären, der sog. Turbulenz. Solche metallarmen Sterne kommen nur im Halo – man kann noch genauer die Halopopulation II und die «gemässigtere» mittlere Population II unterscheiden – vor; man erkennt sie daher in kinematischer Hinsicht als Schnelläufer (high velocity stars). Eine Altersbestimmung ist möglich an Hand der Farbenhelligkeitsdiagramme der zur Halopopulation II gehörenden Kugelsternhaufen. Diese bilden danach (zusammen mit den alten galaktischen Sternhaufen, wie NGC188) die älteste Bevölkerungsgruppe unserer Milchstrasse. Auch die Schnelläufer mit verschiedenen Metallhäufigkeiten können nach ihrem Farbenhelligkeitsdiagramm nicht viel jünger sein. Zusammenfassend können wir also sagen, dass *es metallarme Sterne nur unter den ältesten Sternen des Milchstrassensystems gibt.* Die Genauigkeit der Altersbestimmung aus den Farbenhelligkeitsdiagrammen reicht (insbesondere angesichts der verschiedenen Zusammensetzung) nicht aus, um einen Altersunterschied zwischen den metallarmen Kugelhaufen und den galaktischen Sternhaufen normaler Metallhäufigkeit mit einiger Sicherheit festzustellen.

Die Entwicklungsgeschwindigkeit ist auch bei den metallarmen Sternen in erster Linie von ihrer Masse abhängig. Sterne mit weniger als $\sim 1\ \mathfrak{M}_\odot$ befinden sich noch auf ihrer ursprünglichen Hauptsequenz. Früher hat man solche Sterne mit schwachen Metallinien «zu früh» klassifiziert; so kamen sie im H.R.-Diagramm unter die Hauptsequenz zu liegen, und man nannte sie Subdwarfs oder Unterzwerge; diesen Namen hat man beibehalten. Ein typisches Beispiel ist der sonnenähnliche HD 140283 mit $M/\mathrm{H} \approx {}^1/_{200}$. Der rote Riesenstern HD 122563 mit einem vielleicht sogar noch etwas kleineren M-/H-Verhältnis hat offenbar im Inneren schon einen wesentlichen Bruchteil seines Wasserstoffs verbraucht. Der Schnelläufer HD 161817 – mit der grössten bekannten Radialgeschwindigkeit von 363,4 km/sec – hat $M/\mathrm{H} = {}^1/_{13}$; er hat im Farbenhelligkeitsdiagramm schon den Horizontalast erreicht. Und in dem Kugelsternhaufen M15 kennt man sogar einen metallarmen planetarischen Nebel K 648! Auch bei allen diesen Sternen haben die Kernprozesse im Sterninneren die Zusammensetzung der Atmosphären nicht beeinflusst.

9. *Helium in galaktischen Objekten*

Da bei der nuklearen Verbrennung des Wasserstoffs das Helium zunächst sozusagen als Asche zurückbleibt, so ist das Verhältnis H/He von ganz besonderem Interesse. Leider sind die Anregungsenergien der He-

liumlinien so gross, dass man sie nur bei ziemlich hohen Temperaturen überhaupt erwarten kann. Eine Ausnahme macht die Sonne, in deren Protuberanzen mit ihren sehr ungewöhnlichen Anregungsverhältnissen die gelbe Heliumlinie seinerzeit entdeckt wurde.

Fassen wir zunächst die Analysen der Objekte mit normalem Metallgehalt zusammen, d.h. heisse Hauptsequenzsterne und Übergiganten, galaktische Gasnebel (aus denen sie entstehen), planetarische Nebel und die Sonnenprotuberanzen[2], so erhält man im Mittel $H:He = (6{,}2 \pm 0{,}8):1$.

Die nächste – höchst aufregende – Frage ist selbstverständlich: «Sind die metallarmen Objekte auch heliumarm oder nicht?» Sie ist schwer zu beantworten, da die alten Sterne der metallarmen Population II erst in den letzten, kurzlebigen und daher seltenen Stadien ihres Weges durch das Farbenhelligkeitsdiagramm so hohe Temperaturen erreichen, dass Heliumlinien überhaupt ggf. entstehen können. Noch dazu sind solche Objekte meist weit entfernt und daher sehr lichtschwach. Mit leidlicher Genauigkeit konnte man analysieren den Halo-B-Stern BD+33°2642, den Stern Barnard 29 im Kugelhaufen M13, den schon erwähnten planetarischen Nebel in dem Kugelhaufen M15 und einen planetarischen Nebel hoher Geschwindigkeit NGC6644 (über die schwereren Elemente ist bei letzterem nichts bekannt). Es zeigte sich überraschenderweise, dass alle diese Objekte normale Heliumhäufigkeit, $H:He \approx 5{,}5\text{–}9:1$, haben! Es gibt zwar auch «heliumschwache B-Sterne», aber deren Spektren zeigen (soweit man es bei so schwachen Objekten erkennen kann) auch andere anomale Züge, die auf einen ungewöhnlichen Entwicklungsweg hinweisen. In unserer Milchstrasse haben also *alle* Sterne, unabhängig von der Metallhäufigkeit, in ihren Atmosphären oder Hüllen (soweit keine Durchmischung mit teilweise verbrannter Materie stattgefunden hat) *dasselbe* Häufigkeitsverhältnis $H:He = 6{,}2$.

10. *Andere Galaxien*

Die nächsten Nachbarn unserer Milchstrasse im Weltraum sind die grosse und die kleine Magellanische Wolke (LMC und SMC). In der Hubble-Sequenz der Galaxien (Abb. 4) stehen sie ganz an einem Ende als Irr I-Galaxien mit viel interstellarer Materie. Spektroskopisch untersuchen konnte man bis jetzt eine Anzahl extrem heller Übergiganten. Diese unterscheiden sich von analogen Sternen unserer Milchstrasse in keiner Weise; die Häufigkeiten von Helium und Metallen relativ zum Wasserstoff stimmen daher (mindestens bis auf einen Faktor $\sim 1{,}5$) überein. Dies wird bestätigt durch die quantitativen Analysen von Gasnebeln, aus denen die erwähnten Sterne ja entstanden sind. Das Verhältnis H:He kennt man weiterhin für Gasnebel in der Sc-Galaxis M33 und in der unserem System ähnlichen Andromeda-Galaxis M31, hier sogar für verschiedene Abstände vom Zentrum. In elliptischen Galaxien, am an-

[2] Messungen in der solaren Ultrastrahlung und dem Sonnenwind haben wir nicht herangezogen, da sich hier der Unterschied im Verhältnis von Ladung zu Masse zwischen H und He auswirken könnte.

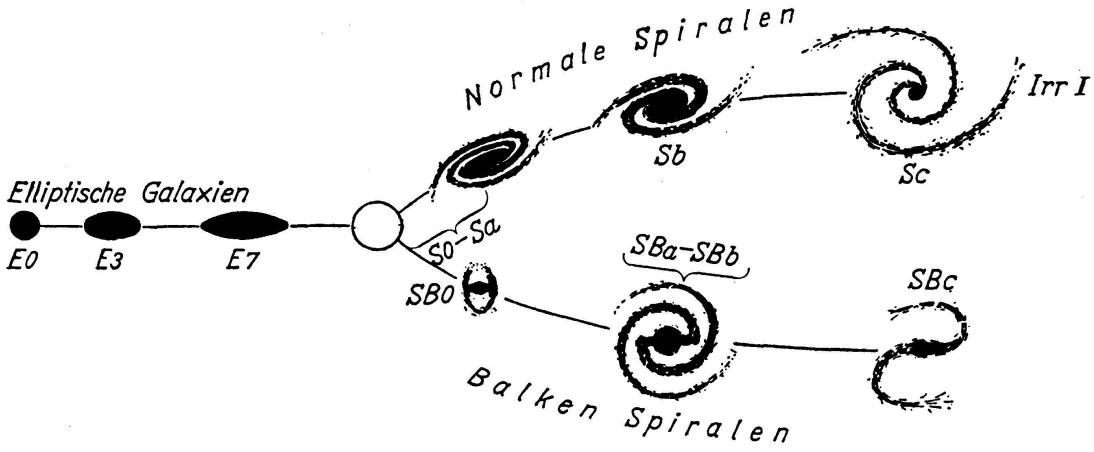


Abbildung 4
Hubble-Klassifikation der Galaxien

deren Ende der Hubble-Sequenz, kann man zwar keine einzelnen Sterne spektroskopieren, aber das integrierte Spektrum z.B. der Galaxis NGC 205 weist darauf hin, dass sie im wesentlichen aus normalen Sternen zusammengesetzt ist.

Daneben findet man auch in fernen Galaxien metallarme Objekte, wie Kugelhaufen und helle rote Riesen, die sich hinsichtlich ihrer Lage im Farbenhelligkeitsdiagramm als gleichartig mit analogen galaktischen Objekten erweisen (Spektren kann man von diesen sehr lichtschwachen Objekten nicht erhalten).

Das Studium der fernen Galaxien führt uns also zu zwei Erkenntnissen, deren Bedeutung bis jetzt meist nicht genügend gewürdigt wurde:

- Der Heliumgehalt und die maximale Metallhäufigkeit sind in allen Galaxien gleich, unabhängig von deren Gehalt an interstellarer Materie und von ihrer sonstigen Struktur, wie Hubble-Typ, Masse usw.
- Das Vorhandensein einer metallarmen und einer metallreichen Sternpopulation ist unabhängig davon, ob die Galaxis eine ausgesprochene Gliederung in Halo und Scheibe aufweist (wie bei uns und in M31, d.h. im mittleren Teil der Hubble-Sequenz) oder nicht (bei den elliptischen bzw. Irr I-Galaxien an beiden Enden der Hubble-Sequenz).

11. *Die Entstehung der chemischen Elemente*

Bis vor etwa 10 Jahren, als man nur die gleichartige Zusammensetzung der Materie in den «normalen» Sternen sowie der Erdkruste und den Meteoriten kannte, versuchte man diese im Anschluss an LEMAÎTRE, GAMOW und andere zu erklären durch die Hypothese des Urknalls oder des «Big Bang», einer gewaltigen Explosion, welche die Expansion des Weltalls einleitete.

Kernphysikalische Schwierigkeiten sowie die Entdeckung der metallarmen Halo-Sterne und -Sternhaufen ebneten den Weg für die 1957 von dem Ehepaar BURBIDGE, FOWLER und HOYLE vorgeschlagene B^2FH-

Hypothese (wie man sie kurz nennt). Danach bestand die Welt ursprünglich aus Wasserstoff. Unsere Galaxis, auf deren Betrachtung sich die genannten Autoren in der Hauptsache beschränken, war im Anfang eine fast kugelförmige Wolke aus Wasserstoff, sozusagen der Ur-Halo. In diesem bildeten sich die metallarmen Halo-Sterne. Erst mit der Entwicklung mehrerer Generationen von Sternen und ihrer Wiederauflösung (etwa durch Supernova-Explosionen) in das interstellare Medium entstand nach B^2FH die immer metallreichere Materie, aus der sich schliesslich die Sterne der Scheiben- und Spiralpopulationen bilden konnten. Parallel mit dieser nuklearen Entwicklung müsste sich ein ebenso gewaltiger dynamischer Vorgang abgespielt haben, nämlich die Bildung der galaktischen Scheibe durch Zusammensturz eines grossen Teils der Halo-Materie.

Als bekannt wurde, dass das Häufigkeitsverhältnis H:He in den metallreichen und den metallarmen Sternen dasselbe ist, holte man zunächst die «Big-Bang»-Theorie wieder in einer eingeschränkten Form hervor, die unter dem Schlagwort «Little Bang» oder – etwas pompöser – «The Big Fireball» bekannt wurde. Sie erklärte in plausibler Weise das beobachtete Verhältnis H:He *und* die inzwischen mit Radioteleskopen im Gebiet der mm- bis dm-Wellen entdeckte kosmische 3-°K-Hohlraumstrahlung. Letztere wird zurückgeführt auf die beim «Little Bang» entstandene Hohlraumstrahlung extrem hoher Temperaturen, die bei der Expansion adiabatisch abgekühlt wurde.

Auch so können wir aber m. E. den in den vorhergehenden Abschnitten zusammengetragenen (und einigen weiteren) Beobachtungen noch nicht gerecht werden, und wir wollen versuchen, einige wichtige Punkte neu durchzudenken.

Zunächst noch einmal zum Alter des Universums: Die heute üblichen Zahlenangaben überdecken einen weiten Bereich, etwa von $7–20 \cdot 10^9$ Jahren, einerseits wegen der Ungenauigkeit der Hubble-Konstante und andererseits besonders wegen der Abhängigkeit der Altersberechnung der ältesten Sternhaufen von den dabei gemachten Annahmen. Wir können dem heute eine sehr viel präzisere Überlegung entgegenstellen: Wir sahen, dass die schweren Elemente (genauer gesagt: mehr als 70% derselben) schon am Anfang der galaktischen Scheibe vorhanden waren. Wie man sich auch immer die Entstehung der schweren Elemente vorstellen mag, es kann demnach kein Zweifel bestehen, dass ihr Alter dem der Milchstrasse und dem des gesamten Kosmos so nahe kommt, dass eine Unterscheidung nicht möglich ist. Andererseits aber kann man, wie wir sahen, das Alter der elternlosen radioaktiven Elemente auf der Erde sehr genau angeben zu $\sim 7 \cdot 10^9$ *Jahren*. Wir müssen diese Zahl daher zugleich als *Weltalter* akzeptieren und sie in Zukunft sozusagen als Grenzbedingung für Sternentwicklungsrechnungen und kosmologische Weltmodelle ansehen.

Als nächsten Punkt betrachten wir kritisch die Entstehung der galaktischen Scheibe durch Kollaps aus dem Halo. Aus mechanischen Gründen müsste dieser Vorgang sich in einem Zeitraum abgespielt haben, der

dem freien Fall und damit grössenordnungsmässig den Umlaufzeiten im galaktischen System entspricht, d.h. $\sim 2 \cdot 10^8$ Jahren. EGGEN, LYNDEN-BELL und SANDAGE haben diesen Schluss bestätigt durch eine Untersuchung der adiabatischen Invarianten des Systems. Noch ein Stück weiter führt die Betrachtung der axialen Komponente des galaktischen Bahndrehimpulses pro Masseneinheit, einerseits im Halo und andererseits in der galaktischen Scheibe. Nach den Grundprinzipien der Mechanik müsste nämlich diese Grösse beim Kollaps erhalten bleiben. Eine genauere Diskussion der galaktischen Bewegungen der metallarmen RR-Lyrae-Veränderlichen, die zu den ältesten Mitgliedern der Halopopulation II gehören, zeigt, dass der Drehimpuls pro Masseneinheit im Halo wesentlich geringer ist als in der Scheibe. Wenn dem so ist, so dürfte kaum etwas anderes übrigbleiben, als die ganze Kollapshypothese aufzugeben und uns – im Anschluss an AMBARZUMIAN – vorzustellen, dass zuerst die galaktische Scheibe da war und dass sich der Halo dann gleich im Anfang der galaktischen Entwicklung aus dem drehimpulsarmen Kern der Galaxis heraus durch eine gigantische Explosion gebildet hat.

Die Annahme derartiger galaktischer Explosionen, die Massen von der Grössenordnung einer mittleren Galaxis erfassen, wäre noch vor wenigen Jahren völlig phantastisch erschienen. Inzwischen hat uns die Radioastronomie darüber belehrt, dass die Radiogalaxien wie Cygnus A so entstanden sein müssen und dass in der Radioquelle Centaurus A jedenfalls zwei, vielleicht sogar drei solche Explosionen stattgefunden haben. In der Galaxis M82 können wir eine derartige galaktische Katastrophe auch optisch beobachten. In den vieldiskutierten Quasars spielt sich Ähnliches vielleicht noch in viel grösserem Massstab ab.

Wo und wie ist nun die Entstehung der schweren Elemente vor sich gegangen?

Nach der B^2FH-Hypothese sollen die schweren Elemente in dem sehr kurzen Zeitraum von $\sim 2 \cdot 10^8$ Jahren im Ur-Halo gebildet worden sein. Es erscheint aber andererseits ganz unverständlich, dass die nach B^2FH dazu notwendigen Prozesse der Entstehung und Wiederauflösung von Sternen in dem Ur-Halo mit seiner extrem geringen Dichte mit so viel grösserer Geschwindigkeit vor sich gegangen sein sollen als später in der galaktischen Scheibe oder z.B. in den Magellanischen Wolken mit ihrer erheblich grösseren Gasdichte. Warum soll sodann in allen Galaxien der verschiedenen Hubble-Typen als Endergebnis sich genau dasselbe Verhältnis H:He: schwere Elemente eingestellt haben? Warum endlich sollen die als Endergebnis höchst komplizierter Prozesse entstandenen relativen Häufigkeitsverhältnisse der schweren Elemente in der Scheibe und den Spiralarmen genau dieselben sein wie in den geringen Spuren der schweren Elemente, die wir in extrem metallarmen Halo-Sternen finden?

Über die ganz andersartigen Änderungen der Häufigkeitsverteilung der schweren Elemente in der Stellarmaterie durch die bekannten Kernprozesse geben uns ja die verschiedenen Klassen anomaler Sternspektren weitgehend Auskunft.

Von der Astronomie her gesehen dürfte kaum ein anderer Ausweg bleiben, als zu der Vorstellung zurückzukehren, dass die metallreiche Materie, aus der der grösste Teil der Galaxien besteht, mit ihrer universellen Häufigkeitsverteilung im Anfang der Expansion des Weltalls entstand. Mit anderen Worten: Man müsste versuchen, die kernphysikalischen Schwierigkeiten der Lemaître-Gampowschen Hypothese zu überwinden.

Den Ursprung der metallarmen Halo-Sterne hätte man sich in diesem Rahmen etwa so vorzustellen, dass bei der schon erwähnten gigantischen Explosion im Kern unserer Galaxis Materie herausgeschleudert wurde, die vorwiegend aus Wasserstoff und Helium in etwa dem «kosmischen Mischungsverhältnis» bestand. Dass so etwas möglich ist, wird durch Rechnungen der Fowlerschen Schule zur Theorie des «Little Bang» nahegelegt. Diese metallfreie Materie hätte dann nach Mischung mit der älteren metallreichen Materie aus der Scheibe zur Bildung der metallarmen Halo-Sterne geführt. Die bisherigen Altersberechnungen lassen übrigens – innerhalb ihrer Fehlergrenzen – durchaus die Möglichkeit offen, dass die Kugelsternhaufen nicht älter sind als die ältesten Objekte der galaktischen Scheibe. Die Zuordnung der metallarmen Sterne zu einem Halo und der metallreichen Sterne zur Scheibe ist offenbar schon deswegen auf Galaxien mittlerer Typen beschränkt, weil man bei vielen anderen Galaxien an den Enden der Hubble-Sequenz gar nicht von einem Halo und einer Scheibe sprechen kann.

Wir haben gesehen, dass die bisherigen Vorstellungen über die Evolution der Elemente erheblichen Einwänden ausgesetzt sind. Auch die Grundzüge unserer neuartigen Vorstellungen bedürfen sicher in vieler Hinsicht noch weiterer Ausarbeitung und wohl auch Verbesserung. Feststehen dürfte aber, dass die quantitative spektroskopische Ermittlung der Häufigkeitsverteilung der Elemente in den Atmosphären von Sternen verschiedener Herkunft und verschiedenen Alters uns sehr wirkungsvolle Möglichkeiten an die Hand gibt zum Studium der grossen Probleme der kosmischen Evolution.

LITERATUR

Wir verzichten auf eine Zusammenstellung der sehr umfangreichen Detailliteratur und geben eine Reihe zusammenfassender Darstellungen an, die ausführliche Literaturangaben enthalten:

BURBIDGE, E. M., BURBIDGE, G. R., FOWLER, W. A., and HOYLE, F.: Synthesis of the Elements in Stars. Rev.mod.Phys. *29*, 547; 1957.

SANDAGE, A.: The Time Scale of Creation. In: Galaxies and the Universe. Ed. L. WOLTJER. Columbia University Press. New York, London 1968.

SCHWARZSCHILD, M.: Structure and Evolution of the Stars. Dover Publ. Inc. (S 1479), New York 1965.

Stars and Stellar Systems, Vol. 8: Stellar Structure. Ed. L. H. ALLER and D. B. MCLAUGHLIN. University of Chicago Press, Chicago 1965.

UNSÖLD, A.: Der neue Kosmos. Heidelberger Taschenbücher Nr. 16/17. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1967. Englische Übersetzung ebd. 1968.

UNSÖLD, A.: Stellar Abundances and the Origin of the Elements. Science. Erscheint 1969.

Siedende Urmaterie

R. HAGEDORN, CERN (Genève)

1. Einleitung

Die drei Hauptvorträge, deren letzter dieser hier ist, stehen unter der Gesamtüberschrift «Evolution der Materie». Wenn auch niemand dabei war, als das Universum entstand, so erlauben uns doch unsere heutigen Kenntnisse der Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik, verbunden mit der Annahme, dass die Naturgesetze unwandelbar sind, Modelle zu konstruieren, die mehr und mehr auf mögliche Beschreibungen der Anfänge unserer Welt zusteuern. Das haben die beiden ersten Vorträge bereits gezeigt. Wir beginnen die Zusammensetzung und Häufigkeitsverteilung der Atomkerne zu verstehen, und wir wissen, wie die Energie erzeugt wird, die die Sonne und unzählige andere Sterne verpuffen. Das hätten wir niemals erfahren, wenn wir nicht hier auf der Erde die Atomphysik und die Kernphysik vorangetrieben hätten.

Um das sehr Grosse zu verstehen, mussten wir ins sehr Kleine vordringen. Die Objekte, die hier aufeinander bezogen werden, sind unvorstellbar verschieden gross. Im täglichen Leben ist ein Zentimeter eine anschauliche und natürliche Grösse; unsere direkte Vorstellung reicht von «sehr dünn» – ein Blatt Cellophan (10^{-3} cm) – zu einigen hundert Metern (10^4 cm), unterhalb und oberhalb dieser Schranken erfahren wir Längenabmessungen nicht mehr direkt durch unsere Sinne, sondern indirekt durch intellektuelle Hilfsmittel (100 km = 1 Std. auf der Autobahn). Selbst mit solchen Tricks kommen wir nicht weit; denn um auszudrücken, wie klein ein Elementarteilchen und wie gross der zurzeit beobachtbare Teil des Universums ist, müssen wir Zahlen benutzen, die wieder unvorstellbar sind: Es gehen so viele Protonen auf 1 cm, wie Zentimeter auf den Erdbahndurchmesser und wie Erdbahndurchmesser auf die Entfernung von uns bis zu den äussersten beobachteten Spiralnebeln, nämlich etwa 10^{13}–10^{14}. Wer aber kann sich die Zahl 10^{13} vorstellen? Ich kann mir zur Not 10^6 = eine Million vorstellen: Eine Million Teelöffelchen voll Wasser geben etwa 1 m^3. Aber schon 10^9 – eine Milliarde – ist schwierig: Wollen Sie Milliardär werden? Legen Sie 32 Jahre lang jede Sekunde einen Franken beiseite – dann sind Sie's. Erst eine Million Jahre geben 3×10^{13} sec. Schnüren Sie also Protonen auf, jede Sekunde eines – in einer Million Jahren ist die Kette knapp 3 cm lang; schnüren Sie zentimetergrosse Perlen auf, jede Sekunde eine, nach einer Million Jahren reicht die Kette von hier bis zur Sonne, und legen Sie

Erdbahn an Erdbahn, jede Sekunde eine dazu, und nach ein paar Millionen Jahren sind Sie bei den fernsten Spiralnebeln (genauer: dort, wo diese vor einigen Milliarden waren, als ihr Licht zu uns aufbrach). Ein letzter Vergleich, wir alle kennen ihn: Fern von hier auf einer Insel im Meer liegt der Diamantberg; alle 100 Jahre wetzt dort ein Vogel seinen Schnabel, und wenn der ganze Berg abgewetzt ist, ist der erste Augenblick der Ewigkeit vergangen. Der Montblanc wäre in 10^{40} sec abgewetzt (unsere Milchstrasse ist erst etwa 10^{17} sec alt!) und ebensolange müsste man Proton an Proton legen – jede Sekunde eines – um bis an die entferntesten Spiralnebel zu kommen.

Nach diesen Versuchen, das Unvorstellbare an Vorstellbares anzulehnen, wiederhole ich meine Feststellung:

> Um das ungeheuer Grosse (10^{14} Erdbahndurchmesser) zu erforschen, mussten wir Kenntnisse über das ungeheuer Kleine (10^{-13} cm) erwerben.

Das Universum im Grossen befolgt die Gesetze der Makrophysik: Mechanik, Elektrodynamik, Thermodynamik, Relativitätstheorie und Hydrodynamik. Meist aber sind die Verhältnisse von denen der uns täglich umgebenden Natur so sehr verschieden, dass sie eher denen in einem kernphysikalischen Experiment gleichen, welches freilich kosmische Ausmasse annimmt. Dass dann die innerste Struktur der Materie – das ungeheuer Kleine – den Aufbau des Universums, die Entstehung der Galaxien und Sterne und deren Lebenslauf weitgehend bestimmt, liegt an eben diesen so aussergewöhnlichen Bedingungen, denen dort die Materie unterworfen wird (man sollte sagen: gewöhnlichen Bedingungen – denn im grossen gesehen leben *wir* hier unter aussergewöhnlichen!).

Unter diesen Umständen ist zu erwarten, dass jeder neue Schritt ins ganz Kleine neue Zusammenhänge im ganz Grossen erschliesst und uns auf dem Wege weiterführt, auf dem wir hoffen, zu einer Theorie zu gelangen, die das Universum im Grossen und im Kleinen einheitlich erklärt.

Der letzte Schritt ins ganz Kleine hat vor wenigen Jahren begonnen und noch kaum Konsequenzen für unser Bild vom Universum gehabt; ich glaube aber, dass das bald kommt. Mit diesem letzten Schritt meine ich die Hochenergiephysik. Liebhaber eines präzisen Stils werden bemängeln, dass der Ausdruck «letzter Schritt» falsch verstanden werden kann: Nämlich, als der letzte mögliche statt als der zuletzt getane, den ich doch wohl gemeint haben sollte.

Es liegt kein Stilfehler vor: Ich habe beide gemeint und meine sogar vor allem den letzten möglichen Schritt. Statt eines Stilfehlers handelt es sich um eine Hypothese, deren Beschreibung dieser Vortrag dienen soll. Es scheint, wir haben in der Elementarteilchenphysik eine völlig neue, eine Art Endsituation, erreicht, in der die Frage nach der Zusammensetzung der Materie eine unvorhergesehene und befriedigende Antwort erhält. Das ist eigentlich verwunderlich, denn wir kommen doch scheinbar nicht um die alte Schwierigkeit herum: Wenn immer mir jemand sagt, er habe nun endlich die wahren Atome, die Grundbausteine

aller Materie gefunden, so frage ich ihn, aus was denn diese Dinger bestehen. Man kann schon bei Kant nachlesen, in welche Sackgassen man da gerät. Und nun behaupte ich, die Hochenergiephysik habe – vielleicht! – eine endgültige Auflösung dieses Dilemmas parat? Ich möchte nicht missverstanden werden: Erstens stelle ich hier eine Behauptung auf, die nicht alle meine Kollegen akzeptieren, und zweitens behaupte ich nicht, wir seien nahe daran, nun alles über die Elementarteilchen zu wissen. Aber es zeichnet sich – von einer bestimmten Seite her gesehen – der Rahmen ab, der das Bild aufnehmen könnte.

2. Die neue Situation: Hochenergiephysik

Ich möchte Ihnen zeigen, wieso die Situation neu ist.

Die Frage: «Wie ist die Materie aufgebaut?» ist für den Naturwissenschafter eine Aufforderung: Nimm sie auseinander, studiere die Bausteine und die Kräfte, die diese Bausteine verbindet, benutze die bereits bekannten Gesetze der Physik soweit möglich, postuliere neue Gesetze nur soweit unvermeidlich und versuche das Ganze widerspruchslos zu verbinden. So wichtig die theoretische Einsicht dabei sein mag – sie erst lässt uns verstehen, wieso das Ganze mehr als seine Teile ist — das erste und das letzte Wort spricht das Experiment; und hier heisst Experiment: zerlegen und Kräfte zwischen den Bausteinen messen, danach die Bausteine in Bausteinchen zerlegen, wieder Kräfte studieren und so fort, ohne Ende. Ohne Ende?

Wir wollen eine solche immer weitergehende Zerlegung verfolgen und dabei darauf achten, welche Energie wir aufwenden müssen, um einen gegebenen Stoff in seine Bestandteile zu zerlegen. Die «neue Situation» wird am klarsten, wenn wir die zur Zerlegung nötige Energie mit der Gesamtenergie vergleichen, die in dem betreffenden Stück Materie gespeichert ist.

Die Relativitätstheorie lehrt uns, dass in einem Stück Stoff der Masse m die Energie $E = mc^2$ enthalten ist (c = Lichtgeschwindigkeit).

Diese Behauptung ist experimentell bestätigt. Die Energie mc^2 ist ungeheuer gross, gemessen an den uns vertrauten Energien. Das werden wir gleich sehen. Wir wollen nämlich einen alltäglichen Stoff – etwa Kochsalz – in seine elementarsten Bausteine zerlegen und jedesmal die aufgewandte Energie mit der in dem zu zerlegenden Stück Stoff enthaltenen Gesamtenergie vergleichen.

Nehmen wir also einen Kochsalzkristall NaCl, etwa faustgross. Wie zerlegen wir ihn? Zunächst lassen wir ihn auf die Erde fallen; bei hartem Boden genügt etwa 1 m Fallhöhe, um ihn in hundert Stücke zerplatzen zu lassen – aber die Splitter sind noch immer Kochsalz. Um das kleinste Kochsalzstückchen, das NaCl-Molekül, in Natrium und Chlor zu zerlegen, müssen wir zu chemischen Prozessen greifen. Jahrhundertelange, vergebliche Bemühungen der Alchemisten haben gezeigt, dass man damit über die Zerlegung $NaCl \rightarrow Na + Cl$ nicht hinauskommt. Man glaubte

hier wirklich an die Atome, die unteilbaren Elementarbausteine, gekommen zu sein. Die Frage war nur: Warum gibt es 90 verschiedene Atome? Wenn sie verschieden sind, müssen sie doch eine verschiedene Struktur haben, also nicht unteilbar sein. Prompt fand man ein Mittel, auch sie zu zerlegen: Man warf sie wieder auf den Boden – nur diesmal etwas heftiger; oder, was auf das gleiche hinausläuft, man bombardierte sie mit sehr schnellen Geschossen. Es stellte sich heraus, dass alle Atome aus nur drei Bausteinen bestehen: Protonen und Neutronen, die den Kern, und Elektronen, die die Hülle aufbauen. Die sehr lose gebundenen Elektronen sind für die chemischen Prozesse zuständig, die den fest zusammengeschweissten Kernen nichts anhaben können – daher die Misserfolge der Alchemie. Erst die energiereichen Geschosse, die aus den modernen Teilchenbeschleunigern auf den zu untersuchenden Kern geschleudert werden, erlauben, ihn zu zerlegen. Als dies gelungen war, versuchte man den nächsten Schritt: Der Elementarbaustein des Kerns, das Nukleon (gemeinsamer Name für Proton und Neutron, die einander sehr ähnlich sind), sollte durch Stoss mit einem zweiten Nukleon aufgebrochen werden – und nun versagte die Methode auf eine Weise, die nahelegt, dass hier etwas fundamental Neues passiert.

Und jetzt wollen wir die Tabelle ansehen, in der für jeden Zerlegungsprozess angegeben ist, welcher Bruchteil der Gesamtenergie des Körpers nötig ist, um ihn zu zerlegen:

- Mechanische Zerlegung eines Kochsalzkristalls in einige Bruchstücke; Fallenlassen aus 1 m Höhe:
  1×10^{-16} der Gesamtenergie des Kristalls

- Chemische Zerlegung $NaCl \rightarrow Na + Cl$:
  7×10^{-10} der Gesamtenergie des NaCl-Moleküls

- Kernzerlegung $Na \rightarrow 23$ Nukleonen:
  8×10^{-3} der Gesamtenergie des Na-Kerns

- Zerlegung Nukleon→ ?
  5 × Gesamtenergie reicht nicht aus!

Diese Zahlen zeigen, wie enorm die Bindungskräfte zunehmen, wenn die zu zerlegenden Objekte kleiner werden. Mit der zur Zerlegung des Kochsalzkristalls nötigen chemischen Energie könnte ich ihn 7000 km hoch heben (wenn die Erdanziehung immer die gleiche bliebe) und mit der zur Zerlegung in Nukleonen erforderlichen Energie noch 10 Millionen mal höher – und immer noch hätte ich nur knapp ein Prozent der in ihm enthaltenen Gesamtenergie $E = mc^2$ aufgebraucht.

Mit so vergleichsweise winzigen – wenngleich wachsenden – Bruchteilen der Gesamtenergie gelingt es, alle uns bekannten Stoffe in die Bausteine Elektron und Nukleon zu zerlegen.

Es war vorauszusehen, dass man das Nukleon mit einem noch grösseren Bruchteil seiner Gesamtenergie würde bombardieren müssen, um es in

seine Bestandteile zu zerlegen. Also hat man Hochenergiebeschleuniger gebaut und Nukleonen mit Energien aufeinanderstossen lassen, die höher und höher geschraubt wurden und heute nicht einen Bruchteil, sondern beim neuesten sowjetrussischen Beschleuniger (70 GeV) das Fünffache der in einem Nukleon gespeicherten Gesamtenergie $E = mc^2$ erreichen: Die Nukleonen bleiben heil! Wenn höchstenergetische kosmische Strahlung auf ein Atom trifft, ist die Stossenergie sogar bis zu ein paar hundertmal grösser als die im Nukleon gespeicherte – und bisher deutet nichts darauf hin, dass dabei Nukleonen zertrümmert werden. Im Gegenteil: Es entstehen massenhaft neue Materieteilchen, darunter sogar wieder Nukleonen (und Antinukleonen); die meisten so erzeugten neuen Teilchen sind freilich instabil – sie zerfallen in unglaublich kurzer Zeit, jedoch langsam genug, dass man mit ihnen experimentieren kann. Ich will jetzt nicht auf die Eigenschaften dieser Teilchen eingehen und auf die verblüffende Weise, in der diese Eigenschaften sich in ein einfaches Schema einordnen lassen, welches nahelegt, die Nukleonen sowie alle die neuen Teilchen als aus nur drei fundamentalen Bausteinen zusammengesetzt zu denken (den sogenannten Quarks, die aber noch nie gesehen wurden und vielleicht auch nicht existieren) – diese Dinge sind in einer auch für den Nichtspezialisten verständlichen Weise in mehreren guten Artikeln in «Scientific American» und «Bild der Wissenschaft» beschrieben worden.

Ich möchte auf etwas anderes hinaus: Erstens will ich versuchen klarzumachen, dass hier wirklich etwas radikal Neues vorliegt, zweitens will ich begründen, wieso ich glaube, dass wir hier in einer Endsituation sind, die gleichwohl kein Ende bedeutet.

Zum ersten: Stellen Sie sich vor, beim Zerlegen und Zerlegen und Zerlegen der Materie sei man endlich auf kleine, ungeheuer harte Kügelchen gestossen, sagen wir so gross wie eine Erbse, die weder zu zerstören noch auf irgendeine Weise voneinander zu unterscheiden gewesen seien. Schliesslich habe man solche Kügelchen aufeinander geschossen und dabei Energien aufgewandt, die grösser gewesen seien als die Massenenergie der Kügelchen; jedoch statt zu zerbrechen, hätten sie sich in vier solche Erbsen (davon eine «Antierbse») auf geteilt – *jede genauso gross, genauso schwer, genauso hart wie die beiden ersten* – d.h. zwei seien ganz neu entstanden. Und dazu habe es noch eine Menge Splitter und Funken aus einem bisher unbekannten Material gegeben, die aber fast augenblicklich unter Knall zersprungen und zum Teil einfach verschwunden seien, zum Teil jedoch nochmals Erbsen der oben beschriebenen Einheitssorte von sich gegeben hätten. Eine solche Situation wäre mit Recht als neuartig angesehen worden.

Für die Physiker kam sie gleichwohl nicht unerwartet: Relativitäts- und Quantenphysik hatten längst gelehrt, dass Energie und Masse äquivalent sind und sich spontan ineinander verwandeln können; setzt man also in einem Stoss Energie frei, so kann sie als Materie auftreten, falls nur der Energiebetrag grösser ist als die Massenenergie mc^2 des neu zu erzeugenden Teilchens.

3. Die Hohlraumstrahlung

Ich muss nun einen Begriff einführen, der in der Physik eine grosse Rolle gespielt hat: An ihm geriet die klassische Physik ins Scheitern, denn er hat PLANCK zur Quantenhypothese gezwungen und damit die Revolution der Physik eingeleitet, die in der Formulierung der Quantentheorie gipfelte und der bisher keine vergleichbare Revolution mehr gefolgt ist. Ich meine den Begriff der «Hohlraumstrahlung».

Wenn man einen völlig leeren Kasten – einen Hohlraum – in ein Wärmebad der Temperatur T steckt, so bleibt er nicht leer, sondern füllt sich mit elektromagnetischer Strahlung an, deren spektrale Zusammensetzung, d.h. die Verteilung auf die verschiedenen Wellenlängen (Radiowellen, Wärme, Licht, UV-Licht, Röntgenstrahlung), durch das Plancksche Strahlungsgesetz genau beschrieben wird. Diese spektrale Zusammensetzung hängt von der Temperatur ab; in der Tat messen wir sehr hohe Temperaturen und/oder solche weit entfernter Objekte (Sterne), indem wir studieren, wie die Strahlung sich über das Spektrum verteilt. Aber nicht nur die spektrale Verteilung, auch die Intensität der Strahlung hängt von der Temperatur ab. So nämlich, dass die gesamte ausgestrahlte Energie proportional zu T^4 ist; oder, was mir besser passt: die Temperatur ist der vierten Wurzel aus der Strahlungsenergie proportional: Wenn die Energie auf das 16fache gestiegen ist, hat sich die Temperatur gerade nur verdoppelt. Aus dem täglichen Leben sind wir gewohnt, dass im grossen und ganzen (d.h. abgesehen von chemischen und Phasenumwandlungen: Schmelzen, Kochen) die Wärmeenergie etwa proportional zur Temperatur ansteigt, d.h. 16fache Wärmeenergie auch 16fache Temperatur bedeutet. Das kommt daher, dass Wärme nichts anderes als ungeordnete Bewegung der Moleküle ist und, da deren Zahl (normalerweise) konstant bleibt, alle zugeführte Energie sich als Wärme wiederfindet und die Temperatur proportional erhöht: Temperatur ist definiert als Mass für die mittlere Bewegungsenergie pro Molekül. Im Strahlungsfeld – auch Lichtquantengas genannt – bleibt die Zahl der «Moleküle», nämlich der Lichtquanten, jedoch keineswegs konstant: Es entstehen ihrer um so mehr, je höher die Temperatur wird, also je mehr Energie ich zuführe. Es müssen sich dann mehr Lichtquanten, als ursprünglich vorhanden waren, in die neu zugeführte Energie teilen; daher bekommt jedes nur einen kleineren Anteil für sich, als es bekommen hätte, wäre ihre Zahl konstant geblieben. Da Temperatur = mittlere Energie pro Lichtquant, ist die Temperatur langsamer gestiegen als im Fall der konstanten Teilchenzahl; ein Teil ist eben in der Erzeugung neuer Lichtquanten investiert worden. Rechnet man das alles genau nach, so findet man das Stefan-Boltzmannsche Gesetz $T = \text{const} \cdot \sqrt[4]{E}$.

Was hat das mit unseren unzerstörbaren Nukleonen und den neu erzeugten Teilchen zu tun?

Wir haben lediglich den Begriff der Hohlraumstrahlung zu erweitern: Wer sagt denn, dass die Strahlung nur aus Lichtquanten bestehen darf? Es gibt kein Gesetz in der Physik, welches verbietet, dass materielle Teil-

chen in dieser Strahlung auftreten dürfen. Ja, die Relativitäts- und Quantentheorie fordern es geradezu: Wenn $E \geqslant mc^2$, kann ein Teilchen der Masse m spontan entstehen (es gibt da gewisse einschränkende Erhaltungssätze, die aber am Prinzip nichts ändern). Wenn wir also die Temperatur unseres Kastens weiter und weiter steigern, werden in der Strahlung notwendig irgendwann materielle Teilchen (und Antiteilchen) auftreten, und zwar im Prinzip von jeder beliebigen Sorte. Freilich: die Wahrscheinlichkeit, ein Teilchen der Masse m vorzufinden, nimmt mit wachsender Masse ungeheuer schnell ab (nämlich exponentiell).

Studiert man Stossprozesse bei sehr hoher Energie quantitativ, so stellt sich heraus, dass die neu erzeugten Teilchen eben dieselbe Energie- und Winkelverteilung haben, die sie hätten, wenn sie aus einer Hohlraumstrahlung sehr hoher Temperatur stammten[1] (wobei in unserem Zusammenhang nicht interessiert, dass der strahlende Hohlraum sich ausserdem selbst bewegt). Daher kann man diese Temperatur bestimmen, indem man das Plancksche Strahlungsgesetz auf die Strahlung materieller Teilchen ausdehnt: Für jede Plancksche spektrale Energieverteilung gibt es einen bestimmten Temperaturwert T, und man braucht nur die Energieverteilung der in einem bestimmten Stossprozess neu erzeugten Teilchen zu messen, um zu wissen, welche Temperatur beim Zusammenstoss der beiden Geschosse erreicht wurde. Wir können also über die Temperatur, die während der unvorstellbar kurzen Stosszeit von 10^{-23} sec in dem unvorstellbar kleinen Raumgebiet von 10^{-13} cm Radius geherrscht hat[2], eine ebenso sichere Aussage machen wie über die Temperatur der Oberfläche des Sirius oder des Inneren eines Hochofens. Da die Stossenergie ein Mehrfaches der Massenenergie der stossenden Teilchen beträgt, ist es nicht verwunderlich, dass die so gemessenen Temperaturen alles auf der Erde und am Himmel Bekannte weit, weit übertreffen: Diese Temperaturen (im CERN täglich in Milliarden von Zusammenstössen erzeugt) sind von der Grössenordnung 10^{12} °K. Man versuche sich das vorzustellen: Ein Ofen, der jede Sekunde um 1° heisser wird, würde nach 1½ min Wasser zum Kochen bringen, nach 1½ Std. die Oberflächentemperatur der Sonne, nach einem Jahr deren Innentemperatur, aber erst nach 100000 Jahren die Temperatur erreicht haben, von der wir in der Hochenergiephysik reden!

4. Höchste Temperatur = Siedepunkt der Urmaterie?

Ich sage: Es ist nicht verwunderlich, dass diese Temperatur so hoch ist – im Gegenteil, man hätte erwartet, dass sie viel höher sei und insbesondere dass sie mit der Energie der zusammenstossenden Teilchen anwachsen sollte. So nämlich, wie man es von der Hohlraumstrahlung – und um die handelt es sich ja hier – weiss, also mit etwa der vierten

[1] E. FERMI hat als erster diese Interpretation gegeben.

[2] 10^{-23} sec ist die Zeit, die das Licht braucht, um das Nukleon (10^{-13}cm) zu durcheilen.

Wurzel aus der Energie. Stattdessen bleibt sie (von noch nicht recht verstandenen Ausnahmen abgesehen) einfach konstant; genauer: wenn die Stossenergie immer weiter wächst, strebt die Temperatur einem endlichen Grenzwert T_0 zu ($1{,}8 \times 10^{12}$ °K entsprechend 160 MeV).

Und nun scheint es, dass dieser Umstand ausserordentlich bedeutsam ist und darauf hinweist, dass wir beim Zerlegen der Materie an ein unvorhergesehenes Ende gekommen sind, das gleichwohl kein Ende ist.

Nämlich: die Temperatur der gewöhnlichen Hohlraumstrahlung wächst nur mit der vierten Wurzel der Energie, also recht langsam an, weil ein grosser Teil der Energie statt zur Erhöhung der Temperatur zur Erzeugung neuer Lichtquanten verbraucht wird. Im Fall der in der Hochenergiephysik auftretenden materiellen Hohlraumstrahlung stehen aber nicht nur Lichtquanten, sondern neue Sorten von Teilchen zur Verfügung, und jede Sorte erhebt Anspruch darauf, dass ihr ein Teil der Gesamtenergie zufällt, um ihre Delegation zu erzeugen und in die Diskussion über das Strahlungsgleichgewicht zu entsenden. Je mehr solche Delegationen erforderlich werden – d.h., je mehr verschiedene *Sorten* von «Elementarteilchen» es gibt –, um so weniger Energie erhält jede einzelne und um so weniger bleibt übrig, um die Temperatur zu erhöhen. Nun gibt es in der Tat sehr viele verschiedene Sorten von Teilchen, die in einem hochenergetischen Zusammenstoss erzeugt werden können – man kennt schon über 100 neue «Elementarteilchen» – und alle haben voneinander verschiedene Masse. Um den jetzt erforderlichen Begriff des Massenspektrums zu erläutern, möchte ich einen abwegig scheinenden, aber zutreffenden Vergleich einführen, nämlich den mit Büchern. Es gibt viele verschiedene Titel, jeder hat einen festen Preis (haben zwei den gleichen Preis, so kann man eine weitere unterscheidende Eigenschaft aufführen). Ich vergleiche nun: Buchtitel mit Teilchensorte; Preis mit Teilchenmasse; Auflage mit der Wahrscheinlichkeit, ein Teilchen dieser Sorte vorzufinden. Ebenso wie man nun – ohne auf die Inhalte der Bücher einzugehen – eine Statistik aufstellen kann, indem man fragt: Wie viele verschiedene Bücher gibt es in jedem gegebenen Preisintervall (also zwischen Fr. 10.— und Fr. 11.— oder zwischen Fr. 31.50 und Fr. 36.75), ebenso kann man die Mächtigkeit des Vorrats an verschiedenen Sorten von «Elementarteilchen» – ohne auf ihre individuellen Eigenschaften einzugehen – charakterisieren, indem man angibt, wie viele Sorten es in jedem Massenintervall gibt; man nennt eine solche Verteilung ein «Massenspektrum», ebenso wie man vom Spektrum der Literatur spricht.

Offenbar wird nun das Strahlungsgleichgewicht in unserem heissen Hohlraum vom Massenspektrum der beteiligten materiellen Teilchen abhängen: Je mehr verschiedene Sorten es gibt, um so weniger wird bei gleicher zugeführter Energie die Temperatur ansteigen. Die präzisen Begriffe «Massenspektrum» und «Strahlungsgleichgewicht im Hohlraum» gestatten nun eine mathematische Behandlung des Problems.

Resultat: Wenn das Massenspektrum der beteiligten «Elementarteilchen» in ganz bestimmter Weise ungeheuer stark zunimmt, dann kann die Temperatur nie über einen festen Grenzwert hinaus wachsen. Diese

Grenztemperatur T_0 taucht als repräsentative Konstante in der mathematischen Beschreibung des Massenspektrums auf: Wenn man in immer gleichlangen Schritten $\Delta m = 2{,}4 \cdot T_0$ zu höheren Massen aufsteigt, kommen mit jedem neuen Schritt 10mal mehr neue Teilchensorten in den Blick als bei allen bisherigen Schritten zusammengenommen. Man sagt, das Massenspektrum wächst exponentiell wie e^{m/T_0}.

Das können wir nun experimentell nachprüfen: Die im Hochenergieexperiment gemessene Temperatur (die immer nahe beim Grenzwert T_0 liegt) müsste man wiederfinden, wenn man die im Experiment beobachteten neu erzeugten «Elementarteilchen» in ein Massenspektrum sortiert und aus ihm die Konstante T_0 abliest. Natürlich können wir immer nur einen kleinen, auf niedere Massen beschränkten Teil dieses Spektrums beobachten (bei den grösseren Massen geht die «Auflage» rapide zurück, wiederum exponentiell). Man findet:

> Soweit das Massenspektrum annähernd vollständig bekannt ist, wächst es in genau der Weise, wie es die Existenz einer Grenztemperatur erfordert, und die Konstante T_0 stimmt numerisch überein mit der gefundenen oberen Schranke der im Zusammenstoss gemessenen Temperaturen.

Nun sind uns einige Grenztemperaturen aus dem täglichen Leben vertraut, am besten vielleicht die des kochenden Wassers: Gleichgültig wie heiss ich den Ofen mache, kochendes Wasser hat (bei normalem Luftdruck) immer gerade 100 °C. Warum? Weil alle zugeführte Wärmeenergie verbraucht wird, um Wassermoleküle aus der Flüssigkeit herauszuheben. Natürlich gehen bei jeder Temperatur Moleküle aus der Flüssigkeit in den Dampf über, und im allgemeinen wird zugeführte Energie aufgeteilt zwischen den beiden Mechanismen, die sich um sie streiten: Temperaturerhöhung und Verdampfung. Bei wachsender Temperatur wird es für ein Molekül aber immer leichter, sich von der Flüssigkeit zu lösen, und wenn sich die Temperatur dem Siedepunkt nähert, wird es so leicht, dass sie alle hinauswollen und auch wirklich nacheinander hinausgehen. Dabei brauchen sie die ganze zugeführte Wärme für sich und lassen den noch Zurückbleibenden nichts, um ihre Temperatur zu erhöhen.

Ganz ähnlich kommt die Grenztemperatur im hochenergetischen Stoss zustande: Man muss nur die Worte «die Flüssigkeit verlassen» ersetzen durch «den Sprung vom Nichtsein ins Sein tun». Zu diesem Sprung braucht ein Teilchen der Masse m die Energie mc^2, und wenn es so viele verschiedene Teilchen gibt wie oben beschrieben, dann wird die Geburtsrate bei wachsender Temperatur irgendwann so gross, dass die vielen erforderlichen Beträge mc^2 alle Energiezufuhr aufbrauchen und den schon geborenen Teilchen nichts übriglassen, um ihre gemeinsame Temperatur zu erhöhen. Wegen dieser Analogie spreche ich von «siedender Urmaterie».

Freilich: Wenn alles Wasser verkocht ist, wird weitere Energiezufuhr die Temperatur des Dampfes erhöhen. Alles Wasser kann verkochen,

denn eine gegebene Wassermenge hat eine feste Molekülzahl. Unsere siedende Urmaterie kann nie verkochen, *denn es ist die zugeführte Energie selbst*, die sich materialisiert und so dafür sorgt, dass immer neue Teilchen geboren werden. Also kann auch nie der Vorgang eintreten, der dem weiteren Erhitzen des Wasserdampfes entspricht.

Wenn diese Überlegungen richtig sind und wir mit der experimentellen Grenztemperatur T_0 und dem anwachsenden Massenspektrum nicht von der Natur in eine Falle gelockt worden sind (was durch diese Experimente prinzipiell nie ausgeschlossen werden kann), dann ist $T_0 = 1{,}8 \times 10^{12}$ °K die höchste überhaupt mögliche Temperatur eines stationären thermodynamischen Gleichgewichts. Gelegentliche Überschreitungen von T_0, die dem wohlbekannten Siedeverzug analog wären, sind wahrscheinlich.

5. Wird die Frage nach den «letzten Bausteinen» sinnlos?

Es bleibt die letzte Frage: Nehmen wir einmal an, das wäre alles richtig; es gäbe also ein unendliches Massenspektrum neuer Teilchen und eine entsprechende Grenztemperatur – was hat das mit der angekündigten Endsituation zu tun, die doch kein Ende bedeuten soll? Hier begeben wir uns auf das Gebiet der Spekulation, der theoretischen Konstruktion, die aus einer begrenzten Zahl von experimentellen Befunden eine Regel abstrahiert, die dann versuchsweise als allgemeingültiges Prinzip postuliert wird. Damit ist die übliche logische Situation der theoretischen Physik geschaffen: Wir haben ein Modell, dessen weitere Eigenschaften mit den etablierten Methoden der Mathematik und der Annahme, dass im übrigen nur die bereits bekannten Naturgesetze gelten, analytisch abzuleiten sind. So werden experimentell überprüfbare Voraussagen gewonnen oder bereits bekanntes Verhalten erklärt. Übereinstimmung der Voraussagen mit den Fakten ist notwendig, aber nicht hinreichend dafür, dass das Modell stimmt. Das gilt insbesondere für das im Folgenden dargestellte Modell.

Um es in Worten zu beschreiben, muss ich mich weit weniger genau ausdrücken, als es die technischen Hilfsmittel der theoretischen Physik erlauben würden. Ich will aber um jeden Preis den Fachjargon zu vermeiden trachten.

Im hochenergetischen Stoss werden massenhaft neue materielle Teilchen erzeugt (Ereignisse mit hundert und mehr wurden beobachtet). In unserer Terminologie kommen sie aus der im Zusammenstoss erzeugten siedenden Urmaterie. In gewissem (physikalisch durchaus präzisem) Sinn waren sie also alle in diesem Stück siedender Urmaterie enthalten. Nimmt man nun eines dieser neuerzeugten Teilchen unter die Lupe (was nicht einfach ist: Lebensdauer $\approx 10^{-23}$ sec), so sieht man, dass es sich selbst wie siedende Urmaterie verhält, nämlich weiter in viele Teilchen zerfallen kann. Diese Tendenz wächst, je grösser seine Masse ist. Solch ein Teilchen mit grosser Masse hat also eine Doppelnatur: Einerseits kann

es als «Elementarteilchen» am Strahlungsgleichgewicht teilnehmen, andererseits kann es selber als ein aus anderen «Elementarteilchen» bestehendes Strahlungsgleichgewicht angesehen werden. Insofern kann man keines dieser Teilchen als elementar bezeichnen, da es ja wiederum aus anderen solchen Teilchen besteht, die selbst um kein bisschen elementarer sind: Jedes besteht gleichzeitig aus allen anderen. Freilich nicht in gleichmässiger Zusammensetzung. So könnten die obenerwähnten Quarks, aus denen «alles aufgebaut ist», ruhig eines Tages entdeckt werden: Sie würden in diesem Bild lediglich eine Vorzugsrolle spielen. Übrigens ist charakteristisch für dieses «Bestehen-aus», dass Zahl und Art der Bausteine irgendeines solchen Teilchens unbestimmt bleiben; es setzt sich einmal so, einmal so zusammen.

Das Modell besteht nun darin, dieses an der begrenzten Zahl bisher bekannter Elementarteilchen beobachtete Verhalten, das mit wachsender Masse immer deutlicher wird, für weiter wachsende Masse (wo wir experimentell noch nichts wissen) als Prinzip zu postulieren. Hat man das einmal getan, so kann man beinahe alles weitere aus den Lehrbüchern der statistischen Thermodynamik abschreiben. Das überraschende Resultat lautet:

> Das Massenspektrum dieser Teilchen wächst in genau der Weise (exponentiell) an, die eine absolut höchste Temperatur zur Folge hat.

Damit schliesst sich der Kreis:

- Die Eigenschaft der neuen «Elementarteilchen», dass jedes gleichzeitig in stets wechselnder Weise aus allen anderen besteht
- die mit der Masse ungeheuer (exponentiell) anwachsende Zahl verschiedener Sorten solcher «Elementarteilchen»
- die Existenz eines «Siedepunkts» für diese Urmaterie

Diese drei anscheinend so verschiedenen Dinge stellen sich nur als die verschiedenen Erscheinungsformen einer einzigen Ureigenschaft heraus – wenigstens, wenn man irgendeine dieser drei als allgemein, d.h. nicht nur in dem zurzeit bekannten experimentellen Bereich gültig postuliert. Ein theoretisches Modell, das, wie dieses, das Verhalten im Unendlichen aus dem im Endlichen Bekannten extrapoliert und als Postulat einführt, kann nicht bewiesen werden. Seine Widerspruchsfreiheit, seine formale Einfachheit und die Tatsache, dass seine detaillierten quantiativen Vorhersagen im bisher zugänglichen Experimentierbereich stimmen, macht es interessant und bis auf weiteres glaubwürdig. Sollte es richtig sein, so hebt sich die alte Frage nach den endgültigen letzten Bausteinen der Materie selbst auf: Sie ist in einen endlosen Kreis eingemündet. Nochmals der Vergleich mit Büchern: Es gibt kein «Elementarbuch», aus dem alle anderen aufgebaut sind. Und wenn nur zwei Bücher heftig genug aufeinanderstossen, entstehen spontan viele neue – jedes aber enthält jedes andere irgendwie in sich.

Bevor ich die letzte Frage beantworte: Was hat das alles mit «Evolution der Materie» zu tun? noch ein paar Bemerkungen.

a) Die beschriebene Situation ist typisch für die Physik der «starken Wechselwirkung», an der alle Nukleonen und die für die Kernkräfte verantwortlichen Teilchen teilnehmen. Das Elektron z.B. kümmert sich nicht darum. Der Grund ist: Die starken Wechselwirkungen lassen den elektromagnetischen und schwächeren Kräften in einem so kurzen Zusammenstoss gar keine Zeit, sich am Gleichgewicht zu beteiligen; ehe sie aufwachen, ist alles sozusagen schon seit ein paar Millionen Jahren vorbei.

b) Die hier beschriebene Spekulation postuliert, was für unendlich grosse Massen passieren soll, indem es das extrapoliert, was bei endlichen Massen beobachtet wird. Es gibt ein technisch völlig verschiedenes, in der physikalischen Idee aber sehr verwandtes Verfahren, nach der anderen Seite, nämlich zu den stabilen «Elementarteilchen» Nukleon, Mesonen (stabil unter starker Wechselwirkung) zu extrapolieren und auch hier eine Beschreibung zu versuchen, bei der jedes solche Elementarteilchen gleichzeitig aus allen anderen besteht: Dies ist die sogenannte «Bootstrap-Theorie», auf deutsch am besten «Münchhausen-Theorie». Wie jener Herr versucht man nämlich, sich am eigenen Haar aus dem Sumpf zu ziehen. Ich halte dieses Modell für prinzipiell richtig – es ist im Grunde dasselbe, wie das oben beschriebene – aber es hat, wie ich glaube, wegen eines technischen Fehlers bisher nicht recht funktioniert: Man hat meist nur die paar untersten Massen in eine solche selbstkonsistente Zirkelrechnung aufgenommen, je mehr man mitnimmt, um so besser geht's. Es gehören aber wohl *alle* hinein. In der Tat: Erst wenn man sagt, Münchhausen habe so stark an seinen Haaren gezogen, dass nicht nur er, sondern mit ihm der Sumpf, die Erde, die ganze Welt ein Stück verschoben worden seien – dann kann man eigentlich nichts mehr einwenden.

c) Es ist bemerkenswert, dass in der heutigen Elementarteilchenphysik (oder Hochenergiephysik – wir haben gesehen, dass das dasselbe ist) kein Anzeichen dafür existiert, dass die bisherige Relativitäts- und Quantentheorie in irgendeiner revolutionären Weise zu korrigieren oder zu erweitern wären; und das, obwohl wir uns in einer neuen Situation befinden.

d) Nach meinem Bericht könnte es scheinen, als sei damit ein Ende der Elementarteilchenphysik gekommen. Abgesehen davon, dass es sich teilweise um Hypothesen handelt: Selbst wenn alles stimmte, wären wir nicht an einem Ende, sondern an einem neuen Anfang: In allen obigen Überlegungen war nur von starker Wechselwirkung, aber nicht von speziellen Kräften, nur von der stets wechselnden Zusammensetzung der «Elementarteilchen», nie von ihren individuellen Eigenschaften die Rede – und unsere Schlüsse sind von diesen Dingen sogar völlig unabhängig. Wir haben das Verhalten im grossen und ganzen, nämlich das statistische Verhalten, beschrieben. Das Hauptaugenmerk der Hochenergiephysik liegt aber eben auf diesen individuellen Eigenschaften der neuen Teilchen, den Kräften zwischen ihnen und der Frage: Warum gerade *diese?* Und da stehen wir am Anfang.

e) Viele Physiker glauben nach wie vor an die Möglichkeit, weiter und

weiter zu immer elementareren Bausteinen vorzudringen. Man muss dieser Linie experimentell folgen und sich nicht von einer intellektuell noch so befriedigenden Spekulation verleiten lassen, die Frage für erledigt zu halten.

f) Ich habe mich bemüht, alles in unserer Alltagssprache zu beschreiben, in Worten, die auch wir Physiker benutzen, wenn wir über solche Dinge beim Tee reden. Ihnen muss notwendig vieles mysteriös vorkommen, besonders die Behauptung, dass jedes «Elementarteilchen» in stets wechselnder Weise aus allen anderen besteht. Nehmen Sie es als eine Als-Ob-Sprechweise, als ein verschwommenes Bild dessen, was sich im Fachjargon und mit Hilfe der Mathematik in wenigen Zeilen präzis formulieren lässt.

Ich glaube, Ihnen mit diesem Bericht ganz nebenbei verständlich gemacht zu haben, warum wir Hochenergiephysiker so dringend nach dem neuen grossen europäischen 300-GeV-Beschleuniger verlangt haben, der nun wahrscheinlich gebaut werden wird.

6. Mögliche Konsequenzen im Grossen?

Was hat das alles mit der Evolution der Materie zu tun? Wenigstens einige Theorien der Entstehung des Universums nehmen einen «Urknall» an, eine Schöpfungsexplosion sozusagen. Nach bisherigen Vorstellungen – basierend auf der althergebrachten Hohlraumstrahlung – begann das Universum mit unendlich hoher Energiedichte, einem dieser Energiedichte proportionalen Druck und unendlich hoher Temperatur. Unter solchen extremen Verhältnissen gibt es aber die alte Hohlraumstrahlung gar nicht mehr, sondern vielmehr diejenige, die im hochenergetischen Zusammenstoss von Nukleonen herrscht. Und dann ist die Temperatur nicht unendlich, sondern nur etwa 10^{12} °K, und der Druck nicht mehr der Energiedichte, sondern nur ihrem Logarithmus proportional. Dann aber hätten die Anfänge des Universums anders ausgesehen, als man bisher annahm: nämlich so, wie in Experimenten bei CERN, wo ein Proton mit einem anderen für 10^{-23} sec zu siedender Urmaterie verschmilzt. Ja, es ist nicht auszuschliessen, dass es ganze Sterne, bestehend aus siedender Urmaterie, gibt.

Nun kann man immerhin sagen, dieser Urknall, mit dem alles, auch die Zeit, angefangen hat, sei eine ebenso unbefriedigende Annahme wie die der Existenz allerletzter Bausteine der Materie. Denn so wie man dort fragt: Und woraus bestehen denn die?, so kann man hier fragen: Und was war vorher? Wie kam es dazu? Wir wissen es nicht. Vielleicht aber finden wir eines Tages, dass diese Frage auf ganz ähnliche Weise gegenstandslos wird wie – möglicherweise – die nach dem letzten Baustein.

Ich schliesse mit einer Anekdote: Am Schwarzen Brett einer deutschen Universität war einmal unter den Vorlesungsankündigungen zu lesen:

Dienstags von 9–11 Uhr, privatissime und gratis: Übungen im Aufbau des Universums – nur für Fortgeschrittene. gez. xxx

Wir aber werden immer Anfänger bleiben.

Kommission für Weltraumforschung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft

Präsident: Prof. Dr. E. STIEFEL
Sekretär: Dr. G. PORETTI

Wissenschaftliche Tagung in Montreux am 7./8. Juni 1968

Durch den Beitritt zur ESRO (European Space Research Organization) hat die Schweiz ihr Interesse an der Weltraumforschung und Weltraumtechnik bekundet. Im nationalen Bereich entstand damit das Problem, eine bescheidene und unseren Möglichkeiten angepasste wissenschaftliche Aktivität auf diesem Gebiet aufzubauen. Neben dem rein naturwissenschaftlichen Interesse schien es vor allem nötig, über eine Gruppe von Fachleuten zu verfügen, die dank ihren Fachkenntnissen ein gewisses Mitspracherecht der Schweiz in der internationalen Planung sicherstellen. Nur so war zu hoffen, dass die hohen Jahresbeiträge an die ESRO auch der schweizerischen Wissenschaft zugute kommen.

Die Kommission SNG hat sich bemüht, hier einen gangbaren Weg zu finden, der stetig und unbekümmert um das Auf und Ab der internationalen Planung verfolgt werden kann. Sie hat insbesondere im Auftrag der Eidgenössischen Konsultativkommission für Weltraumfragen im Jahre 1966 ein über 5 Jahre laufendes nationales Programm ausgearbeitet und mit wechselndem Erfolg dessen Realisierung versucht. Leider war es nicht möglich, eine gesamtschweizerische wissenschaftliche und administrative Leitung für die Realisierung dieses Programms zu schaffen, wie dies in andern Ländern als einzig erfolgversprechend erkannt wurde. Der Bundesrat hat zwar den Delegierten für Fragen der Atomenergie als exekutive Fachstelle des Bundes für die Raumforschung bezeichnet. Die Finanzierung der einzelnen wissenschaftlichen Projekte hat aber von dem Nationalfonds durch direkten Kontakt mit den einzelnen Wissenschaftern zu geschehen.

Die wechselvollen Schicksale der ESRO haben bewirkt, dass die schweizerischen Forscher eher bilaterale Abmachungen suchten, um ihre Experimente in Raumfahrzeugen unterzubringen. Das Institut der Universität Genf (Prof. GOLAY) arbeitet für seine astronomischen Untersuchungen mit Frankreich und den USA zusammen, die Universität Bern (Prof. GEISS) hat enge Kontakte mit der NASA und mit Deutschland, der Unterzeichnete führte im Auftrag der NASA mathematische Untersuchungen durch, und die erste schweizerische Zenitrakete ist in Sardinien gestartet worden.

Die nachfolgenden Zusammenfassungen von Vorträgen an der Tagung in Montreux geben über einige wesentliche erste Ergebnisse schweizeri-

scher Raumforschung Auskunft und sollen beweisen, dass auch ein kleines Land in diesem neuen Bereich nicht beiseite stehen muss.

Wir sind dem Sekretär unserer Kommission, Herrn Dr. PORETTI, für die Organisation der Tagung zu Dank verpflichtet.

Zürich, 18. Oktober 1968

Der Präsident der Kommission:
E. STIEFEL

1. M. GOLAY (Observatoire de Genève) – *L'astronomie spatiale*

La possibilité de pouvoir transporter des récepteurs dans l'espace permet à l'astronome d'aborder enfin l'étude de plusieurs énigmes difficiles. L'extension des moyens offerts maintenant aux astronomes est tellement importante que nous pouvons considérer que l'astronomie sort maintenant de sa préhistoire. Le progrès résulte de l'élimination de trois handicaps fondamentaux:

1° Elimination de l'absorption atmosphérique
2° Elimination de la turbulence atmosphérique
3° Elimination de la luminosité du fond du ciel

Ces trois handicaps étaient causés par l'atmosphère terrestre et disparaissent donc en transportant le télescope au-dessus de la vase atmosphérique.

En éliminant ainsi l'absorption atmosphérique le spectre stellaire devient observable de 912 Å au rayonnement radioélectrique et du rayonnement γ à 32 Å. L'écran, produit par l'hydrogène interstellaire, couvre l'intervalle 32 Å à 912 Å. Cet écran n'existe évidemment pas pour le Soleil. En supposant que la distribution spectrale d'énergie d'une étoile suit grossièrement une loi de PLANCK, la formule élémentaire bien connue qui donne la longueur d'onde du maximum de la distribution,

$$\lambda_{max}\ [\mu m] = \frac{2897{,}5}{T}$$

montre que seules les étoiles de température comprises entre 5000 et 8500° ont ce maximum dans la partie visible du spectre. Or, les températures stellaires sont spécialement comprises entre 1000 et 50000 °K. Donc, pour la plupart des étoiles, la plus grande partie du rayonnement a échappé jusqu'à maintenant à l'observation.

En éliminant la turbulence, cause de la scintillation des étoiles, l'astronome a la possibilité d'utiliser pleinement le pouvoir de séparation de son télescope. Le pouvoir de séparation limité sur Terre à 0,5″ d'arc environ est donné dans l'espace par l'expression

$$S'' = \frac{28}{D\ [cm]} \cdot \lambda\ [\mu m]$$

où D est le diamètre du télescope. Cet accroissement du pouvoir de résolution permet de détecter de nouvelles galaxies, de nouvelles étoiles multiples, de réduire dans un rapport 10 le temps nécessaire pour établir les mouvements stellaires, donc les distances stellaires.

En éliminant la luminosité du fond du ciel qui résulte de la diffusion atmosphérique, l'astronome peut détecter des étoiles plus faibles. Le gain est d'environ 3 magnitudes (donc étoiles 15 fois plus faibles) ce qui multiplie par 10 le nombre d'étoiles détectables.

L'élimination de ces trois handicaps fondamentaux nous permettra de savoir comment se répartit l'hydrogène moléculaire, si les étoiles très froides existent, si les étoiles neutroniques sont assez nombreuses pour expliquer l'extraordinaire lacune actuelle qui apparaît lorsque nous comparons la masse dynamique de la galaxie avec la masse statistique. Enfin, l'étude des spectres ultraviolet permettra de calculer avec précision l'abondance des divers éléments chimiques dans les étoiles. L'histoire de la formation des éléments chimiques pourra donc être établie, basée ainsi sur des expériences directes. Cette histoire est directement liée à celle de notre galaxie et à celle de l'Univers. L'astronomie spatiale permettra donc de réaliser une mangifique synthèse englobant l'atome, l'étoile et l'Univers.

2. EDITH A. MÜLLER (Observatorium Genf) – *Ballonexperimente zur Erforschung des infraroten Sonnenspektrums*

Es sollen hier die wissenschaftlichen Grundgedanken zusammengefasst werden, die uns zu den in Zusammenarbeit mit Herrn Prof. F. KNEUBÜHL und dessen Mitarbeitern von der ETH geplanten Ballonexperimenten zur Erforschung des infraroten Sonnenspektrums geführt haben. Zu diesem Zwecke werden wir zunächst kurz den Aufbau der Sonnenatmosphäre beschreiben, um danach einige wichtige Punkte hervorzuheben, welche die Ballonexperimente im Infraroten rechtfertigen.

Die Sonnenatmosphäre wird in drei Hauptgebiete aufgeteilt – die Photosphäre, die Chromosphäre und die Korona –, die sich in der Art des Energietransportes, in der physikalischen Struktur und in der geometrischen Ausdehnung unterscheiden. Als eine dünne Schicht von nur einigen hundert Kilometern Höhe begrenzt die *Photosphäre* die Sonnenoberfläche. In ihr wird die im Innern der Sonne erzeugte und an die Oberfläche gelangte Energie im wesentlichen durch Strahlung transportiert. Die Temperatur nimmt nach aussen hin ab. Unterhalb der Oberfläche der Sonne befindet sich die *Konvektionszone*, welche jedoch nicht beobachtbar ist. Ihre Existenz macht sich bemerkbar in der granularen Struktur der Photosphäre und in den verschiedenen Geschwindigkeitsströmungen der atmosphärischen Gase. Die Photosphäre wird von der viel ausgedehnteren *Chromosphäre* umgeben, die eine Höhe von rund 20000 km erreicht. In der Chromosphäre geschieht der Energietransport zu einem grossen Teil durch Dissipation von mechanischer Energie und zu einem kleinen Teil durch Strahlung. Die Temperatur in der Chromosphäre nimmt nach aussen hin zu. Die äusserste und zugleich ausgedehn-

teste Schicht der Sonnenatmosphäre ist die *Korona*, die bis weit in den interplanetaren Raum hinausreicht. Die Temperatur der Korona beträgt 1 bis 2 Millionen Grad, weshalb sich die Koronamaterie in hochionisiertem Zustand befindet. Die Energie wird durch Konduktion im Koronaplasma transportiert.

Unsere Kenntnisse des exakten Temperaturverlaufes in den einzelnen Atmosphärenschichten der Sonne sind zum Teil noch sehr unsicher. Vor allem herrscht grosse Unklarheit über die Temperaturverteilung in der Übergangsschicht Photosphäre–Chromosphäre, d.h. in der Umgebung des Temperaturminimums, und über den Temperaturanstieg in der Chromosphäre. Nun ist aber gerade die Übergangsschicht Photosphäre–Chromosphäre (kurz T-Schicht) für uns von ganz besonderem Interesse, da hier ein grosser Teil der im Sonnenspektrum beobachtbaren Absorptionslinien entstehen. Diese Linien sind sozusagen die Spuren der in der Sonnenatmosphäre vorhandenen Atome, Ionen und Moleküle, aus denen die Häufigkeiten der einzelnen Elemente bestimmt werden.

Der Grund, weshalb die physikalische Struktur der T-Schicht nur schlecht bekannt ist, hängt mit der Zusammensetzung und der Absorptionsfähigkeit der solaren Materie zusammen. Der kontinuierliche Absorptionskoeffizient als Funktion der Wellenlänge (siehe Abb. 1) wird im wesentlichen von gebunden-freien und frei-freien Übergängen des Wasserstoffatoms und des negativen Wasserstoffions (H^-) beherrscht. Gegen kurze Wellenlänge nimmt die Absorption rapid zu, da sich hier

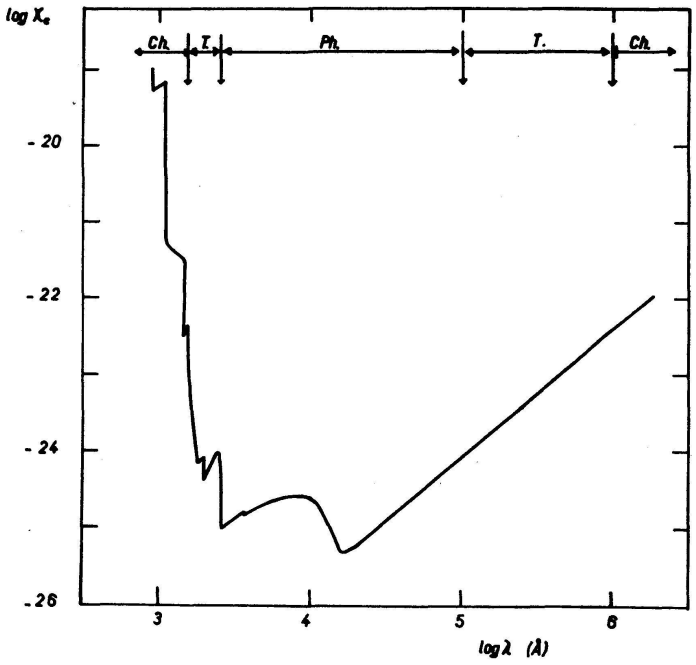


Abbildung 1
Der Verlauf des kontinuierlichen Absorptionskoeffizienten in Abhängigkeit der Wellenlänge λ für die mittleren Zustandsgrössen in der Sonnenatmosphäre

die Grenzkontinua anderer Elemente (z.B. Mg, Al, Si usw.) zu denen des Wasserstoffs überlagern. Im Infrarot nimmt die Absorption mit der Wellenlänge wegen der frei-frei-Übergänge von H^- stetig zu, doch sehr viel langsamer als im UV. Wie tief wir in die Sonnenatmosphäre hineinsehen können, zeigt uns der Verlauf der Absorptionskurve von Abbildung 1. Im sichtbaren und nahen IR-Wellenlängenbereich können wir zum Teil bis tief in die Photosphäre hineinsehen. Bei etwa 2500 Å und bei etwa 10 μm (= 10^5 Å) ist die photosphärische Materie völlig undurchsichtig geworden, weshalb wir hier nur noch die T-Schicht sehen können.

Irgendwo in der T-Schicht muss das Temperaturminimum liegen. Im Bereich, in welchem die Temperatur nach aussen hin abnimmt, wird eine Randverdunkelung zu beobachten sein, d.h., die Intensität in der Scheibenmitte wird grösser sein als am Sonnenrand. Nach dem Temperaturminimum, dort wo die Temperatur nach aussen hin wieder zunimmt, ist eine Randerhellung zu erwarten. Auch die Spektrallinien werden vor und nach dem Temperaturminimum anders aussehen, die photosphärischen Absorptionslinien werden sich in chromosphärische Emissionslinien verwandeln.

Im UV kann die T-Schicht nur in einem kurzen Wellenlängenbereich beobachtet werden. Bei etwa 1500 Å ist die Absorption so gross, dass die beobachtete Strahlung nur noch von der Chromosphäre stammt, bei noch kürzeren Wellenlängen nur noch von der Korona. Im IR steht uns ein viel grösserer Wellenlängenbereich zur Verfügung, etwa von 10 μm bis 100 μm, um die T-Schicht zu erforschen. Ein weiterer Vorteil des IR-Spektrums ist der, dass hier nur noch verhältnismässig wenig Spektrallinien zu erwarten sind, so dass das kontinuierliche Sonnenspektrum gut definiert sein wird. Dies ist im UV nicht der Fall, da sich dort die Spektrallinien stark überlagern. Ferner ist im IR der kontinuierliche Absorptionskoeffizient wegen der einfach zu rechnenden frei-frei-Übergänge des H^- besser bekannt als im UV.

Die T-Schicht kann weder im UV noch im IR von der Erde aus beobachtet werden, da die Erdatmosphäre beide Wellenlängenbereiche fast gänzlich absorbiert. Im IR sind es im wesentlichen die H_2O- und die CO_2-Moleküle, die die einfallende Sonnenstrahlung absorbieren. Ballonexperimente, die unsere Instrumente über diese absorbierende Schicht hinaustragen, sollen uns das IR-Spektrum der Sonne von etwa 10 μm bis 100 μm und auch die Intensitätsverteilung über die Sonnenscheibe in verschiedenen IR-Wellenlängen registrieren. Diese Beobachtungen werden es ermöglichen, den Temperaturverlauf in der T-Schicht, also in der Umgebung des Temperaturminimums, herzuleiten.

3. E. Kopp, H. Balsiger, P. Eberhardt, J. Geiss (Physikalisches Institut der Universität Bern) – *Dichtemessung der oberen Atmosphäre mit Redhead-Manometern*

Im Herbst 1967 wurde in Sardinien das Experiment zur Bestimmung der Dichte und der Temperatur in der Atmosphäre oberhalb 100 km mit einer Zenit-Rakete von der Firma Contraves erfolgreich geflogen.

Die Rakete, die Integration und der Abschuss wurden vollständig von der Firma Contraves finanziert, der wir an dieser Stelle nochmals für ihr Entgegenkommen danken möchten.

Das Experiment bestand aus vier für das Raketenexperiment speziell entwickelten Redhead-Manometern, zwei Hochspannungseinheiten und einer Verstärkereinheit. Um das Entgasungsverhalten studieren zu können, waren zwei der Redhead-Systeme offen; die zwei anderen waren mit einem vakuumdichten, auf Kommando abwerfbaren Deckel versehen und wurden evakuiert. Der Deckel wurde in einer Höhe von etwa 70 km abgeworfen. Ein System war in der Raketenflugrichtung, die drei anderen senkrecht dazu angeordnet (siehe auch H. BALSIGER und E. KOPP: Sciences et Industries spatiales 1/2; 1968). Die Rakete erreichte mit einer Nutzlast von 80 kg die erwartete Gipfelhöhe von 141 km. Durch eine Eigendrehung von ⅓ Hz wurde eine gewisse Lagestabilisierung erreicht. Für die Messungen mussten über ein Telemetriekommando die Raketen-

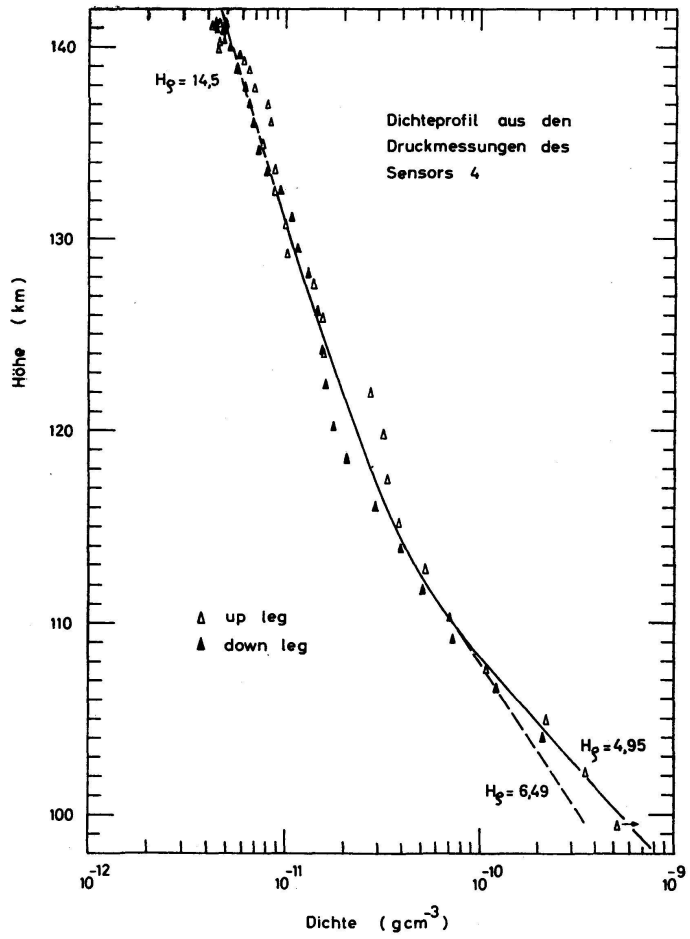


Abbildung 1

Zenit H1; Flug vom 27.10.1967, 16.45 h MEZ. Dichteprofil der oberen Atmosphäre aus den Messdaten eines geschlossenen Redhead-Manometers (Öffnung des Sensors bei 70 km)

spitze über dem vordersten Sensor und die Deckel der zwei geschlossenen Sensorsysteme abgeworfen werden. Die Telemetrieübertragung und die vier Redhead-Manometer haben während des ganzen Fluges störungsfrei funktioniert.

Die für die Berechnung der Aussendichte notwendige Parameterhöhe und Raketengeschwindigkeit in Abhängigkeit der Zeit sowie die genaue Raketenlänge bezüglich des Raketengeschwindigkeitsvektors wurden von der Firma Contraves berechnet und uns zur Verfügung gestellt.

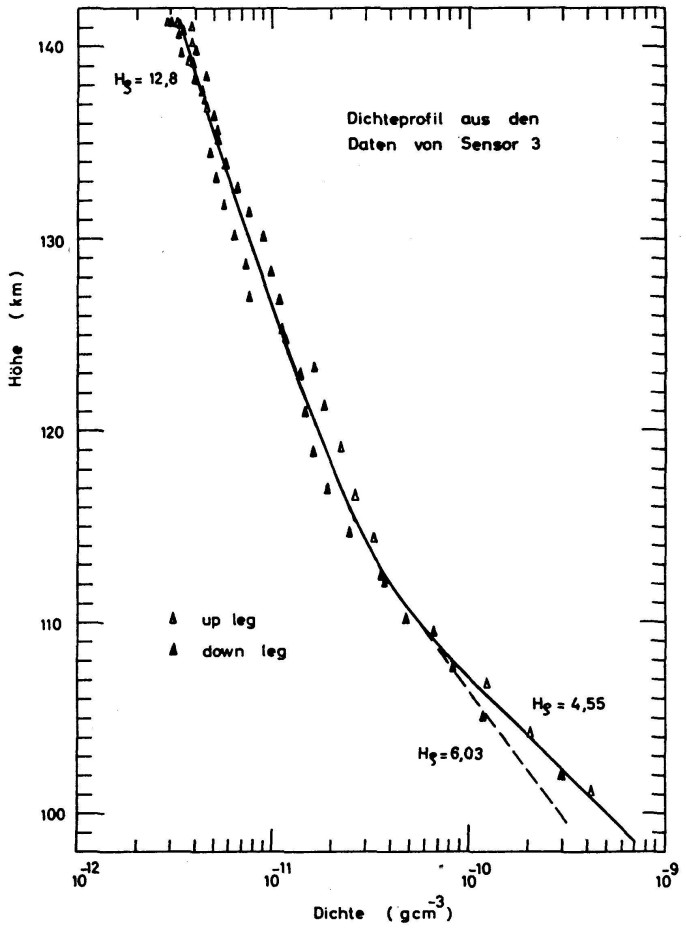


Abbildung 2

Zenit H1; Flug vom 27.10.1967, 16.45 h MEZ. Dichteprofil der oberen Atmosphäre aus den Messdaten eines offenen Redhead-Manometers

In den Abbildungen 1 und 2 sind die Dichteprofile der Atmosphäre zwischen 100 km und der Gipfelhöhe, wie sie aus den Messungen mit einem offenen und einem geschlossenen Sensor berechnet wurden, gegeben. Aus dem Dichteprofil lässt sich durch Differenzierung die Temperatur der Atmosphäre ermitteln.

Diese Arbeit wurde durch den Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung finanziell unterstützt (Kredite NF 3468, 4040, 4539).

4. H. U. DÜTSCH (Laboratorium für Atmosphärenphysik, ETH Zürich) – *Ozon in der Atmosphäre*

Seit der durch HARTLEY um 1880 gemachten Entdeckung des extremstarken Absorptionsvermögens des Ozons zwischen 2000 und 3000 Å wurde vermutet, dass ein atmosphärisches Vorkommen dieser aktiven Sauerstoffmodifikation den abrupten Abbruch des an der Erdoberfläche beobachteten Sonnenspektrums in der Gegend von 3000 Å verursache. Aber erst 1921 konnten FABRY und BUISSON den gesicherten Nachweis erbringen, dass Ozon allein für die Abschirmung der aktiven UV-Strahlung der Sonne verantwortlich ist; dies trotz dem kleinen atmosphärischen Gesamtgehalt von nur 2–6 mm NTP.

Es besteht heute kaum ein Zweifel darüber, dass Leben in der uns bekannten Form auf der Erde nur ermöglicht wird durch die Filterwirkung des Ozons auf die solare UV-Strahlung, welche auf wesentliche Zellbestandteile zerstörend wirkt. Dennoch hat nicht diese Erkenntnis zur weiteren Erforschung der Ozonschicht angeregt, sondern die bald (durch die Arbeiten von DOBSON) entdeckte Variabilität des Ozongehaltes mit Jahreszeit, geographischer Breite und dem Wetterablauf.

Die Existenz und die merkwürdige Verteilung des Ozons in der Atmosphäre mit einem Maximum in 20 bis 25 km Höhe konnte 1930 von CHAPMAN auf photochemische Vorgänge – Bildung und Zerstörung durch das solare UV und teilweise durch sichtbare Strahlung – zurückgeführt werden. Es zeigte sich aber bald, dass diese Theorie, obschon mittlere vertikale Verteilung und Gesamtgehalt an Ozon richtig wiedergegeben wurden, die Abhängigkeit von der Jahreszeit und der geographischen Breite falsch darstellte; doch liess sich dies dadurch erklären, dass die Einstellzeit des Gleichgewichtes unterhalb von 25 km sehr gross wird (in der Grössenordnung von Jahren), womit die Ozonverteilung in der unteren Stratosphäre nicht mehr direkt photochemisch, sondern durch die Transportwirkung der allgemeinen Zirkulation bestimmt wird. Ozon kann damit als Tracer für Strömungsvorgänge verwendet werden. Das heutige Interesse der Atmosphärenforschung am Ozon ist vor allem durch diese Tatsache bedingt.

Die Gesamtozonmessungen genügen aber nicht, um die Tracereigenschaften wirklich auszunützen. Methoden zur routinemässigen Beobachtung der vertikalen Verteilung des Spurengases sind daher in den letzten 20 Jahren entwickelt worden. Indirekte Messungen (vom Boden aus) sind relativ billig, geben aber keine Details. Für direkte Sondierungen mit Hilfe von Ballonen ist neuerdings die elektrochemische Sonde immer stärker in den Vordergrund getreten.

Die Resultate zeigen oberhalb von 25 km den von der Theorie verlangten Anstieg des Ozongehaltes nach niedrigen Breiten, und in dieser Höhe stimmen Beobachtung und Theorie auch in bezug auf die Phase des Jahresganges überein. Viel stärkere – strömungsbedingte – entgegengesetzte Ausschläge in der unteren Stratosphäre bedingen aber das Verhalten des Gesamtozons. – Besonders hervorstechend ist ein Anstieg um

fast 50% im Bereiche des Ozonmaximums (etwa 22 km Höhe) vom November zum Februar. Die Maximalwerte zwischen 10 und 20 km folgen mit etwelcher zeitlicher Verzögerung erst im Frühjahr und die Höchstwerte in der unteren Troposphäre sogar erst Anfang des Sommers. Man kann daraus den Schluss ziehen, dass ein wesentlicher Teil des Ozons im Winter (zur Zeit stärkster stratosphärischer Westströmung) aus dem tropischen Quellgebiet nach höheren Breiten transportiert wird und sich dort sukzessiv nach unten verlagert und schliesslich in die Troposphäre übertritt, wo das reaktionsfähige Gas in Bodennähe zerstört wird. Zur Zeit der stratosphärischen Ostströmung im Sommer scheint der polwärts gerichtete Transport unterbunden, während Übertritt in die Troposphäre und bodennahe Zerstörung weitergehen.

Während man also aus den Mittelwerten der vertikalen Ozonverteilung in verschiedenen Breiten und ihrer Variation mit der Jahreszeit zusammen mit der photochemischen Theorie bereits ein recht einleuchtendes Schema des jahreszeitlichen Ozonzyklus aufstellen kann, geben die Einzelmessungen (vor allem mit den ein gutes Auflösungsvermögen aufweisenden chemischen Sonden) Anhaltspunkte über die Art des Transportmechanismus. Vor allem in der unteren Stratosphäre im Winter und Frühjahr ist in der Vertikalen eine sehr unregelmässige Verteilung zu verzeichnen, mit doppelten oder mehrfachen Maxima, getrennt durch teilweise sehr ausgeprägte Minima sowie mit raschen Änderungen von Tag zu Tag. Es zeichnet sich damit eine ausgesprochene Schichtung der Stratosphäre ab, welche durch grossräumige, quasi horizontale Durchmischung in meridionaler Richtung (längs leicht geneigten Flächen) zustande kommt, während die in der Troposphäre ausgeprägte vertikale Turbulenz in diesen höheren Schichten viel kleiner sein muss. Der beobachtete Transport kommt offenbar in erster Linie durch solche Grossaustauschvorgänge zustande; in welchem Masse eine eigentliche Meridionalzirkulation auch dazu beiträgt, lässt sich anhand des noch ungenügenden Messnetzes nicht feststellen.

Auch der Übertritt stratosphärischer Luft in die Troposphäre, der nicht kontinuierlich, sondern schubweise erfolgt, kann anhand der Ozonsondierungen gelegentlich direkt beobachtet werden; der umgekehrte Vorgang des Rücktransportes der Luft (von der Troposphäre in die Stratosphäre) ist auch angedeutet, würde sich aber nur mit Hilfe eines ausgedehnteren Beobachtungsnetzes im Detail verfolgen lassen.

Während man hoffen kann, im Laufe des nächsten Jahrzehnts das Tracerproblem mit Hilfe eines sich ausdehnenden Ozonsondennetzes und auch anhand von vielversprechenden indirekten, aber weltweiten Messungen von Satelliten aus zu lösen, d.h. maximale Information über die Eigenheiten der stratosphärischen Zirkulation zu gewinnen, ist die Erforschung eines anderen Aspektes des Ozonproblems erst gerade im Anlaufen begriffen; nämlich die Untersuchung der Bedeutung dieses Gases für die Dynamik der Stratosphäre, für die es wegen seiner Absorption im UV (und auch im sichtbaren Bereich) und wegen Absorption und Emission im Infrarot eine ausschlaggebende Rolle spielt. Wegen der viel-

fältigen Rückkoppelung: photochemische Vorgänge, Einwirkung der Temperatur auf das Ozongleichgewicht, Ozontransport usw., ist das Problem sehr kompliziert, aber nur seine quantitative Lösung kann schliesslich zu einer befriedigenden Erklärung der stratosphärischen Zirkulationsvorgänge führen und Aufschluss über die Bedeutung allfälliger Schwankungen der UV-Strahlung für die Vorgänge in unserer Atmosphäre geben.

5. M. LEHMANN (Observatorium Genf) – *Photometer zur Messung der Ozonverteilung in der Erdatmosphäre*

Wie Ihnen vielleicht bekannt ist, wurde vor einem Jahr, nämlich am 27. Oktober, die erste schweizerische Höhenforschungsrakete abgeschossen. Diese Rakete, die den Namen Zenit bekommen hatte, besass eine Länge von etwa 5,50 m und erreichte mit einer Nutzlast von etwa 80 kg eine Höhe von etwa 150 km. Diese Nutzlast bestand aus 2 Experimenten, die vom Physikalischen Institut der Universität Bern und dem Observatorium Genf konzipiert und konstruiert wurden.

Das Experiment der Universität Bern, welches in einem anderen Artikel beschrieben wird, diente zur Messung der Totaldichte und der Temperatur der Atmosphäre zwischen 80 und 150 km Höhe.

Unser Experiment befasste sich ebenfalls mit der Erdatmosphäre, war es doch unser Ziel, die Verteilung des Ozons in unserer Erdatmosphäre zu messen. Deren Kenntnis ist für unsere anderen Forschungsaufgaben am Observatorium Genf von äusserster Wichtigkeit, führen wir doch von Ballonen, die eine Höhe von 40 km erreichen, Sternbeobachtungen in einemWellenlängenbereich von 2000 Å bis ins Sichtbare durch. Deren Strahlung wird durch das Ozon mit einem Absorptionsmaximum bei etwa 2550 Å und einer Halbwertebreite von etwa 400 Å abgeschwächt.

Es ist für uns also von grösstem Interesse, die Ozonverteilung oberhalb 40 km zu kennen, um unsere Sternbeobachtungen entsprechend zu korrigieren.

Zur Messung der vertikalen Verteilung des Ozons in unserer Erdatmosphäre benützten wir den vorhin angedeuteten Umstand, dass vom Ozon unter anderem die elektromagnetische Strahlung bei etwa 2550 Å absorbiert wird. Mit einem mit zwei Filtern ausgerüsteten Photometer massen wir die Sonnenstrahlung, die je nach der Höhe der Rakete einen andern Teil unserer Erdatmosphäre durchquert hat. Mit dem einen Filter massen wir genau in dem Bereich, wo die Ozonabsorption auftritt, d.h., die Sonnenstrahlung wird mehr oder weniger geschwächt sein, abhängig davon, ob die durchquerten Atmosphärenschichten viel oder wenig Ozon enthielten. In dem Wellenbereich, der durch das zweite Filter bestimmt wird, tritt keine Ozonabsorption auf. Diese wurde also als Referenzmessung benutzt, um eventuelle Schwankungen und Unsicherheiten zu eliminieren.

Der Instrumentaufbau umfasste eine Eintrittsblende mit zwei dahinter angeordneten Filtern, die uns die gewünschten Wellenlängenbänder aussondern. Anschliessend wird diese Strahlung von einem Photomulti-

plier in einen proportionalen Strom umgewandelt, dessen Variationen über ein äusserst empfindliches Elektrometer und einen Anpassungsverstärker der Telemetrie zugeführt werden. Am Boden wird dieses Signal auf Magnetband gespeichert, um anschliessend digitalisiert und ausgewertet zu werden.

Bei Raumforschungsexperimenten sind immer ein grosser Teil der Probleme technologischer Art. Müssen doch verschiedene Einflüsse, die unserer normalen Laboratoriumsumgebung nicht entsprechen, besonders berücksichtigt werden.



Abbildung 1

In der Hand das Elektrometer mit Photomultiplier. Vorne rechts das Photometergehäuse mit Lichteintrittsspalt

Während des Fluges erreicht zum Beispiel die Raketenhaut einige hundert Grad; jede Temperaturveränderung beeinflusst aber sofort die Sensibilität der Photokathode. Es wurde deshalb versucht, eine möglichst gute Wärmeisolation zwischen Raketenhaut und Instrumenten zu erreichen. Auch die beim Abschuss auftretenden Vibrationen stellen besondere Anforderungen an die Konstruktion der elektronischen Komponenten. Bekanntlich treten nach dem Paschengesetz bei Druckerniedri-

gung zwischen elektrischen Leitern Spannungsüberschläge auf. Um diesen Schwierigkeiten auszuweichen, wurde der Photomultiplier samt Betriebsspannungen in einem druckdichten Gehäusezylinder eingebaut, der während des ganzen Fluges unter Atmosphärendruck bleibt.

Wie aus den Auswertungen beurteilt werden kann, haben während des Fluges sämtliche Komponenten erwartungsgemäss funktioniert.

6. G. PORETTI (Radiuminstitut und Strahleninstitut der Universität und des Inselspitals, Bern) – *Bestimmung der Strahlendosen im Weltraum*

1. Einleitung

Materialien und biologische Systeme sind im Weltraum einer relativ hohen Strahlenbelastung ausgesetzt. Die Dosimetrie dieser Strahlung setzt die Kenntnis vieler Faktoren voraus, u.a. die Qualität, die Energie und die Intensität der Strahlung, die Absorber, welche das betrachtete Objekt abschirmen, die Lage der Flugbahn, die Umlaufszeit um die Erde usw.

2. Die verschiedenen Strahlenarten im Kosmos

Folgende Strahlenarten treffen eine Raumkapsel auf ihrer Flugbahn um die Erde:

- Primäre oder galaktische kosmische Strahlung. Sie besteht zu einem grossen Teil aus relativ schweren Atomkernen (z.B. bis 26% C)
- Solare Strahlung oder «solar wind». Durch die Expansion der vollständig ionisierten Sonnenkorona werden die Erde und alle Planeten von einer Art «solarem Wind» getroffen, der eine Geschwindigkeit von mehr als 400 km/sec aufweist
- Strahlung der irdischen Strahlengürtel. Die geladenen Teilchen des solaren Windes, die vom Magnetfeld der Erde eingefangen werden, bilden einen äusseren und einen inneren Strahlengürtel. Die äussere Zone befindet sich in einer Entfernung von 10000 bis 16000 km, die innere in einem Abstand von etwa 4000 km von der Erde; beide enthalten hauptsächlich Elektronen und sehr energiereiche Protonen
- Protonen aus den «solar flares»

3. Strahlenintensität in einem bestimmten Punkt des Weltraumes

Um die voraussichtliche Dosisbelastung der oben erwähnten Strahlenarten auf Menschen und Geräte zu bestimmen, muss man den mittleren Strahlenfluss durch die Satellitenbahn kennen. Berechnungen für elliptische und kreisförmige Bahnen wurden z.B. an Hand von experimentellen, mit dem Satelliten Explorer XV (1963) ermittelten Werten durchgeführt. Pionierarbeit leistete u.a. J. VETTE, der im NASA-Report «Models of the trapped radiation and environment» die Flussverteilung für Elektronen und Protonen des inneren und des äusseren Strahlengürtels sowie die Auswirkung auf Synchronbahnen berechnet hat. Zur Ermittlung der

Flussverteilung von «solar flares» wurden dabei die etwas unsicheren Angaben über den mittleren jährlichen Teilchenfluss benützt.

Die Ergebnisse stimmen gut mit den experimentellen Kontrollen überein, die allerdings vorläufig noch nicht sehr zahlreich sind.

4. Wechselwirkung der verschiedenen Strahlenarten mit der Materie

Wenn Art und Intensität der auf einer Satellitenbahn vorhandenen Teilchen oder elektromagnetischen Strahlung bekannt sind, kann durch Berücksichtigung der Wechselwirkung derselben mit der Materie die Strahlendosis in einem Punkt der Raumkapsel bestimmt werden. Es ist wesentlich, ob sich der Punkt in schlecht abgeschirmten Gegenständen der Kapseloberfläche (z.B. Sonnenzelle), hinter der Wand im Innern der Kapsel oder in einem biologischen System befindet. Die Frage, wie viele Protonen eine Absorberwand durchdringen, kann z.B. transporttheoretisch beantwortet werden. Komplizierter sind die Prozesse, bei denen Elektronen in Absorbern Energie verlieren. Sie werden im allgemeinen mit Hilfe statistischer Methoden (z.B. Monte-Carlo-Methode) und von Computern bearbeitet.

Um die Rechnung zu vereinfachen, wird im Falle einer Raumkapsel das sogenannte «sectoring»-Verfahren angewendet. Die Kapsel, einschliesslich des Platzes, den der Körper der Astronauten einnimmt, wird in viele Sektoren eingeteilt, die im allgemeinen verschiedene Dicken aufweisen. Bei der Gemini-Kapsel der NASA waren es 720 Sektoren, von denen einige weniger als 1 g Materie je cm^2 Oberfläche enthalten.

Bei den theoretischen und experimentellen Untersuchungen über Abschirmungsfähigkeit von Materialien hat man es auch mit Bedingungen zu tun, die bis vor kurzem mangels praktischer Bedeutung wenig berücksichtigt wurden, z.B. mit Transmission der Strahlung durch leichte Elemente oder Materialien, die aus verschiedenen Bestandteilen zusammengesetzt sind, Elektronenenergien im MeV-Gebiet, Einfallsisotropie der Strahlen usw.

5. Wirkung der Weltraumstrahlen auf biologische Systeme

Vier Faktoren beeinflussen bekanntlich die Strahlenwirkung auf biologische Systeme: a) die Qualität und Energie der Strahlung, b) die Inhomogenität der Energiedeposition, c) die biologische Variabilität des Systems und d) die biologische Stochastik. Der zweite Faktor macht sich besonders bei schweren Teilchen bemerkbar. Ein solches Teilchen lässt längs seiner Spur im Gewebe einen Zylinder mit ausserordentlich hoher Ionisation zurück («thin-down track»). Man schätzt, dass eine Spur bis zu tausend Zellen trifft; die biologische Wirkung solcher «hits» ist aber wenig bekannt. Aus Experimenten, die mit Beschleunigern durchgeführt wurden, scheint vorläufig hervorzugehen, dass sie für Organismen im Weltraum nicht besonders gefährlich sein dürften.

Die Inhomogenität der Energiedeposition wird von der Mikrodosimetrie berücksichtigt. Man rechnet dabei mit grossen subzellulären Schwan-

kungen des sogenannten «linar energy transfer» (LET), welcher normalerweise als Mittelwert über eine bestimmte Ionisationsstrecke angegeben wird, und erfasst damit die durch eine stark erhöhte lokale Energiedeposition bedingte Zunahme der Strahlendosis in z.B. bestimmten Bereichen einer Zelle.

6. Beispiele

a) Beim Gemini-Titan-Flug 4 der NASA konnten die theoretisch ermittelten Werte mit den experimentell gemessenen verglichen werden. Die praktisch kreisförmige Bahn lag 2000 km hoch, und ihre Neigung gegenüber der Äquatorebene betrug 30°. Die hinter etwa 4 mm Al direkt an der Wand gemessenen Werte für Protonen waren: theoretisch 180 mrad/h, experimentell 100 mrad/h.

b) Weitere Messungen, die mit dem 0V-1-Satelliten der NASA am 5. Oktober 1965 teilweise im Strahlengürtel ausgeführt wurden, ergaben folgende Werte:

- Protonenstrahlung hinter 8 mm Al, direkt an der Wand des Satelliten 460 mrad/h; Protonenstrahlung ohne Al-Absorber, direkt an der Wand des Satelliten 9400 mrad/h
- Röntgenstrahlung (als Bremsstrahlung) in der Mitte der Kapsel 50 mrad/h

Angesichts der Forderung, bei Weltraumexperimenten das Gewicht der Satelliten und Kapseln so niedrig wie möglich zu halten, sind die exakten Berechnungen der biologisch notwendigen Abschirmungen von grosser Bedeutung.

7. M. SCHÜRER (Universität Bern) – *Satellitengeodäsie*

Die vornehmste Aufgabe der Geodäsie besteht in der Bestimmung von Form und Grösse einer idealisierten Erdfigur, des Geoids, das nahezu mit der Oberfläche der Meere übereinstimmt und das wir im selben Niveau durch die Kontinente hindurch fortgesetzt denken müssen. Prinzipiell standen uns bisher zwei Wege zu seiner Bestimmung offen. Auf dem ersten wird in einem Ausgangspunkt senkrecht zum Lot die Tangentialebene an das Geoid gelegt. In dieser geht man nach verschiedenen Richtungen um eine mittels Triangulation gemessene Strecke weiter; in den Endpunkten bestimmt man wieder Lot oder Tangentialebene und so fort, bis schliesslich die ganze in sich geschlossene Fläche gefunden ist. Der zweite Weg benutzt Schweremessungen. Ist auf einer Niveaufläche des Potentials, die die ganze Erdmasse in sich einschliesst, in jedem Punkt der Betrag der Schwerebeschleunigung bekannt, so ist nach einem Satz der Potentialtheorie auch ihre Form und die Form aller andern, die ganze Masse umschliessenden Niveauflächen berechenbar.

Für die beiden Wege bilden nun aber die Meere unüberwindliche Hindernisse. Erst die Verwendung von Satelliten macht die Hauptaufgabe der Geodäsie einer praktischen Lösung zugänglich. Beobachtet man von zwei Stationen A und B aus gleichzeitig die Richtung nach einem Satel-

liten, so legen diese beiden Richtungen die Lage einer Ebene im Raume fest. Wird in derselben Weise noch ein anderer Satellit oder der nämliche zu einer andern Zeit beobachtet, so ist eine zweite Ebene festgelegt. Die Schnittgerade der beiden Ebenen, deren Richtung damit ebenfalls bestimmt ist, geht durch die beiden Punkte *A* und *B*. Da sich die Satelliten in einer Höhe von grössenordnungsmässig 1000 km über der Erde befinden, können sie gleichzeitig von zwei Stationen, die Tausende von Kilometern auseinanderliegen, beobachtet werden. Die Richtung zwischen *A* und *B* kann damit auch über Meere hinweg indirekt bestimmt und eine Triangulation über die ganze Erde durchgeführt werden. Man erhält ein räumliches Netz von Dreiecken, das die Erde umfasst.

Ist die Bahn eines Satelliten aus Bahnbestimmungen bekannt, so kann jeder Punkt auf der Erde durch Rückwärtseinschneiden nach verschiedenen Satellitenpositionen ebenfalls bestimmt werden. Eine dritte, die dynamische Methode entspricht in gewissem Sinne der gravimetrischen Methode der klassischen Geodäsie. Ein Satellit stellt eine Sonde im Gravitationsfeld der Erde dar. Dieses unterscheidet sich vom Schwerefeld nur dadurch, dass das Feld der Zentrifugalbeschleunigung der Rotation wegfällt. Aus den Störungen, die der Satellit erleidet, kann das Gravitationsfeld bestimmt werden.

Wir können nun auf etwa 10 Jahre Tätigkeit in der Satellitengeodäsie zurückblicken. Erste Resultate wurden nach der dynamischen Methode erhalten; sie ergaben bessere Werte für die Abplattung und den Äquatorradius der Erde, die heute zu 1 : 298 25 und 6378160 m angegeben werden. Es wurde aber auch wie erwartet festgestellt, dass ein Rotationsellipsoid nur eine erste Näherung für das Geoid darstellt. Der Nordpol steht etwa 40 m weiter vom Erdmittelpunkt ab als der Südpol, und der Erdäquator ist eine Ellipse mit der grossen Achse bei etwa 15° westlicher Länge; sie ist rund 200 m länger als die kleine. Aber auch das ist nur eine grobe Beschreibung der recht unregelmässigen Undulationen des Geoids, deren immer genauere Kartierung eine der Hauptaufgaben der Satellitengeodäsie in der Zukunft sein wird.

Im Auftrag der Schweizerischen Geodätischen Kommission ist in der Zweigsternwarte Zimmerwald der Universität Bern eine Beobachtungsstation für Satellitengeodäsie eingerichtet worden. Die Richtungen nach den Satelliten werden mit Hilfe einer Schmidt-Kamera von 40 cm Öffnung photographisch bestimmt. Eine Zeitanlage erlaubt die Festhaltung der Beobachtungsmomente auf etwa 1 msec genau. Aus ersten noch wenig zahlreichen Beobachtungen ergab die Bahnmethode für die Korrektionen der angenommenen Koordinaten in einem erdfesten System mit dem Schwerpunkt der Erde als Ursprung die Werte: $dx = +11$ m $dy = -29$ m $dz = +30$ m. Andererseits ist aus nur drei Paaren simultaner Beobachtungen des Satelliten Geos 1 mit der Smithsonian Station in San Fernando (Spanien) die Richtung San Fernando–Zimmerwald bestimmt worden. Geht man von den gut bekannten Koordinaten von San Fernando aus und nimmt an, dass die Strecke San Fernando–Zimmerwald in ihrerLänge genügend genau aus terrestrischen Messungen bekannt sei, so erhält man

wiederum Verbesserungen der Koordinaten von Zimmerwald auf eine ganz unabhängige Weise mit: $dx = +18$ m, $dy = -15$ m, $dz = +35$ m. Sie stimmen mit den ersten recht gut überein und zeigen, dass man bei mehr Beobachtungen eine Koordinatengenauigkeit von etwa 5 m erwarten kann. Diese Genauigkeit kann wahrscheinlich noch um eine Grössenordnung verbessert werden, wenn einmal, wie beabsichtigt, mit Hilfe von Lasern genaue Entfernungsbestimmungen nach Satelliten vorgenommen werden können.

8. E. STIEFEL (ETH Zürich) – *Die Renaissance der Himmelsmechanik*

In manchen Zweigen der mathematischen Wissenschaften beobachtet man drei fundamentale Entwicklungsperioden, die wir am Beispiel der *linearen Algebra* illustrieren wollen. Erstens wird eine neue Untersuchungsrichtung erschaffen durch Problemstellungen, die von aussen aus Naturwissenschaft oder Technik kommen (Auflösung linearer Gleichungssysteme, Baustatik). Die zweite Periode ist dann gekennzeichnet durch eine rein theoretische Abklärung der Grundlagen, durch das Erfinden von Formalismen (Determinanten, Matrizen, Vektoren, Tensoren) und durch eine fortschreitende Abstraktion. Eine Abkapselung von der Aussenwelt der Anwendungen ist in dieser Periode notwendig und gerechtfertigt. Wenn aber die Formalismen und die Abstraktion in ihrer inneren Eigengesetzlichkeit immer weitergetrieben werden, ohne die Bewährung in den Anwendungen zu suchen, so konstatiert man Ermüdungserscheinungen, ja mitunter ein steriles Auslaufen.

Es ist ein Glück, wenn eine dritte Periode anschliesst, in der wieder von aussen her neue Probleme auftauchen, die infolge von theoretischen Resultaten aus der zweiten Periode schnell gelöst werden können. Es springt ein Funke über; eine wunderbare Rückkopplung zwischen Mathematik und Naturwissenschaft bringt uns einen wesentlichen Schritt weiter. In der linearen Algebra wurde eine solche Rückkopplung durch die Problemstellungen des *operations research* ausgelöst.

Die *Himmelsmechanik* zeigt dieses Auf und Ab mit seltener Deutlichkeit. Es beginnt mit dem praktischen Bedürfnis des Astronomen nach Positionsberechnung der Gestirne. Zu Beginn der zweiten Periode entwickelt KEPLER die mathematischen Grundgesetze und formuliert vor allem, dass ein Mobil (Planet), das nur der Anziehung durch einen einzigen Zentralkörper (Sonne) unterworfen ist, sich in einer Ebene bewegt, die durch den Zentralkörper geht. Seine Bahnkurve in dieser Ebene ist eine Ellipse (Parabel, Hyperbel), die einen Brennpunkt im Zentralkörper Z hat. Im unteren Teil unserer Figur ist die genannte Ebene die Zeichenebene. Nach Entdeckung des fundamentalen Gravitationsgesetzes durch NEWTON kommen LAGRANGE, LAPLACE, LEVERRIER zur vollständigen Durcharbeitung des Sonnensystems. Die zweite Periode erreicht ihren Höhepunkt mit den subtilen mathematischen Untersuchungen von POINCARÉ zu Anfang unseres Jahrhunderts und läuft aus mit einer gewissen

Resignation über die Schwierigkeiten des Dreikörperproblems. Die Himmelsmechanik verschwindet aus dem Stundenplan der meisten Hochschulen.

Aber in dieser zweiten Periode hat EULER 1765 eine kleine Untersuchung veröffentlicht, auf die wir näher eingehen müssen. Wir haben in der Figur eine ziemlich «runde» Ellipse gezeichnet, die kleine Achse *CD* ist nur wenig kleiner als die grosse *AB*, die Exzentrizität ist gering. Wir wollen nun *A* festhalten, aber die kleine Achse immer kleiner machen, so dass Ellipsen wachsender Schlankheit entstehen, die *Z* in immer schärferer Krümmung umfahren. EULER interessiert sich nur für den Grenzfall, in dem die kleine Achse Null wird. Das Mobil stürzt dann geradlinig von *A* aus auf *Z* zu, wird an *Z* reflektiert und kehrt nach *A* zurück, so wie die Pfeile es andeuten. Beim Eintreffen in *Z* wird aber die Newtonsche Gravitationskraft und damit die Geschwindigkeit des Mobils unendlich gross; es entsteht eine *Singularität* des Problems. EULER zeigt nun, dass man durch geeignete Transformation der beteiligten mathematischen Variablen die Singularität beseitigen kann.

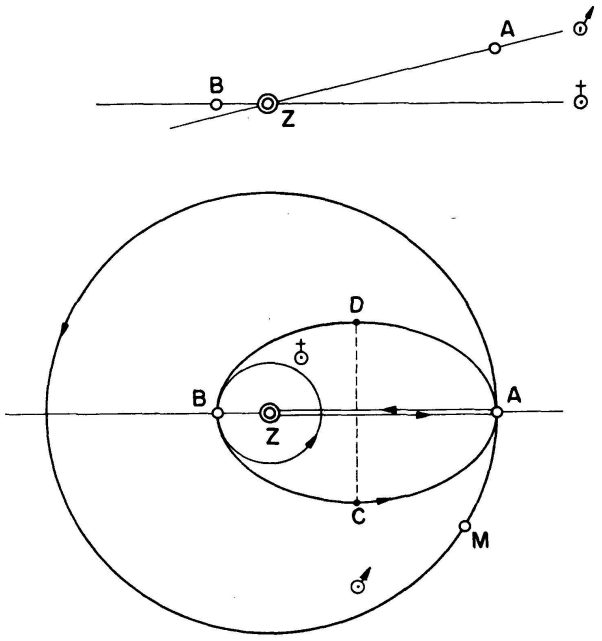


Abbildung 1
Keplerbahn und Transfer Erde–Mars

Die klassischen Himmelsmechaniker der zweiten Periode haben dieser rein «akademischen» Untersuchung EULERS wenig Beachtung geschenkt, denn die Bahnen der Planeten sind sehr rund, die Exzentrizitäten sind sehr klein.

Nun kommt aber die dritte Periode mit den neuen Fragestellungen der *Astronautik*. Die Bahnen unserer Satelliten sind mitunter sehr schlank, d.h. hochexzentrisch.

Das Apogäum A ist dann weit von der Erde Z weg, vielleicht halbwegs zum Mond in einer Distanz von 200000 km von Z. Das Perigäum aber ist sehr nahe, nur einige hundert Kilometer über der Erdoberfläche. Die Bahnellipse ist so schlank, dass fast der Fall der Eulerschen Kollisionsbahn vorliegt und es angezeigt ist, seine Regularisierungsmethode anzuwenden, um sehr grosse Kräfte und Geschwindigkeiten beim Durchlauf von B zu vermeiden.

Die Methode war von EULER vorgeschlagen und von anderen (LEVI-CIVITA) weiterentwickelt worden. Sie ist ein schönes Beispiel für die oben erwähnte Rückkopplung und wird auch an der ETH studiert.

Andere neue Fragestellungen der Astronautik betreffen vor allem Probleme der *Optimierung*. Unsere Raketen laufen ja nicht wie die natürlichen Himmelskörper auf Bahnen, die für alle Zeiten zum voraus bestimmt sind, sondern wir können in jedem Moment steuern und wollen so steuern, dass wir die Mission mit minimalem Brennstoffverbrauch durchführen.

Ein kleines Paradoxon aus diesem Problemkreis möge unsere Betrachtungen beschliessen. Zu diesem Zweck werde die Figur wie folgt interpretiert. Z sei die Sonne, die beiden Kreise seien die Bahnen von Erde und Mars. In erster Annäherung kann man nämlich die Planetenbahnen als Kreise ansehen, die in einer Ebene, genannt *Ekliptik*, liegen. Es soll ein Raumfahrzeug in freiem Flug von der Erde zum Mars geschickt werden. Um 1925 zeigte W. HOHMANN, dass unter allen Kepler-Ellipsen, welche *in der Ekliptik verlaufen*, diejenige den minimalen Anfangsschub benötigt, die wir gezeichnet haben; sie tangiert die beiden Planetenbahnen in B und A.

Wenn nun aber berücksichtigt wird, dass die Marsbahn etwas gegen die Ekliptik geneigt ist, so verliert diese Aussage jegliche Bedeutung. Man erkennt dies, indem man in einer Vertikalebene durch AB, also im Aufriss der Figur zeichnet. Unsere drei Himmelskörper sind dort wieder mit Z, A, B bezeichnet. Nach dem oben zitierten fundamentalen Resultat von KEPLER muss eine Bahn, die von B nach A führt, in der Ebene BAZ, also in unserer Vertikalebene liegen. Die Transferbahn geht also beim Start an der Erde senkrecht zur Ekliptik weg, wozu es einen ungeheuren Anfangsschub braucht. Man kann sogar zeigen, dass dieser Schub im Vergleich zu anderen möglichen Transferbahnen maximal ist. Der von HOHMANN vorgeschlagene Transfer existiert also nicht, man muss vielmehr von B ausgehend die Marsbahn in der Gegend des Punktes M ansteuern, damit die Bahnellipse nicht zu stark aufgestellt wird.

Die durch die Raumforschung angeregte Renaissance der Himmelsmechanik findet das Interesse vieler junger Wissenschafter. Die entwikkelten Optimierungsmethoden kommen auch den Steuer- und Regelungsproblemen der Technik zugute.

Leere Seite
Blank page
Page vide

1. Sektion für Mathematik

Sitzung der Schweizerischen Mathematischen Gesellschaft

Samstag, 28. September 1968

Präsident: Prof. Dr. W. NEF (Bern)
Sekretär: Prof. Dr. E. SPECKER, Leonhardstrasse 33, 8006 Zürich

1. H. P. KÜNZI (Zürich) – *Zum Triplex-Algorithmus der linearen Optimierung*

2. P. HESS (Zürich) – *Über das verallgemeinerte Dirichletproblem für lineare partielle Differentialgleichungen*

3. H. P. BIERI (Bern) – *Fixpunktsätze und Satz von Hahn-Banach in limitierten Vektorräumen*

4. SOPHIE PICCARD (Neuchâtel) – *Trois problèmes de la théorie générale des groupes*

1. Soit G un groupe multiplicatif abstrait engendré par un ensemble A d'éléments liés par une famille donnée F de relations caractéristiques. La famille F est dite exhaustive si toute relation entre éléments de A est une conséquence des relations caractéristiques données et de relations triviales découlant des axiomes de groupes multiplicatifs. Il n'est pas exhaustif dans le cas contraire. L'ensemble de générateurs A est dit irréductible au sens large si aucun élément de cet ensemble ne peut être obtenu par composition finie des autres. Il est dit irréductible au sens strict s'il comprend un seul élément ou s'il est de puissance >1 et si, $\forall$ la partie finie B de A, de puissance $k>1$ et $\forall$ la partie C de G, de puissance $<k$, l'ensemble $(A-B) \cup C$ n'est pas générateur de G. Le groupe G est dit fondamental (quasi fondamental) s'il possède au moins un ensemble A de générateurs, irréductible au sens strict (au sens large). Tout ensemble irréductible au sens strict (au sens large) de générateurs d'un groupe fondamental (quasi fondamental) G est appelé une base de G. La puissance d'une base est un invariant d'un groupe fondamental, appelé *rang* de ce groupe. Tout groupe fini, tout groupe à un nombre fini de générateurs, de vastes classes de P-groupes sont fondamentaux. Le groupe $\mathfrak{S}(\mathfrak{A})$ de toutes les substitutions (de classe paire) d'un nombre fini quelconque d'entiers quelconques est quasi fondamental, mais il n'est pas fondamental. Le groupe additif des nombres rationnels n'est même pas quasi fondamental. Un problème difficile et qui n'est que partiellement résolu consiste à se donner un ensemble A de générateurs qui se composent selon une loi de groupe multiplicatif, ainsi qu'un ensemble (exhaustif ou non) F de relations caractéristiques qui les lient et de rechercher tous les

groupes abstraits que peut engendrer l'ensemble A. Ce problème est entièrement résolu, par exemple, dans le cas où $A = \{a_1, a_2, a_3\}$ et où F se compose des 6 relations $a_i^2 = 1$, $i = 1, 2, 3$, $(a_i a_j)^3 = 1$, $i = 1, j = 2, 3$, ou $i = 2, j = 3$. Ces trois éléments peuvent engendrer un groupe G d'ordre infini ou un groupe fini d'ordre $2r^2$ ou $6r^2$, r désignant l'ordre de l'élément $a_3 a_1 a_2 a_1$ qui peut prendre toute valeur entière ≥ 2 (≥ 3) si l'ordre de G est $6r^2$ ($2r^2$).

2. Il existe des propriétés dites P-propriétés – qui sont communes à toutes les relations reliant entre eux les éléments de certains ensembles de générateurs de groupes multiplicatifs. Telles sont, par exemple, les propriétés de trivialité, de quasi trivialité, de trivialité modulo n (n = entier ≥ 2), etc. On dit qu'un groupe multiplicatif G est un P-groupe s'il possède au moins un ensemble A de générateurs – dits P-générateurs – liés par des relations qui jouissent toutes de la P-propriété donnée. Cette propriété se traduit par un P-caractère dont jouit le produit fh^{-1}, $\forall$ la relation $f = h$ reliant des éléments de A, et dont peuvent jouir également des compositions finies d'éléments de A qui ne sont pas égales à l'élément neutre 1 de G. Toute composition finie d'éléments de A qui présente ce P-caractère est appelée une P-composition d'éléments de A. G est appelé un P-groupe au sens strict complet si l'ensemble G_0 des P-compositions d'éléments de A est un sous-groupe invariant de G. On connaît à ce jour une trentaine de classes de pareils groupes et tous ces groupes présentent des caractères communs qui se prêtent à une élégante théorie générale.

Soit G un P-groupe au sens strict complet. Deux ensembles A et A^* de P-générateurs de G sont dits équivalents si l'ensemble des P-compositions d'éléments de A coïncide avec celui des P-compositions d'éléments de A^*. On peut répartir les ensembles de P-générateurs de G en classes d'équivalence en prenant dans une même classe $\mathfrak{C}$ deux ensembles A et A^* de P-générateurs de G si et seulement s'ils conduisent tous les deux au même sous-groupe invariant G_0 de G. Soit $\mathfrak{C}$ une telle classe d'équivalence. On définit, dans le cadre d'une telle classe $\mathfrak{C}$, les notions de P-symétrie, de P-commutateurs, de P-dérivation, de P-automorphismes, de P-endomorphismes, de sous-groupes P-symétriques et P-invariants, notions qui généralisent les notions classiques de la théorie générale des groupes, et l'on démontre l'existence dans tout P-groupe au sens strict complet d'un treillis de sous-groupes P-symétriques et d'un treillis de sous-groupes P-invariants. Les éléments du sous-groupe G_0 sont appelés les P-unités de G. Si G_0 se compose du seul élément neutre 1 de G, G est dit un P-groupe élémentaire. Un couple ordonné a, b d'éléments de G est dit P-commutable à droite (à gauche) s'il existe un élément $c(c^*)$ de G_0, tel que $ab = bac$ ($ab = c^*ba$). Tout élément de G_0 est P-commutable des deux côtés avec tout élément de G. Un élément a de G est dit P-central à droite (à gauche) s'il est P-commutable à droite (à gauche) avec tout élément de G. Tout élément de G P-central à droite (à gauche) est aussi P-central à gauche (à droite). Tout élément de G P-central à droite et à gauche est dit P-central. L'ensemble des éléments P-centraux de G constitue un groupe, appelé le P-centre de G. Tout élément de G_0

est P-central. Soit a un élément quelconque de G. Un élément a' de G est dit P-symétrique à droite (à gauche) de a si $aa' \in G_0$ (si $a'a \in G_0$). Tout élément P-symétrique à droite d'un élément a de G est aussi son P-symétrique à gauche et vice versa. Aussi est-il appelé tout court un élément P-symétrique de a. $\forall$ l'élément a de A, tout élément P-symétrique de a est de la forme $a^{-1}c$, $c \in G_0$ et réciproquement tout élément de cette forme est P-symétrique de a. Un sous-groupe g de G est dit P-symétrique s'il contient, avec tout élément a de G tous ses P-symétriques. Pour qu'un sous-groupe g de G soit P-symétrique il faut et il suffit qu'il contienne le sous-groupe G_0. L'intersection de deux sous-groupes P-symétriques de G est un sous-groupe P-symétrique de G. De même l'union de deux sous-groupes P-symétriques est un sous-groupe P-symétrique de G. Un sous-groupe g^* de G est dit P-invariant si $\forall$ le couple a, a' d'éléments P-symétriques de G, on a $ag^*a' = g^*$. Pour qu'un sous-groupe g^* de G soit P-invariant il faut et il suffit qu'il soit P-symétrique et invariant. L'intersection est l'union de deux sous-groupes P-invariants de G est également un sous-groupe P-invariant de G. $\forall$ le couple ordonné a, b d'éléments de G, on appelle P-commutateur de a et b tout produit de la forme $aba'b'$ où $a'(b')$ est un P-symétrique quelconque de $a(b)$. On appelle premier P-dérivé de G le sous-groupe de G engendré par les P-commutateurs de tous les couples ordonnés d'éléments de G. Ces théories seront développées dans les Publications du Séminaire de Géométrie de l'Université de Neuchâtel.

3. Soit $\mathfrak{P}$ une propriété dont peuvent jouir des relations entre éléments d'ensembles de générateurs d'un groupe multiplicatif. Soit G un groupe multiplicatif. On dit que G est un $\mathfrak{P}$-produit de ses sous-groupes G_λ, $\lambda \in \Lambda$, s'il existe pour tout $\lambda \in \Lambda$, au moins un ensemble A_λ de générateurs du groupe G_λ et une famille exhaustive F_λ de relations caractéristiques qui les lient, tel que l'ensemble $A = \bigcup_{\lambda \in \Lambda} A_\lambda$ est un ensemble de générateur de G qui possède un ensemble exhaustif (au moins) F de relations caractéristiques jouissant des propriétés suivantes: $F \supset \bigcup_{\lambda \in \Lambda} F_\lambda$, toute relation de F qui relie entre eux des éléments de A_λ fait partie de F_λ et toute relation de l'ensemble $F - \bigcup_{\lambda \in \Lambda} F_\lambda$ jouit de la propriété $\mathfrak{P}$ donnée.

Soit à présent G_λ, $\lambda \in \Lambda_\lambda$ un ensemble donné de groupes abstraits, G_λ étant défini par un ensemble A_λ de générateurs et une famille exhaustive F_λ de relations caractéristiques qui les lient, $\forall \lambda \in \Lambda$, et soit $\mathfrak{P}$ une propriété donnée dont peuvent jouir des relations entre générateurs d'un groupe multiplicatif. Tout groupe abstrait G défini par l'ensemble $A = \bigcup A_\lambda$ de générateurs et une famille exhaustive F de relations caractéristiques qui les lie, telle que $F \supset \bigcup_{\lambda \in \Lambda} F_\lambda$, toute relation de F qui relie entre eux des éléments de A_λ fait partie de F_λ et toute relation de l'ensemble $F - \bigcup F_\lambda$ jouit de la propriété $\mathfrak{P}$ donnée est appelé un $\mathfrak{P}$-produit des groupes G_λ. Un tel produit jouit de propriétés qui presentent une certaine analogie avec celles d'un produit libre qui en est un cas très

particulier. Lorsqu'il s'agit d'une P-propriété définie dans la seconde question traitée ci-dessus, on a la proposition générale suivante: Tout P-produit de P-groupes est un P-groupe. La théorie des P-produits de groupes sera également développée dans les publications du Séminaire de géométrie de l'Univresité de Neuchâtel.

5. P.J. ERHARD (Zürich) – *Une application des structures conformes à la théorie des surfaces*

6. F. SIGRIST (Neuchâtel) – *H-espaces*

7. G. PERIGHETTI (Zürich) – *Quelques remarques concernant la théorie des groupes topologiques*

2. Sektion für Physik

Sitzung der Schweizerischen Physikalischen Gesellschaft
Samstag, 28. September 1968

Präsident: Prof. Dr. K. P. MEYER (Bern)
Sekretär: Prof. Dr. F. KNEUBÜHL, ETH Zürich

Theoretische Physik

1. P. BOUVIER (Université de Genève) – *Relaxation par effet collectif dans un système autogravitant à symétrie sphérique et densité de phase constante*

Allgemeine und angewandte Physik

1. R. A. HAEFER (Gebr. Sulzer AG, Winterthur) – *Molekulare Einfallsdichte auf den Wänden einer zylindrischen Raumsimulationskammer*

2. J. E. DURISCH (Institut de Physique de l'Université de Neuchâtel) – *Détermination de la perméabilité du polyéthylène à la vapeur d'eau à l'aide de spectrométrie de masse*

3. H. OESCHGER, M. WAHLEN (Physikalisches Institut der Universität Bern) – *X-ray-Zähler für* ^{53}Mn *und* ^{59}Ni *aus kosmischen Staubproben*

4. R. SIEGENTHALER (Institut für angewandte Physik der Universität Bern) – *Elektronische Elimination von Rauschimpulsen in Szintillationszählern*

5. R. DÄNDLIKER, TH. TSCHUDI, H. P. BRÄNDLI (Institut für angewandte Physik der Universität Bern) – *Rückwirkung bei gekoppelten optischen Resonatoren*

6. R. DÄNDLIKER, M. SIEGRIST (Institut für angewandte Physik der Universität Bern) – *Eigenschaften eines optischen Reflexions-Resonanzverstärkers*

7. R. DÄNDLIKER, H. P. WEBER (Institut für angewandte Physik der Universität Bern) – *Auflösungsvermögen von Spektralapparaten bei ultrakurzen Lichtimpulsen*

8. H. P. WEBER und R. DÄNDLIKER (Institut für angewandte Physik der Universität Bern) – *Zur Messung der Form von Lichtpulsen im Picosekundenbereich*

9. E. MATHIEU, H. P. WEBER (Institut für angewandte Physik der Universität Bern) – *Der Einfluss der Linienbreite beim optischen Mischen*

10. D. BOVET (Laboratoire de Géotechnique de l'EPUL, Lausanne) – *La notion mathématique de courant appliquée au passage du continu au discontinu en physique*

11. U. R. M. HERLACH (Institut für Aerodynamik, ETH Zürich) – *Aerodynamische Stabilität drehschwingender Profile*

12. F. ACKERMANN (Physikalisches Institut, Universität Basel) – *Spin-Bahnkopplung in molekularen Rydbergzuständen des* NO-*Moleküls*

Kernphysik und Hochenergiephysik

1. R. W. BENJAMIN, F. W. HORNYAK, W. MENTI, P. MARMIER (Laboratorium für Kernphysik, ETH Zürich) – *(p,p')-Messungen an* ^{48}Ti

2. G. THIÉVENT, J. LANG, R. MÜLLER, P. MARMIER (Laboratorium für Kernphysik, ETH Zürich) – *Untersuchung der Energieabhängigkeit der Nahstreuung*

3. H. KNOTH, A. GOBBI, A. HUBER, U. MATTER, J. L. PERRENOUD und P. MARMIER (Laboratorium für Kernphysik, ETH Zürich) – *Reaktionen mit schweren Ionen*

4. R. JENEFSKY, F. N. GYGAX, H. J. LEISI (Laboratorium für Hochenergiephysik, ETH Zürich) – *Gamma-Gamma Directional Correlation in the Decay of* ^{129m}Xe

5. H. DIRREN, T. VON LEDEBUR, H. J. LEISI (Laboratorium für Hochenergiephysik, ETH Zürich) – *Effet de température sur une corrélation* $\gamma\gamma$ *dans la désintégration de* ^{166}Ho, *dilué dans des monocristaux d'éthylsulfate de lanthane*

6. J.-P. EGGER, C. LUNKE, J. ROSSEL, C. ZANGGER (Institut de Physique, Université de Neuchâtel) – *Etude de la réaction* $n+d \rightarrow n+n+p$ *à* 14 MeV

7. F. FOROUGHI, E. GRAF, J. E. DURISCH (Institut de Physique, Université de Neuchâtel) – *Nouveau dispositif de discrimination alphas-protons*

8. J.-P. AMIET (Institut de Physique, Université de Neuchâtel), H. D. ZEH (Institut für theoretische Physik, Universität Heidelberg) – *On the Origin of the Heavy Nuclei*

9. M. GASSER, A. IONESCU, J. KERN, O. HUBER (Physikinstitut, Universität Freiburg) – *Über den Zerfall von* ^{161}Gd

10. J. KERN, G. MAURON, B. MICHAUD (Institut de Physique, Université de Fribourg) – *Sur la structure nucléaire du* ^{165}Ho

11. R. C. SALGO, H. H. STAUB (Universität Zürich) – *Eine Neubestimmung der β-Zerfallsenergie des Tritiums und die Neutron-Proton-Massendifferenz*

12. L. A. SCHALLER (Physikinstitut der Universität Freiburg) – *Der Zerfall von* ^{128}J

13. CH. LEEMANN, P. HUBER, U. ROHRER, H. RUDIN (Physikalisches Institut der Universität Basel) – *Nachweis von Partialwellen mit Drehimpuls* $l > 0$ *im Eingangskanal der* $^3He(d,p)\,^4He$-*Reaktion*

Festkörperphysik

1. J. BERNASCONI, S. STRÄSSLER (Brown-Boveri-Forschungszentrum, Baden) – *Indirekte Austauschwechselwirkung zwischen magnetischen Momenten*

2. M. POSTERNAK, S. STEINEMANN (Institut de Physique expérimentale, Université de Genève) – *Corrélation entre modules élastiques et structure de bande des métaux de transitions*

3. R. EHRAT, L. RINDERER (Institut de Physique expérimentale, Université de Lausanne) – *Anomalie de transition de phase au champ critique supérieur* Hc_2 *dans les supraconducteurs de deuxième espèce*

4. E. MEYER, L. RINDERER (Institut de Physique expérimentale, Université de Lausanne) – *Durch Abschrecken aus der Schmelze erhaltene, dendritisch gewachsene, sphärische Einkristalle hochschmelzender Metalle*

5. G. HARBEKE, E. F. STEIGMEIER (Laboratories RCA Ltd., Zürich) – *Raman-Streuung in ferromagnetischem* $CdCr_2Se_4$

6. Y. RUEDIN, F. PORRET (Institut de Physique, Université de Neuchâtel) – *Détection optique de la résonance paramagnétique électronique*

7. L. WEHRLI (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich) – *Die magnetische Suszeptibilität und Bandstruktur der* $Bi_{1-x}Sb_x$-*Legierungen*

8. G. BUSCH, J. P. KOPP (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich) – *Magnetic Properties of the Mixed* (Nd, Dy) Sb *System*

9. R. BACHMANN, G. BUSCH, P. WACHTER (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich) – *Magnetische Effekte auf die Photoleitung von* EuO

10. G. BRÄNDLI, R. GRIESSEN (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich) – *Der Einfluss von Oberflächenströmen auf die Magnetostriktion von Typ-II-Supraleitern*

11. R. JAGGI, H. KELLER, H. WEIBEL (IBM-Forschungslaboratorium, Rüschlikon) – *Hochstrom-Leitfähigkeit von n-Typ-Silizium*

12. E. FISCHER (Labor für Festkörperphysik, Tieftemperaturgruppe, ETH Zürich) – *Druckabhängigkeit der kritischen Temperatur in* In-Pb

13. M. LIETZ (Brown-Boveri-Forschungszentrum, Baden) – *Theoretische Bestimmung der genauen Struktur des* 6H-*Typs von* SiC

14. T. JALANTI, W. BENOIT (Laboratoire de Génie atomique de l'EPUL, Lausanne) – *Restauration des dislocations dans l'or pur*

3. Sektion für Geophysik, Meteorologie und Astronomie

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Geophysik, Meteorologie und Astronomie

Samstag, 28. September 1968

Präsident: Prof. Dr. H. U. DÜTSCH (Zürich)
Sekretär: W. KUHN (Zürich)

1. A. SÜSSTRUNK (Baden) – *Erdstösse im Verzascatal beim Aufstau des Speicherbeckens Vogorno*

Beim ersten Aufstau des Stausees Vogorno des Verzasca-Kraftwerks im Sommer 1965 wurden in den Siedlungen Berzona und Vogorno am linken (östlichen) Seeufer zunächst unerklärliche Erschütterungen, verbunden mit sprengknallähnlichen akustischen Geräuschen, beobachtet. Seismographische Messungen ergaben, bei Anwendung der in der Auswertung von Seismogrammen von lokalen Erdbeben üblichen Methoden, dass es sich um Erdstösse handelte, deren Quellen 100–400 m unter Terrain in zwei geologisch jungen Verwerfungszonen südlich (Val Fontöbbia) und nördlich (Val Porta) von Berzona lagen. Die Stösse waren relativ hart, d.h. von kurzer Dauer (0,2–0,3 sec) und hochfrequent (50–150 Hz). Die gleichzeitig auftretenden Geräusche sind praktisch synchron mit der Bodenbewegung, sie werden von der Terrainoberfläche in die Luft abgestrahlt. Zur Messung der Erschütterungen wurden elektrodynamische Seismometer, elektronische Verstärkung und Direktschreiber verwendet; zeitweilig erfolgten Registrierungen gleichzeitig an vier Orten (Vogorno, Berzona, Sperrstelle und Mergoscia, zeitweise auch beim alten Wehr bei Corippo). Es zeigte sich, dass die Erdstösse nur in der oben erwähnten, 2–3 km oberhalb der Sperrstelle gelegenen, etwa 1 km langen Zone spürbar waren, dass aber die nach Steinbruchsprengungen oder Geschützdonner klingenden und im Tal nachhallenden Geräusche weitherum wahrgenommen wurden. Die «Intensität» der Erschütterungen (registriert wurde der zeitliche Verlauf der Bewegungsgeschwindigkeit des Messpunkts beim Durchlaufen des Stosses) erreichte vereinzelt 20–25 mm/sec, d.h. Werte, welche bei durchschnittlichen städtischen Wohnbauten bereits leichte Schäden an Verputz und Gipsverkleidungen bewirken würden. Stärke und Charakter der Erschütterungen sind vergleichbar mit denjenigen bei Steinbruchsprengungen in einigen 100 m Entfernung bei Einsatz von 100–200 kg Sprengstoff pro Zündung; die pro Stoss abgestrahlte Energie liegt somit in der Grössenordnung einiger Metertonnen.

Aus den Diagrammen in Abbildung 2 ist der zeitliche Verlauf der Seespiegelkote, der Zahl und Intensität der stärkeren Erdstösse sowie der Niveauänderung einiger Fixpunktgruppen am linken Talhang ersichtlich.

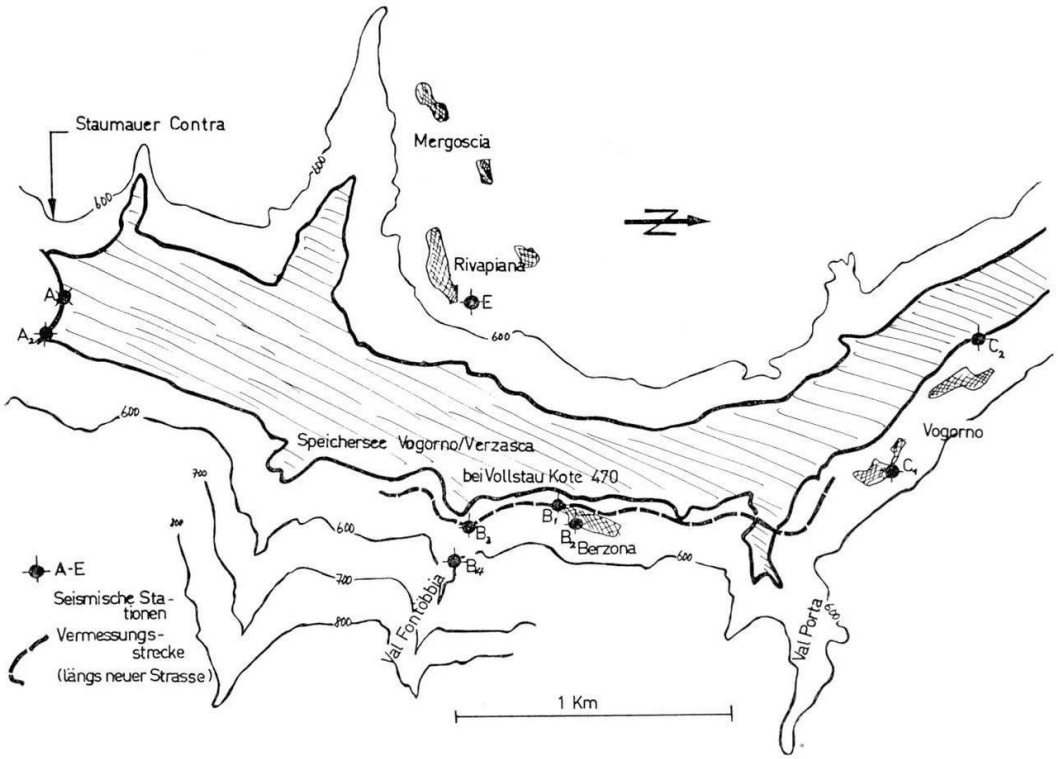


Abbildung 1
Situationsskizze

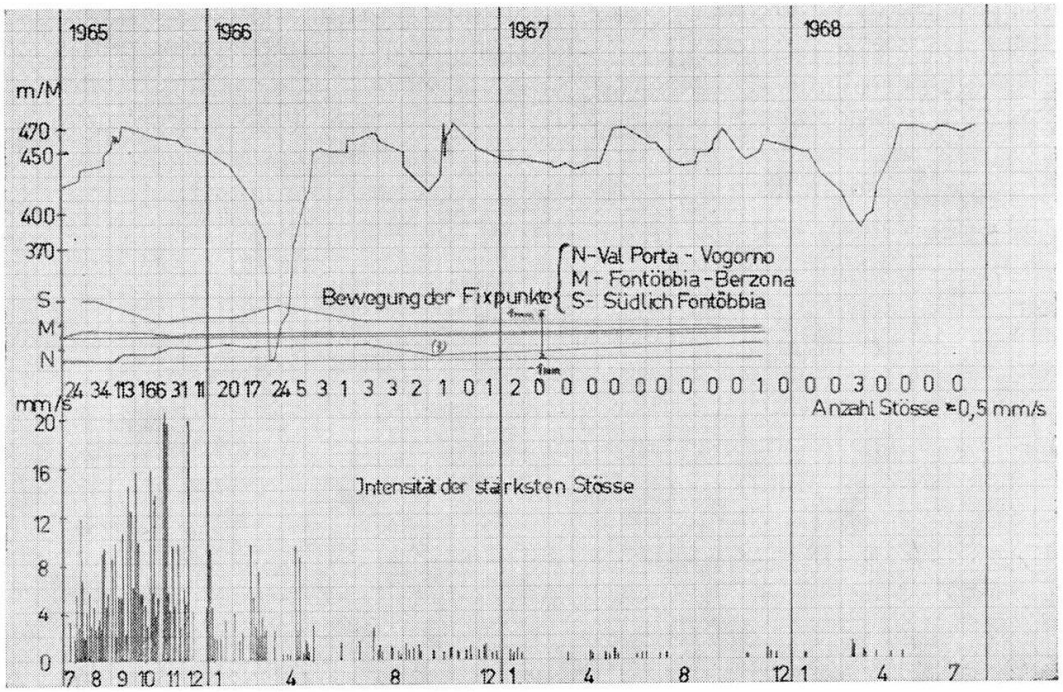


Abbildung 2

Anfänglich war nach jeder rasch erfolgten Veränderung der Seespiegelhöhe eine Verstärkung und zeitliche Verdichtung der Stösse zu beobachten (3–6 Wochen hinterher). Nach dem ersten Vollaufstau setzte eine Aktivität ein, welche für die Bevölkerung sehr beunruhigend war (bis 25 spürbare Stösse pro Tag). Verschiedenen Forderungen, wie sofortiges Absenken des Seespiegels, Evakuation der Siedlung Berzona ..., war anhand einer Analyse der beobachteten Phänomene zu begegnen. Die einzelnen Stösse sind eng begrenzten Bruchvorgängen im Gestein zuzuordnen, d.h. dem Aufbau von die Gesteinsfestigkeit überschreitenden Spannungen, verursacht oder verstärkt durch das Gewicht des gestauten Wassers, durch Eindringen von Wasser in Klüfte, Änderung der Temperaturverhältnisse. Das Eindringen von Wasser in Kluftsysteme mochte Quellungen verursacht oder Reibungen verringert haben, durch Rückstau von Quellen konnte der Druck bis in grössere Tiefen erhöht werden. Jedenfalls war anzunehmen, die Bruchvorgänge würden mit der Zeit wieder abklingen. In der Fachliteratur ist über analoge Erscheinungen bei einzelnen Staubecken in Oberitalien und im Bereich der grossen Speicher in den USA (Boulder- und Hoover-Damm) berichtet worden, durch private Mitteilungen erhielten wir Kenntnis über das Auftreten von Erdstössen bei Anlagen in Frankreich, Nordafrika und Indien; in allen diesen Fällen nahm die Aktivität nach wenigen Stauzyklen, d.h. innert 1 bis 5 Jahren, bis zur Bedeutungslosigkeit ab (abgesehen von den Fällen, wo bekannte Erdbebenzonen eingestaut worden waren). Da die Gesteinsschichtgrenzen im vorliegenden Falle sehr steil stehen und quer zum Tal verlaufen, war ein Ablösungsprozess grösserer Gesteinsmassen und deren Abgleiten gegen den See hin (analog Vajont) ausgeschlossen. Eine geodätische Präzisionsvermessung längs des Talhangs im Bereich der Siedlungen Berzona und Vogorno, über die beiden «reaktivierten» Verwerfungszonen hinaus, liess auch keine irgendwie alarmierenden Blockverschiebungen in vertikaler Richtung oder quer zum Tal erkennen: Während die Zone zwischen den beiden grossen Verwerfungen (siehe Abb. 2) praktisch ruhig blieb, senkte sich das Gestein südlich des Val Fontöbbia nach Staubeginn um 0,5–1 mm und hoben sich die Punkte nördlich des Val Porta im Mittel um etwa 0,5 mm.

Die seismische Aktivität nahm im ersten Halbjahr 1966 rasch ab, rascher, als wir dies vorauszusagen gewagt hätten. Im ganzen wurden rund 500 Erdstösse mit einer Intensität von mindestens 0,5 mm/sec registriert. Seit dem März 1968 sind keine spürbaren Stösse mehr beobachtet worden (Grenze der Spürbarkeit: etwa 0,2 mm/sec). Es standen mir für diese Untersuchung lediglich Messanordnungen mit Direktschreibern zur Verfügung; die Geräte mussten zur Zeit der grössten Aktivität auf die verschiedenen Ortschaften verteilt und als Dauerregistrierstationen mit sehr kleiner Registriergeschwindigkeit betrieben werden. Erwünscht wäre gewesen, im Bereich der aktiven Zonen 3–4 Meßgeräte mit je 3-Komponenten-Registrierung auf Magnetband und mit genauer gegenseitiger Zeitkontrolle aufzustellen. Damit wäre es möglich gewesen, eine wesentlich grössere Zahl von Stosszentren sehr genau zu lokalisieren und wesent-

lich mehr Auskünfte über den Mechanismus der kleinen Bruchvorgänge im Gestein zu erhalten (Wanderung der Zentren, Orientierung der Bruchflächen usw.). Leider standen solche Geräte damals in der Schweiz noch nicht zur Verfügung. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, dass analoge seismische Aktivitäten auch bei andern Staubecken in der Schweiz auftraten, daß sie aber unbemerkt blieben, da die meisten Speicherbecken in den Alpen in praktisch unbewohnten Gebieten liegen. Vielleicht besteht die Möglichkeit, beim Aufstau der letzten grossen neuen Staubecken (Livigno und Emosson) solche Phänomene ausführlicher und systematischer zu untersuchen.

2. J. HAEFELIN (MZA, Zürich) – *Der Jahresgang der Maxima und Minima der Temperatur in Zürich*

Seit 1961 werden in den Annalen der MZA die Maxima und Minima der Lufttemperatur von der Messstation der Zentralanstalt an der Krähbühlstrasse nach den Ablesungen an den Extremthermometern in der offenen Wildschen Hütte veröffentlicht. Um diese Werte mit den Ablesungen, die vor 1950 bei der früheren Station an der Gloriastrasse, die nach den Thermographenregistrierungen erfolgten, vergleichen zu können, war es notwendig, die Werte der Jahre 1901–1950 zu reduzieren.

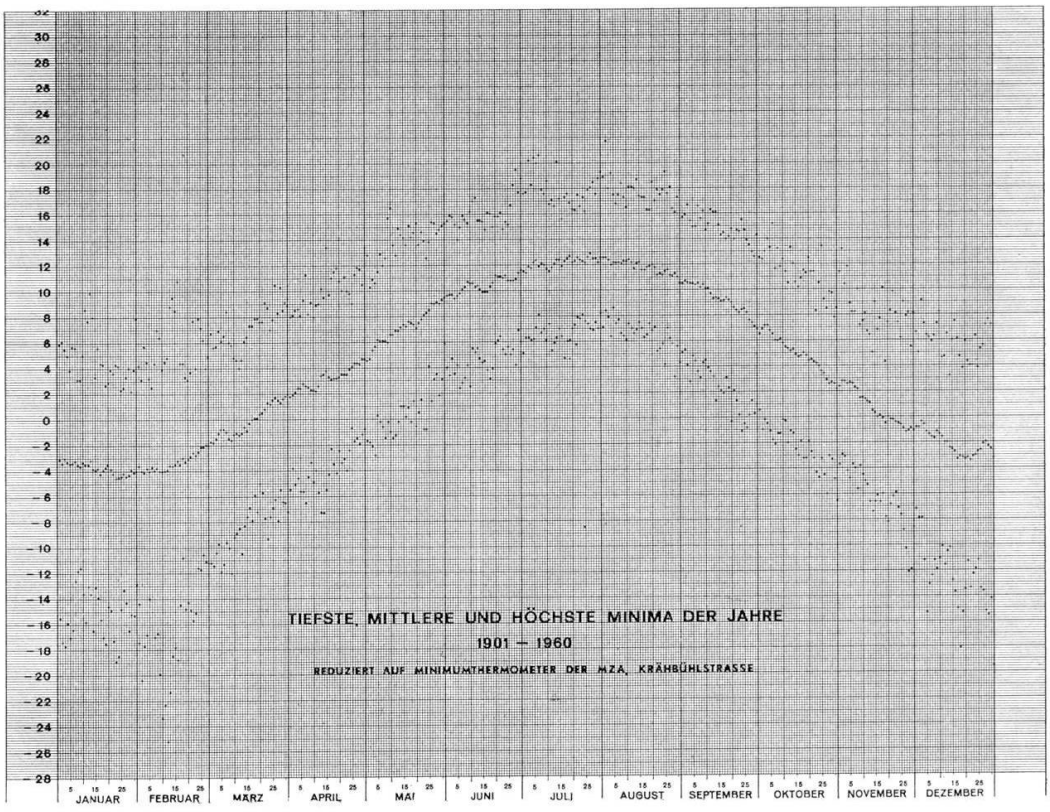


Abbildung 1
Tiefste, mittlere und höchste Minima der Jahre 1901–1960
Reduziert auf Minimumthermometer der MZA, Krähbühlstrasse

Korrektur der Thermographenregistrierungen Gloriastrasse auf die Ablesungen am Minimum- und Maximumthermometer Krähbühlstrasse
(Mittel aus 2 Jahren 1949/50 bzw. 1950/51) [°C]

	Minimum	Maximum	Maximum Mittel aus 3 Monaten $\frac{A + 2B + C}{4}$
Januar	— 1,0	— 0,2	— 0,3
Februar	— 0,9	— 0,4	— 0,5
März	— 1,2	— 0,8	— 0,8
April	— 1,0	— 1,0	— 0,9
Mai	— 1,0	— 0,9	— 1,0
Juni	— 0,8	— 1,2	— 1,1
Juli	— 1,0	— 1,1	— 1,0
August	— 0,8	— 0,5	— 0,7
September	— 0,8	— 0,6	— 0,5
Oktober	— 0,9	— 0,3	— 0,4
November	— 1,0	— 0,4	— 0,3
Dezember	— 1,2	— 0,3	— 0,3
Mittel	— 0,98	— 0,64	— 0,65

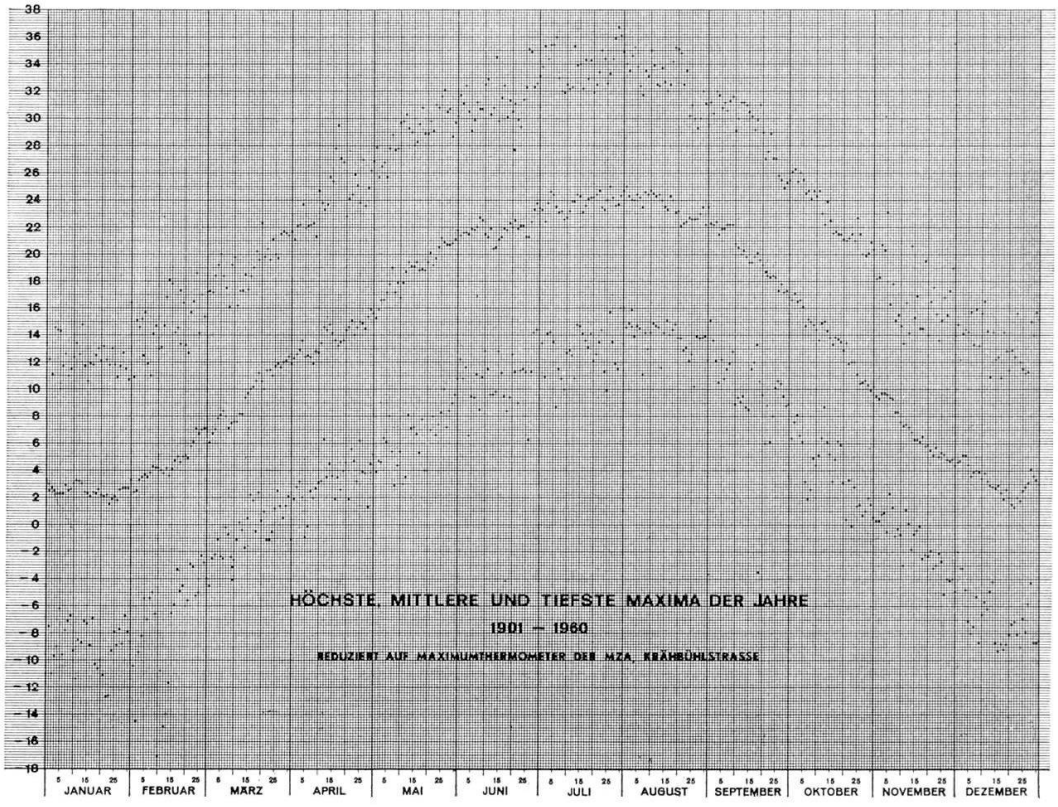


Abbildung 2
Höchste, mittlere und tiefste Maxima der Jahre 1901–1960
Reduziert auf Maximumthermometer der MZA, Krähbühlstrasse

Da zwischen 1949 und 1951 Parallelmessungen an den beiden Standorten vorgenommen worden waren, konnte man die Thermographenablesungen mit den Angaben nach den Extremthermometern am neuen Standort vergleichen. Dabei zeigte es sich, dass der Reduktionswert bei den Minima von Monat zu Monat nur zwischen −0,8 und −1,2 Grad schwankte und also für das ganze Jahr mit einem einheitlichen Wert von −1,0 Grad gerechnet werden konnte. Bei den Maxima war die Schwankung bedeutend grösser. Während im Winter die Werte bei −0,2 bis −0,4 Grad lagen, wurden im Sommer Werte von −0,6 bis −1,2 Grad festgestellt. Nach Ausgleich über je 3 Monate wurden dann bei den Maxima folgende Reduktionswerte (in °C) angebracht:

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Betrag	—0,3	—0,5	—0,8	—0,9	—1,0	—1,1	—1,0	—0,7	—0,5	—0,4	—0,3	—0,3

Mit den reduzierten Werten der Jahre 1901–1950 und den vorliegenden Ablesungen an den Extremthermometern der Jahre 1951–1960 am neuen Standort konnte man nun für jeden Tag des Jahres ein 60jähriges Mittel berechnen. In die graphische Darstellung wurden auch die an den einzelnen Tagen des Jahres im Zeitraum 1901–1960 vorgekommenen höchsten und tiefsten Werte aufgenommèn.

3. TH. ZINGG – *Lawinensituation Januar 1968*

4. B. PRIMAULT (Institut suisse de Météorologie, Zurich) – *Les bases climatologiques d'un plan d'aménagement du territoire*

Dans les milieux les plus divers, on parle d'aménager le territoire; que ce soit pour lutter contre une centralisation trop poussée du développement économique ou contre des égoïsmes privés trop envahissants. En effet, un plan d'aménagement du territoire est appelé à canaliser les aspirations individuelles en vue du bien commun. L'association suisse pour le plan d'aménagement national dont on a célébré dernièrement les 25 ans d'existence fait de gros efforts pour analyser les besoins, synchroniser les études et coordonner les tendances les plus diverses et souvent les plus contradictoires.

Afin de réaliser un plan cohérent, il est indispensable de pouvoir se baser sur des études spécifiques préalables dont les unes sont prospectives, c'est-à-dire dirigées vers l'avenir (démographiques, culturelles, industrielles), les autres analytiques (ressources naturelles par exemple). C'est d'une de ces dernières qu'il sera question ici: l'analyse climatique ou plutôt méso-climatique.

On sera peut-être étonné d'apprendre qu'une étude du climat est encore nécessaire chez nous après la publication de tant de documents et de travaux scientifiques dans ce domaine. Je ne citerai ici que quelques exemples de travaux de base: Les planches de l'Atlas de la Suisse; les fascicules du nouveau «Climat de la Suisse» qui remplacent peu à peu l'édition du

début du siècle; les travaux de BOUËT sur le Valais et le Bassin lémanique; ceux de ROTEN sur le gel en Valais; ceux de BIDER sur la pollution de l'air, le rayonnement, les précipitations; et j'en passe.

Certes ces sources d'informations sont importantes, mais suffisent-elles vraiment à l'établissement d'une synthèse climatique générale permettant d'en tirer des conclusions directes sur les vocations naturelles des différentes régions du pays, voire d'espaces plus restreints? Je ne le pense pas. Il nous manque encore des indications précises et différenciées sur bien des éléments du climat. Quelques exemples:

Quelles sont les zones affectées par le brouillard et en quelle saison?

Nous ne disposons pas de cartes des zones gélives si ce n'est pour les cantons de Bâle-Campagne, du Valais et de Vaud.

Y a-t-il possibilité de déterminer des zones plus particulièrement affectées par la grêle?

L'étude de ZINGG sur la durée d'enneigement ne couvre que les Alpes. Pourtant, cet élément météorologique est d'importance dans le Jura également, si ce n'est aussi dans le reste du pays. Il s'agirait ici non seulement d'estimer les possibilités de sports d'hiver, mais aussi de prévoir les nécessités de déblaiement des routes à grand trafic et des pistes de nos aérodromes.

Dans cette énumération, je m'arrêterai plus particulièrement à un élément qui fut trop longtemps sous-estimé: la durée d'insolation. Par l'étude approfondie de cet élément, on peut tirer des conclusions intéressantes sur la vocation de lieux étroitement délimités. Combien de logements ne construit-on pas dans des endroits où le soleil ne pénètre pas ou peu en certaines saisons? Et pourtant jouir du soleil est vital pour nous tous. Il faudrait, pour analyser correctement cet élément, disposer de cartes détaillées de l'ensoleillement maximum possible établies à grande échelle. En outre, il faut pouvoir s'appuyer sur des diagrammes de l'horizon pour un certain nombre de points précis, car le moment de la journée où le soleil éclaire un objet est primordial pour son utilisation. Un logement par exemple pourra rester dans l'ombre jusque vers 8 heures le matin, mais devra être ensoleillé le plus tard possible le soir. Il n'en va pas de même d'un hôpital.

De telles cartes et de tels diagrammes ne sauraient cependant suffire à eux seuls. Ils ne donnent qu'une idée très imprécise de la durée d'insolation effective. Ils devront donc être accompagnés de tables donnant, pour des stations de référence, les insolations relatives pour diverses saisons ou époques de l'année. Des moyennes sont ici insuffisantes, comme ailleurs du reste, et il faut leur adjoindre des indications de fréquence. On peut pour cela se servir d'une analyse d'amplitudes.

Par analogie avec la durée d'insolation, des indications comparatives entre divers lieux connus et diverses saisons doivent être présentés pour d'autres éléments du climat. On pourra en tirer d'intéressantes explications de faits. Donnons en exemple les précipitations du Jura et des Préalpes à altitude égale. Dans le premier cas, il s'agit de précipitations plus abondantes en hiver, ce qui explique les fortes chutes de neige qu'on

y constate souvent. En outre et contrairement à ce que l'on pourrait attendre de la propagande touristique, la région de Montreux est plus fortement arrosée que celle de Genève, et cela en été et au printemps surtout.

Ce n'est qu'en disposant de toutes ces bases analytiques qu'il sera possible d'entreprendre une synthèse des influences du climat sur toutes les activités humaines (habitat, industrie, agriculture, délassement, voies de communication et de transport d'énergie, etc.), en un mot sur l'aménagement judicieux du territoire national.

Un essai dans ce sens est actuellement en cours dans le canton de Vaud. On cherche en outre à se servir des premiers résultats sur le plan suisse. Espérons que ce travail et les expériences qui en découleront serviront de guide aux autorités d'autres cantons.

L'orateur illustre son exposé par quelques diapositifs montrant des différences d'insolation, des cartes d'insolation maximum possible, un tableau d'amplitudes et des comparaisons de précipitations. L'étude vaudoise sera publiée par les soins du Service cantonal de l'urbanisme, section du plan d'aménagement.

5. A. N. AUFDERMAUR (Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch/Davos) – *Physikalische Betrachtungen zum Psychrometerproblem*

Im Zusammenhang mit Messungen des Wärmeüberganges bei erzwungener Konvektion wurde auch die Frage der Proportionalität zwischen Wärmeübergang und Verdunstung in Abhängigkeit von der Strömung an einem Kugelpsychrometer untersucht (AUFDERMAUR, 1968). Hier soll das Resultat zusammen mit ein paar grundsätzlichen Überlegungen mitgeteilt werden. Anlass zu diesen Überlegungen gaben nicht ganz zutreffende Darstellungen der Psychrometrie in verschiedenen meteorologischen Handbüchern (ausser etwa bei FLETCHER, 1962). Eine Übersicht über eine grosse Zahl von Experimenten und Theorien zum Psychrometer findet man bei SONNTAG (1967), allerdings Richtiges und Falsches ohne Beurteilung nebeneinander.

An zwei Gedankenexperimenten und im Falle des belüfteten Psychrometers wollen wir zuerst untersuchen, wie sich die Temperatur verhält, wenn ein feuchtes Thermometer in eine ungesättigte Luftmasse der Temperatur T und dem Mischungsverhältnis m gebracht wird. Als ersten Fall betrachten wir das unbelüftete feuchte Thermometer:

1. Ohne Konvektion gibt das feuchte Thermometer Wasserdampf nur durch Diffusion ab. Dadurch kühlt es sich ab, so dass auch ein diffusiver Wärmestrom anhebt. Schliesslich stellt sich die Temperatur des feuchten Thermometers so ein, dass der Wärmestrom gleich gross ist wie die Verdampfungswärme des wegdiffundierenden Wassers. Zwar ist die Diffusion von der Geometrie des Thermometers abhängig und lokal unterschiedlich, aber im stationären Fall ist der Wärmestrom dem Dampfstrom streng proportional und die Temperatur des feuchten Thermometers des-

halb nicht von seiner Geometrie abhängig. Bezeichnen wir diese Temperatur mit T_1 und das zugehörige Mischungsverhältnis bei Sättigung mit m_1, so berechnen wir folgende Beziehung:

$$\frac{T-T_1}{m_1-m} = \frac{D\varrho L}{\lambda} = \frac{D\varrho c_p}{\lambda} \cdot \frac{L}{c_p} \tag{1}$$

(D = Diffusionskonstante von Wasserdampf in Luft; ϱ = Dichte, c_p = spezifische Wärme, λ = Wärmeleitfähigkeit von Luft; L = Verdampfungswärme).

2. Wiederholen wir den beschriebenen Versuch in einem abgeschlossenen Luftvolumen, so wird schliesslich das ganze Volumen gesättigt, und die Diffusion kommt zum Stillstand. Wenn der Versuch adiabatisch-isobar durchgeführt wurde, messen wir im ausgeglichenen Zustand die Lufttemperatur T_2 bei einer Sättigung m_2 entsprechend

$$\frac{T-T_2}{m_2-m} = \frac{L}{c_p} \tag{2}$$

Erwartungsgemäss verschwindet bei diesem Experiment der Einfluss von D und λ, dafür spielt jetzt die spezifische Wärme der Luft c_p eine Rolle (die spezifische Wärme des Thermometers ist vernachlässigbar gedacht).

3. Zur Erklärung der beobachteten Temperatur T_3 an einem belüfteten feuchten Thermometer (= Psychrometer) wird manchmal Formel (2) zu Unrecht verwendet. T_3 wird jedoch ähnlich wie bei (1) durch ein Gleichgewicht zwischen Wärmestrom und L mal Dampfstrom bestimmt. Das Funktionieren und die Theorie des belüfteten Psychrometers ist zwar etwas weniger übersichtlich als die Gedankenexperimente 1. und 2., der praktische Vorteil der Belüftung beruht aber auf dem grösseren Wärme- und Dampfstrom, so dass vernachlässigbare Strahlungsfehler und kurze Einstellzeiten erreichbar sind. Wir müssen im folgenden voraussetzen, dass die Strömung durch eine grosse Reynoldszahl ($Re > 100$) charakterisiert ist. Soweit die Strömung am Psychrometer laminar ist, lässt sich die Psychrometerformel theoretisch herleiten:

$$\frac{T-T_3}{m_3-m} = \left(\frac{D\varrho c_p}{\lambda}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot \frac{L}{c_p} \cdot Q\left(\frac{v}{D}, \frac{v\varrho c_p}{\lambda}, \text{Geometrie}\right) \tag{3}$$

m_3 ist das bei T_3 gesättigte Mischungsverhältnis, v die kinematische Zähigkeit. Die Funktion Q ist der Quotient aus zwei Funktionen, die sich nach der Theorie der laminaren Grenzschicht unter Verwendung komplizierter mathematischer Hilfsmittel für viele geometrische Formen berechnen lassen (z.B. MERK, 1959). Demnach schwankt Q im System Wasserdampf–Luft ($v/D = 0{,}62$, $v\varrho c_p/\lambda = 0{,}72$) zwischen 0,99 und 1,01.

Nun stellt sich die Frage, wie sich Q in Formel (3) bei turbulenter Strömung verhält. Dazu wurden im Windkanal Versuche mit einer wärmeisolierenden Psychrometerkugel gemacht (AUFDERMAUR, 1968). Da die Strömung um eine Kugel im vorderen Teil laminar und im hinteren Teil turbulent ist, war zu untersuchen, wie sich Q im hinteren Teil zum theo-

retisch bekannten Q vom vorderen Teil verhält. Zu diesem Zweck wurde die Verteilung von T_3 über die ganze Oberfläche der Psychrometerkugel gemessen. Tatsächlich waren die gefundenen Schwankungen ΔT_3 sehr klein und im Bereiche des Meßfehlers von $\Delta T_3/(T-T_3) < \pm 2\%$. Daraus folgt, dass im System Wasserdumpf–Luft Q in der Psychrometerformel (3) sowohl in laminarer als auch in turbulenter Strömung um einen vernachlässigbar kleinen Betrag von 1 abweicht ($Q = 1{,}00 \pm 0{,}02$). Dies bedeutet eine Proportionalität zwischen Wärme- und Dampfstrom, die zu einer beinahe konstanten und von der Belüftungsgeschwindigkeit unabhängigen Temperatur T_3 führt, obwohl die Grösse des Wärme- und Dampfstromes, allerdings in gleicher Weise, orts- und geschwindigkeitsabhängig ist.

Schlussfolgerungen

Wenn wir die Formeln (1), (2) und (3) vergleichen, so finden wir identische Feuchttemperaturen für den Fall, dass $D\varrho c_p/\lambda = 1$. Im System Wasserdampf–Luft mit $D\varrho c_p/\lambda = 1{,}16$ unterscheiden sich $T_1 < T_3 < T_2$ nur wenig. Dies sollte jedoch nicht dazu verleiten, die Psychrometertemperatur auf der Grundlage von Gleichung (2) zu erklären. Die strenge Psychrometertheorie und unser Experiment zeigen, dass Formel (3) richtig ist, wobei Q und damit T_3 nur wenig von den speziellen Gegebenheiten der Strömung abhängen. Mit $Q = 1$ wird die Konstante des idealen Psychrometers mit Wasser- bzw. Eisbedeckung bei 0 °C

$$\frac{T-T_3}{m_3-m} = 2{,}75 \text{ bzw. } 3{,}12 \left[\frac{°C}{g/kg}\right]$$

Dies entspricht

$$\frac{e_3-e}{p(T-T_3)} = 0{,}585 \text{ bzw. } 0{,}516 \cdot 10^{-3}\ [°C]^{-1}$$

(e = Wasserdampfdruck, p = Luftdruck).

Wenn abweichende Psychrometertemperaturen und eine Abhängigkeit von der Belüftungsgeschwindigkeit gefunden wurden, so ist der Grund dafür bei Unidealitäten des verwendeten Psychrometers zu suchen. Besondere Beachtung verdienen die Fehler wegen Strahlung und wegen Wärmeableitung in den Thermometerschaft. Beide Fehler werden mit zunehmender Belüftungsgeschwindigkeit kleiner. Bei zu hoher Belüftungsgeschwindigkeit tritt jedoch ein Fehler wegen der Kompressionswärme auf. Um ein Psychrometer unter bestimmten Bedingungen optimal zu konstruieren, müssen deshalb die beteiligten Austauschvorgänge im einzelnen untersucht werden.

LITERATUR

AUFDERMAUR, A.N.: Windkanalversuche und theoretische Betrachtungen zum lokalen Wärme- und Stoffübergang an Hagelkornmodellen. Diss. ETH 4221, Zürich 1968.

FLETCHER, N.H.: The Physics of Rainclouds. University Press, Cambridge 1962.

SONNTAG, D.: Hygrometrie, 2. Lieferung. Akademie-Verlag, Berlin 1967.

MERK, H.J.: Rapid Calculations for Boundary-Layer Transfer using Wedge Solutions and Asymptotic Expansions. J. Fluid Mech. *5*, 460–480; 1959.

6. TH. GINSBURG (Laboratorium für Atmosphärenphysik, ETH Zürich) – *Statistische Analyse der Ozonsondierung von Boulder (Colorado) 1963–66*

Die dreijährige Testserie von Boulder, wo über 500 Ballonaufstiege zur Messung der vertikalen Ozonverteilung durchgeführt wurden, soll als Grundlage dienen für die Entwicklung von Computerprogrammen, welche eine konzentrierte und übersichtliche Darstellung des grossen Datenmaterials erlauben. Je nach der Problemstellung können dabei verschiedene Formen der Darstellung von Interesse sein. Für die Durchführung von speziellen «Case studies» wird man die Vertikalverteilung des Ozons bei einzelnen Sondierungen untersuchen (Abb. 1). Zur Ermittlung der jahreszeitlichen Effekte werden die monatlichen Mittelwerte herangezogen, welche – wenn sie klimatologischen Zwecken dienen sollen – mit Vorteil geglättet werden (Abb. 4). Schliesslich sind noch die Jahr-zu-Jahr-Schwankungen von Interesse (Abb. 2), welche bei den kurzen zur Verfügung stehenden Messreihen einen Hinweis darauf geben, welches Vertrauen den so gewonnenen klimatologischen Werten entgegengebracht werden kann.

Abbildung 1 zeigt die Messdaten verschiedener Sondierungen zwischen dem 4. und dem 12. Februar 1964. Im oberen Diagramm sind zu Ver-

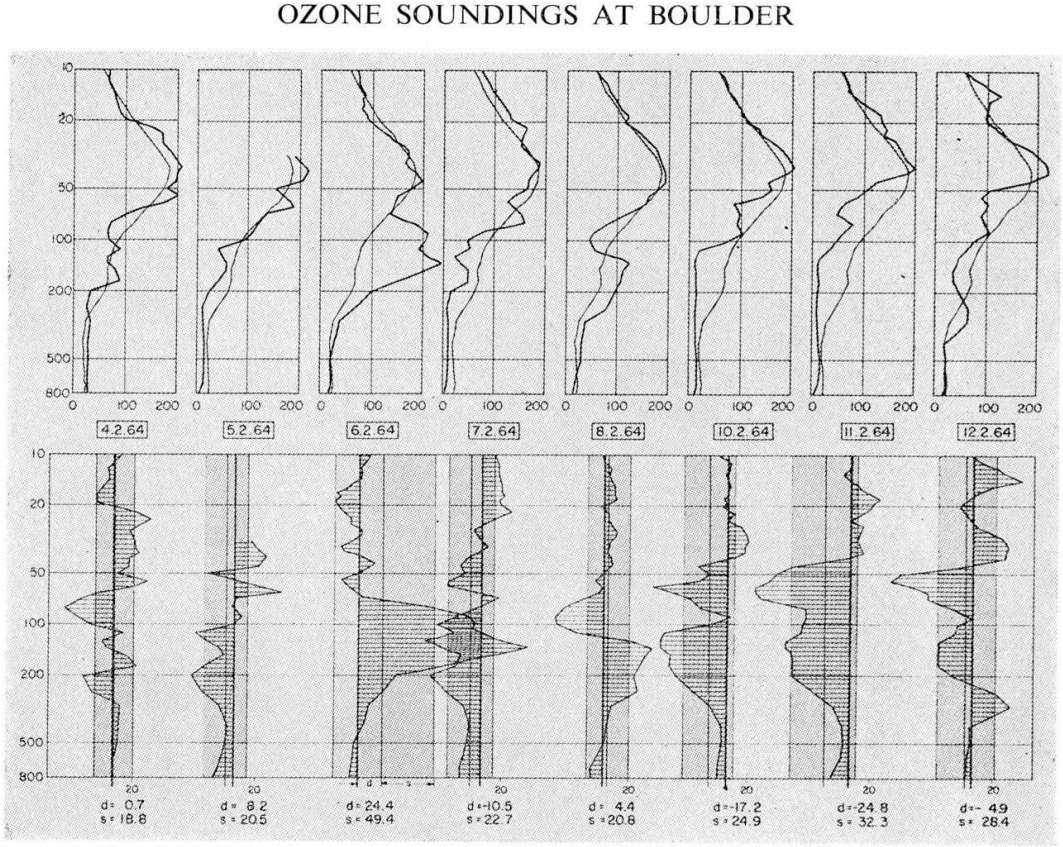


Abbildung 1
Darstellung der Messdaten von einzelnen Ozonsondierungen im Februar 1964

gleichszwecken die für den jeweiligen Tag gültigen mittleren Verteilungen eingetragen, wie sie beispielsweise aus der in Abbildung 4 dargestellten klimatologischen Ozonverteilung ermittelt werden können. Die Abweichungen von diesen Mittelwerten sind in den unteren Kurven in einem

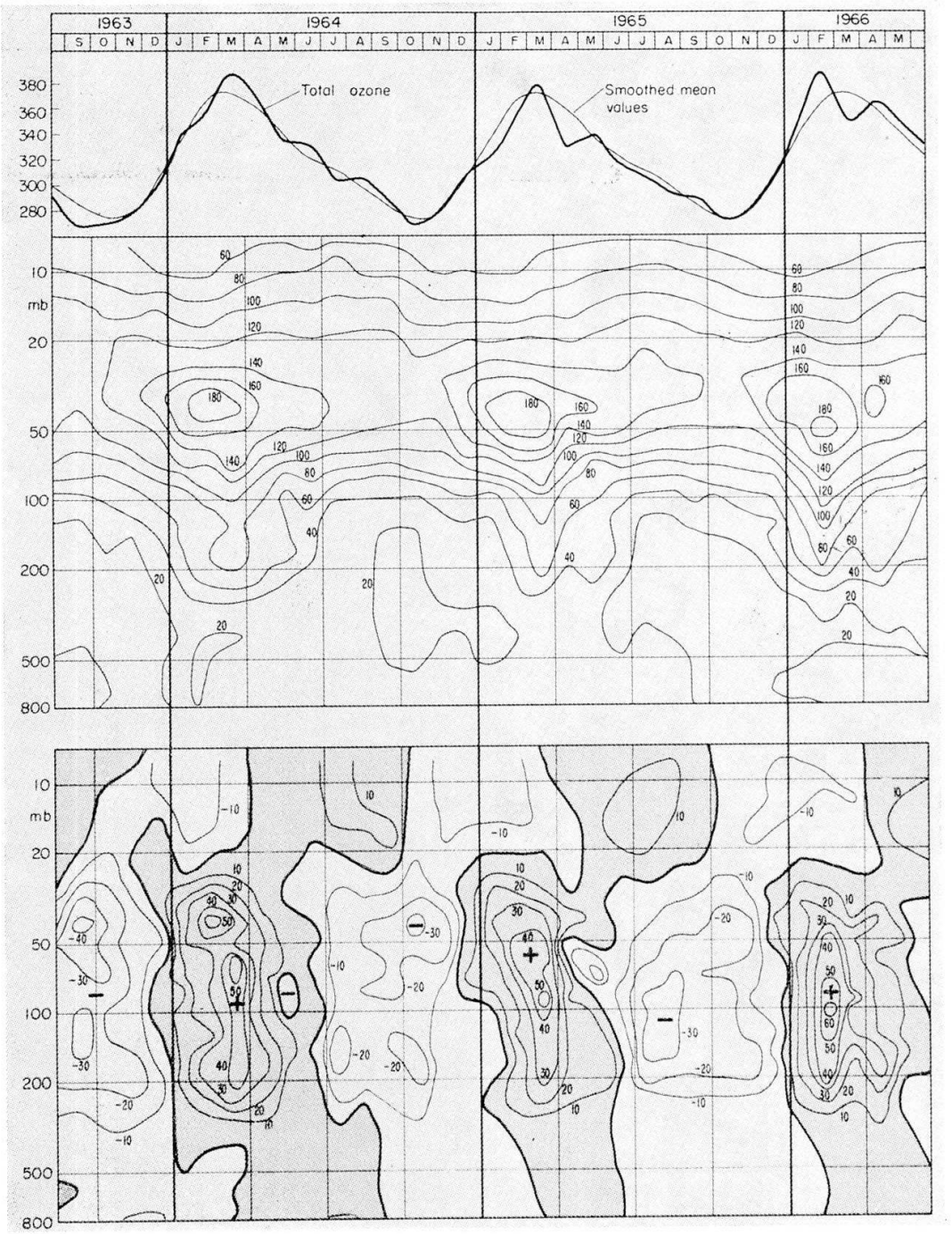


Abbildung 2
Isoplethendarstellung der Messresultate der dreijährigen Messserie von August 1963 bis Juni 1966

grösseren Massstab angegeben. In dieser Darstellung lassen sich die charakteristischen Merkmale der einzelnen Sondierungen wesentlich besser erkennen als in der ursprünglichen Form.

Abbildung 2 zeigt zwei verschiedene Darstellungen der dreijährigen Messserie vom August 1963 bis Juni 1966. Während die obere Isoplethendarstellung den zeitlichen Verlauf der mittleren Ozonverteilung $a(p,t)$ wiedergibt, ist unten der zeitliche Ablauf der Abweichung von $a(p,t)$ vom jährlichen Mittelwert $A(p)$ ersichtlich. Wie man dieser Gegenüberstellung entnehmen kann, weist die zweite Darstellung einen wesentlich grösseren Informationsgehalt auf. Die Zonen des überdurchschnittlichen Ozongehalts wie auch die charakteristischen Unterschiede des Jahrgangs in den drei Jahren sind klar herausgehoben.

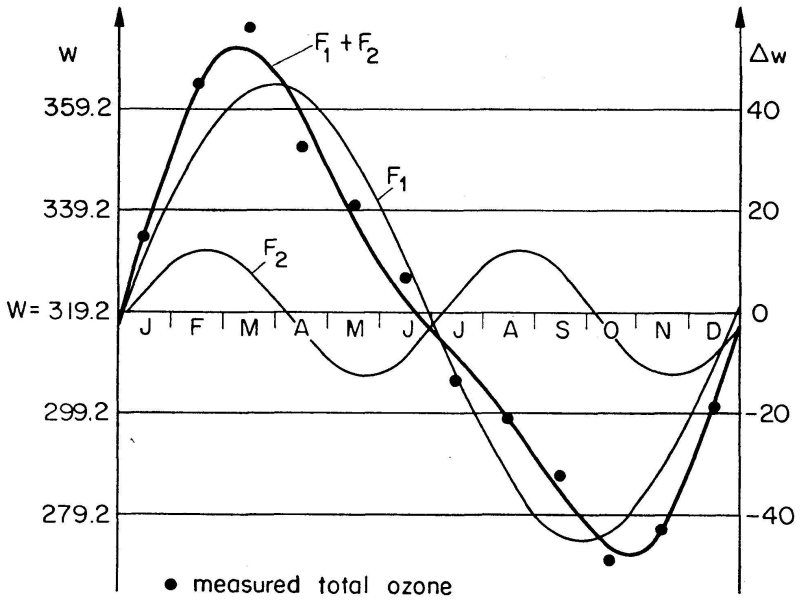
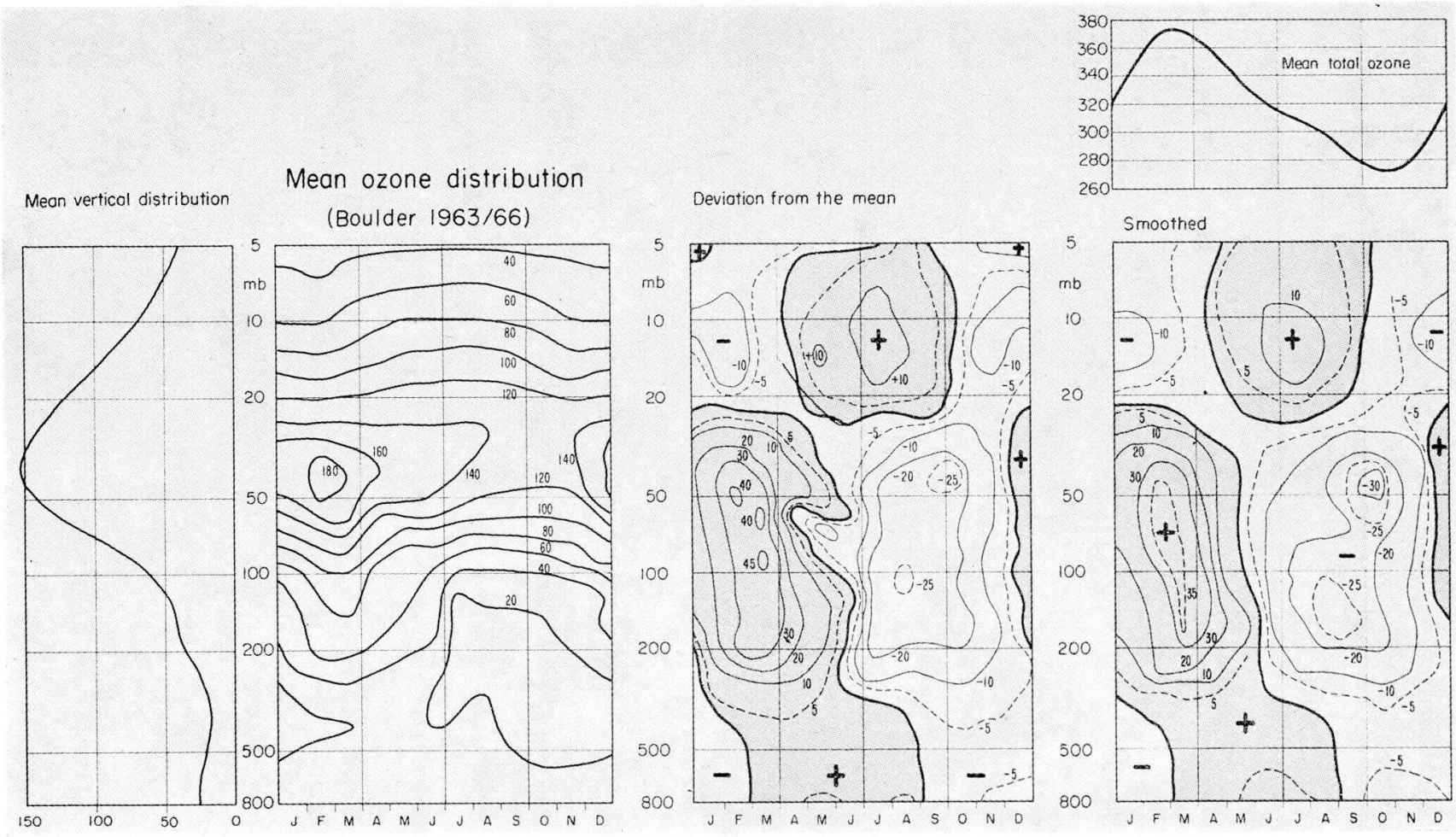


Abbildung 3
Approximation der Gesamtozonverteilung durch zwei harmonische Funktionen, welche mittels Fourier-Analyse bestimmt werden

Dem Verlauf des gemittelten Gesamtozons $w(t)$ für die dreijährige Messreihe (Abb. 2 oben) ist für Vergleichszwecke der klimatologische und ausgeglättete Jahresverlauf $\omega(t)$ angefügt. Die Art der Glättung ist aus Abbildung 3 ersichtlich. Die aus den dreijährigen Messungen gewonnenen monatlichen Mittelwerte des Gesamtozons sind dort durch schwarze Punkte markiert. Eine periodische Kurve durch diese Punkte kann durch eine Fourier-Reihe approximiert werden:

$$w(t) = W + \sum_{n=1}^{N} c_n \sin\left[n \frac{2\pi t}{T} + \varphi_n\right]$$

(T = Periodenlänge = 1 Jahr).


Mean ozone distribution
(Boulder 1963/66)
Mean vertical distribution
Deviation from the mean
Mean total ozone
Smoothed
mb
J F M A M J J A S O N D

Mit $W = c_0$ ist der Jahresmittelwert bezeichnet, welcher für das Gesamtozon in Boulder den Wert 319,2 DU beträgt. Aus der Bestimmung der Fourier-Koeffizienten erkennt man, dass die Berücksichtigung der beiden ersten Harmonischen ($N = 2$), welche in Abbildung 3 eingezeichnet sind, eine sehr gute Approximation liefert, da die Amplituden für die höheren Harmonischen wesentlich kleiner sind als c_2. Obwohl beim zeitlichen Verlauf der Ozonkonzentrationen in den einzelnen Niveaus manchmal Verhältnisse auftreten, welche die Heranziehung höherer Harmonischer für eine gute Approximation erfordern würden, wird im Interesse einer einfachen und eindeutigen Berechnungsmethode darauf verzichtet. Das Glättungsverfahren ist somit in jeder Hinsicht objektiv, da es auf einer genau determinierten mathematischen Methode beruht.

In Abbildung 4 ist die aus der dreijährigen Messreihe gewonnene klimatologische Ozonverteilung dargestellt. Neben der vertikalen, über das ganze Jahr gemittelten Verteilung $A(p)$ in Abbildung 4a ist der jahreszeitliche Verlauf zwischen 800 mb und 8 mb in der Isoplethendarstellung $a(p,t) = \text{const}$ wiedergegeben (Abb. 4b). Um die von der Jahreszeit abhängigen charakteristischen Eigenheiten der Verteilung besser hervorheben zu können, wird in Abbildung 4c der Höheneinfluss weitgehend eliminiert, indem die über das Jahr gemittelte Grundverteilung $A(p)$ subtrahiert wird. Der durch die Subtraktion annähernd gleich grosser Zahlen wesentlich verstärkte Einfluss von zufälligen Fehlern kann durch Glättung stark reduziert werden, wie dies aus Abbildung 4d ersichtlich ist.

Noch viel eindrücklicher zeigt sich die Bedeutung der Glättung, wenn die von Monat zu Monat auftretenden Variationen graphisch dargestellt werden sollen, handelt es sich hierbei doch im Prinzip um eine numerische Differentiation der Ozonverteilung $a(p,t)$ nach der Zeit, welche ausserordentlich anfällig ist auf zufällige Schwankungen der Messwerte. Mit Hilfe der oben angegebenen Glättungsformel ist es möglich, die Differenzierung auf analytischem Wege durchzuführen, wobei deren Darstellung einen wesentlich glätteren Verlauf der Isoplethen ergibt und deshalb für klimatologische Zwecke viel besser geeignet ist als die durch unwesentliche Details gestörte, auf Grund von numerischer Differentiation gewonnene Graphik.

Eine eingehendere Darstellung der statistischen Untersuchungen des Datenmaterials von Boulder findet sich im Tagungsbericht der Ozonkonferenz in Monte Carlo, welche vom 2.–7. September 1968 zur Durchführung gelangte.

Abbildung 4

Klimatologische Ozonverteilung von Boulder:

a) Mittlere jährliche Ozonverteilung: $A(p)$
b) Isoplethendarstellung für die Ozonverteilung: $a(p,t)$
c) Abweichung von der jährlichen Ozonverteilung: $a(p,t) - A(p)$
d) Diagramm c nach der Glättung

4. Sektion für Chemie

Sitzung der Schweizerischen Chemischen Gesellschaft

Samstag, 28. September 1968

Präsident: Prof. Dr. H. DAHN (Lausanne)
Sekretär: Prof. Dr. P. LERCH (Lausanne)

Hauptvortrag/Conférence principale: E. ANDERS (University of Chicago) – *Chemische Vorgänge während der Entstehung des Planetensystems*

1. H. GERLACH (ETH Zürich) – *Synthese und Eigenschaften von* [*n*]-2, 5-*Pyridinophanen*

2. W. TREIBS (Heidelberg, Deutschland) – *Azpentalene und deren Reaktionen*

3. A. EBNÖTHER, P. NIKLAUS, R. SÜESS (Sandoz AG, Basel) – *Der Fischersche Indolringschluss mit 3-substituierten 4-Piperidonen*

4. A. STOLL, F. TROXLER (Sandoz AG, Basel) – *Préparation et réactions des dérivés de la pyrrolo* [3, 2-b] *azépine et pyrrolo* [3, 2-c] *azépine, deux systèmes cycliques nouveaux*

5. U. BÜNZLI-TREPP, H. MOLL (Université de Lausanne) – *Über hochreaktive Carboniumionen; die Desaminierung-Fragmentierung von γ-Aminosäuren*

6. P. BESMER, D. ARIGONI (ETH Zürich) – *Stereochemische Untersuchungen mit chiral markiertem Glycin*

7. G. ZANETTI, K. VOGLER (F. Hoffmann-La Roche AG, Basel) – *Synthesen in der Chloramphenicol-Reihe*

8. CH. WITTWER (CIBA AG, Basel) – *Über die Wertigkeit des Kobalts in Azofarbstoffkomplexen*

9. T. R. GOVINDACHARI, S. RAJAPPA, K. NAGARAJAN (CIBA Research Centre, Bombay, India) – *Tautomerism of 2-Thiazolyl acetone and stereochemistry of the derived enamines*

10. B. BRUNNER, H. PFANDER, E. C. GROB (Universität Bern) – *Neuere Ergebnisse bei säurekatalysierten Reaktionen an Monohydroxicarotinoiden*

11. H. PFANDER, B. BRUNNER, E. C. GROB (Universität Bern) – *Die Reaktionsprodukte der säurekatalytischen Umsetzung von Dihydroxicarotinoiden*

12. M. PESARO, G. BOZZATO, P. SCHUDEL (Givaudan-Esrolko AG, Dübendorf-Zürich) – *Die Synthese von rac. Nootkaton*

13. A. PFIFFNER, U. SCHWIETER (F. Hoffmann-La Roche AG, Basel) – *Synthese juvenilhormonaktiver Verbindungen*

14. V. TRUMMER, W. HOFMANN, M. ROTTENBERG (Laboratorium Wimmis und Universität Bern) – *Über die Spezifität allosterischer Effektoren bei der Trypsin-katalysierten Esterhydrolyse*

15. H. WYLER, J. CHIOVINI (Université de Lausanne) – *Cyclodopa (Leukodopachrom)*

16. R. BINDER, H. WEHRLI (ETH Zürich) – *Weitere synthetische Arbeiten auf dem Gebiete der Steroidalkaloide*

17. CH. SCHLATTER, A. DÜRSTELER-MEYER, H. SCHMID (Universität Zürich) – *Zur Biosynthese des Käferinhaltsstoffes Cantharidin*

18. J. AMMETER (ETH Zürich) – *Chemische Bindung und «relativistischer nephelauxetischer Effekt» in Übergangsmetallkomplexen. (Diskussion der Resultate von optischen und ESR-Untersuchungen von* Cu(II)*-Komplexen in Einkristallen)*

19. H. HOLLENSTEIN (ETH Zürich) – *Kristallspektren von Acetaldehyd*

20. W. KUMMER (ETH Zürich) – *Kinetische Studien an angeregten Elektronenzuständen*

21. M. RIBEAUD (ETH Zürich) – *Versuch einer Aufklärung der Spektren von Nitroacetonitril durch Vergleich mit einer Modellrechnung*

22. M. STUDER (ETH Zürich) – *Messung von Fluoreszenzlebenszeiten*

23. U. WILD (ETH Zürich) – *Zur Photochromie der Dehydrodianthrone PPP-Rechnungen*

24. G. ANDEREGG (ETH Zürich) – *Die Thermodynamik der Ionenpaarbildung*

25. R. SIEGRIST (EPUL Lausanne) – *Radiolyse von Benzol-Brombenzol-Gemischen*

26. M. COSANDEY (EPUL Lausanne) – *La formation des alkylcyclohexanes dans la radiolyse du cyclohexane*

27. M. R. LIARDON (EPUL Lausanne) – *La fragmentation de l'hexane sous l'impact électronique*

28. W. EBERBACH, H. PRINZBACH (Université de Lausanne) – *Photochemische Umwandlungen im Tricyclo* [4, 2, 1, $0^{2,5}$] *nonadien-System*

29. G. KAUPP, H. PRINZBACH (Université de Lausanne) – *Lichtinduzierte* $2\sigma \rightarrow 2\pi$*-Umwandlungen*

30. CH. SUTER, P. SCHIESS (Universität Basel) – *Photochemie substituierter Pentadienale*

31. A. WYTTENBACH, H. DULAKAS (Eidg. Institut für Reaktorforschung, Würenlingen) – *Die instrumentelle aktivierungsanalytische Bestimmung von* Al, Mg, Ca, Na, Mn *und* V *in Gesteinen*

32. A. BAUMGARTNER, W. HAERDI, D. MONNIER (Université de Genève) – *Séparation sélective de radioisotopes à courte période par échange redox sur le mercure; application au dosage de l'argent*

33. M. MARCANTONATOS, M. I. BERNARDO, M. MONNIER (Université de Genève) – *Etude spectrophotométrique des solutions très diluées de chromate dans l'acide sulfurique concentré*

5. Sektion für Geologie

Sitzung der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft

Samstag, 28. September 1968
Sonntag, 29. September 1968

Präsident: Prof. Dr. W. NABHOLZ (Bern)
Sekretär: PD Dr. F. HOFMANN (Neuhausen am Rheinfall)

Wissenschaftliche Sitzung, gemeinsam mit der Schweizerischen Paläontologischen Gesellschaft
Hauptthema: Helvetikum

1. A. LOMBARD (Genève) – *La naissance de l'Helvétique des Aravis à la vallée du Rhône.* Paraîtra aux Eclogae geol. Helv. *62*/1

2. H. BADOUX (Lausanne) – *Problèmes tectoniques de la nappe de Morcles*

3. R. TRÜMPY (Zürich) – *Versuch einer Deckenabwicklung im Helvetikum der Ostschweiz.* Erscheint in Eclogae geol. Helv. *62*/1

4. KEN HSU (Zürich) – *Betrachtungen zur Überschiebungsmechanik, unter spezieller Berücksichtigung der Glarner Überschiebungsmassen.* Erscheint in Eclogae geol. Helv. *62*/1

5. H. FUNK (Zürich) – *Die Typusprofile der helvetischen Kieselkalkformation und der Altmann-Schichten.* Erscheint in Eclogae Helv. *62*/1

6. SWIE-DJIN NIO (Zürich) – *Der Verrucano im östlichen Glarner Freiberg*

7. SWIE-DJIN NIO, CH. SIEGENTHALER (Zürich) – *Verfärbungserscheinungen im Sernifit bei Murg*

8. CH. SIEGENTHALER (Zürich) – *Vorläufige Ergebnisse über den nordhelvetischen Flysch im Sernftal*

9. C. SCHINDLER (Zürich) – *Neue Aufnahmen in der Axendecke beidseits des Urnersees, Vergleiche zum Glärnischgebiet.* Erscheint in Eclogae geol. Helv. *62*/1

10. ST. AYRTON (Lausanne) – *Déformations des séries autochtone et helvétique au SE du massif du Mt-Blanc.* Paraîtra aux Eclogae geol. Helv. *62*/1

11. R. SCHRÖDER, J. CHAROLLAIS, M.-A. CONRAD (Genève) – *Zum stratigraphischen Wert der Orbitoliniden im Urgon der Umgebung von Genf.* Erscheint in Eclogae geol. Helv. *61*/2

12. N. PAVONI (Zürich) – *Über die Entstehung der Kiesmassen im Gebiet Bonaduz-Reichenau.* Erscheint in Eclogae geol. Helv. *61*/2

13. H. HEKEL (Bern) – *Möglichkeiten einer stratigraphischen Gliederung des Gurnigel-Flyschs auf Grund von Nannofossilzonen.* Erscheint in Eclogae geol. Helv. *61*/2

14. M.-F. PERSOZ (Neuchâtel) – *Catalogue pétrographique des roches carbonates (première application sur la limite Jurassique-Crétacé dans le Jura neuchâtelois).* Paraîtra aux Eclogae geol. Helv. *61*/2

15. P. H. ROTH (Zürich) – *Die Zonierung der oligozänen Schichten in Alabama (USA), Barbados und Trinidad (Westindien) mit Hilfe von Nannofossilien und eine Korrelation mit dem europäischen Oligozän.* Erscheint in Eclogae geol. Helv. *61*/2

6. Sektion für Mineralogie und Petrographie

Sitzung der Schweizerischen
Mineralogischen und Petrographischen Gesellschaft

Samstag/Sonntag, 28./29. September 1968

Präsident: Prof. Dr. R. WOODTLI (Lausanne)
Sekretär: Dr. H. A. STALDER (Bern)

SMPM = Schweiz. Mineralogische und Petrographische Mitteilungen

1. E. WENK (Basel) – *Cordierit aus dem Val Verzasca* (erschien in SMPM 48/2)

2. E. WENK, F. KELLER (Basel) – *Isograde in Amphibolitserien der Zentralalpen* (Demonstration einer Karte) (erscheint in SMPM 49/1)

3. V. TROMMSDORFF (Basel) – *Die Wollastonitreaktion im westlichen Bergell* (erscheint in SMPM 48/3)

4. T. LABHART (Bern), L. RYBACH (Zürich): *Der Giuv-Syenit und seine Radioaktivität*

5. M. FREY (Bern) – *Zur Metamorphose des Keupers vom Tafeljura bis zum Lukmanier-Gebiet* (erscheint in SMPM 48/3)

6. H. U. NISSEN, L. RYBACH (Zürich) – *Plagioklasbestimmungen durch Neutronenaktivierung*

7. H. U. NISSEN (Zürich) – *Eine Bemerkung über die Tiefplagioklase*

8. A. STRECKEISEN (Bern) – *Stilpnomelan in den Ost- und Südkarpaten* (erscheint in SMPM 48/3)

9. B. REINHARDT (Rijswijk) – *Ophiolithe als Abkömmlinge einer ozeanischen Kruste – einige Ergebnisse geologischer Studien in Oman (Arabischer Golf)* (erscheint in SMPM 49/1)

10. G. ROCCI, H. LAPIERRE (Nancy) – *Etude comparative des diverses manifestations du volcanisme préorogénique au Sud du Chypre* (erscheint in SMPM 48/3)

11. N. PAVONI, S. EL MIKACHER, M. WEBER (Zürich) – *Gesteinsmagnetische Untersuchungen an den Porphyriten der Morcote-Halbinsel* (erscheint in SMPM 49/1)

12. K. BÄCHTIGER, G. BAYER, M. CORLETT (Zürich) – *Komponenten der Enargit-Gruppe als paragenetische Bestandteile der Kupfervererzung im Röti-Dolomit der Alp Tobelwald im Murgtal (SG)* (erscheint in SMPM 48/3)

7. Sektion für Paläontologie

Schweizerische Paläontologische Gesellschaft

Präsident: Dr. O. RENZ (Basel)
Sekretär: Dr. H. SCHAEFER (Basel)

Die Sitzungen fanden gemeinsam mit der Sektion für Geologie statt.

8. Sektion für Botanik

Sitzung der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft
Samstag/Sonntag, 28./29. September 1968

Präsident: Dr. R. WEIBEL (Genf)
Sekretär: Dr. G. BOCQUET (Zürich)

1. O. SCHÜEPP (Reinach BL) – *Morphologische Begriffe, ihre Bedeutung in der idealistischen Morphologie und in der vergleichenden Ontologie*

Im beginnenden Zeitalter der Mikrobiologie sollen die Begriffe der alt gewordenen idealistischen Morphologie noch einmal überdacht werden. Die morphologischen Begriffe entstammen der unmittelbaren alltäglichen Anschauung. Die Wurzel dringt in den Boden ein, befestigt am Standort, saugt Wasser. Der Stamm mit seinen Ästen und Zweigen trägt die zarten, hinfälligen Blätter, die rasch welkenden Blüten empor in die Luft und ans Licht. In der langsam reifenden Frucht bilden sich die zur Aussaat bestimmten Samen. Weniger scharf ausgeprägt ist der Unterschied von Stengel, Blattstiel und Blatt bei den Kräutern.

Die Grenzen zwischen den Gliedern sind teilweise natürlich, vielfach aber künstlich, so wie geographische Grenzen durch willkürlich gesetzte Grenzsteine markiert werden. Vor dem Laubfall bilden sich an schmalen Übergängen Trennungsgewebe. Die Grenzen werden verwischt, wenn am Blattstiel und Stengel Spreitensäume «herablaufen», wenn die Mittelrippe des Blattes sich als Stengelkante fortsetzt, wenn Gefässbündel aus dem Blattstiel als «Blattspuren» in den Stengel eindringen. Die Blattbasis kann als «Scheide» den Stengel umfassen, so dass dieser wie ein Schwert in der Scheide steckt. (Botaniker waren oft kriegerisch in der Wahl ihrer Bilder, oft auch im Kampf um die richtige Theorie.)

Man sieht, wie der zylindrische Stengel sich gliedert, abwechselnd in kurze, verdickte Knoten, aus denen Blätter und Blattquirle hervorwachsen, und in langgestreckte Internodien (*Chara*, *Elodea*, *Hippuris*). Oder man sieht, wie um die schmale Ansatzstelle des Blattes die Stengelrinde sich emporwölbt zu einem Blattpolster (*Picea*).

Der vergleichende Morphologe fragt, wie sich die Einheit des vegetativen Sprosses zusammensetzt aus Stengel und Blatt; vergleichende Ontogenie fragt, wie sich aus dem einheitlichen Meristem des Vegetationspunktes äusserlich Blätter und Stengelglieder, innerlich Mark, Rinde und Gefässbündel differenzieren. In gleichen Zeitabständen eines Plastochrons teilt sich die Masse des Vegetationspunktes in Vegetationspunkt, Stengelglied und Blatt; das Teilungsverhältnis variiert in weitem Umfang. Blatt: Stengelglied etwa 1 : 10 bei *Elodea*, 1 : 1 bei *Lathyrus*, 10 : 1 bei *Mesembryanthemum*. Die unsichtbare, vorderhand hypothetisch angenommene Verteilung der Hormone auf Vegetationspunkt, Blatt und Stengel äussert

sich in rascher Umwandlung zu Dauergewebe in der Blattspitze, Fortdauer des meristematischen Zustandes im Vegetationspunkt.

Der verschieden grosse Anteil von Stengel und Blatt bei der Bestimmung der Form des Sprosses führt zur Aufstellung von sich widersprechenden Theorien. ZIMMERMANN geht aus vom Verhältnis 1:1 bei der Dichotomie, wie sie ausgeprägt ist bei *Dictyota*, und *Marchantia*. Die gleichwertigen Zweigenden heissen Telome. Eine Reihe von gedachten, nicht von realen Metamorphosen führt zur Gliederung der Verzweigungssysteme in Stengel und Blätter.

Ein starkes Überwiegen der Blattanlage gegenüber Stengel und Vegetationspunkt ist weit verbreitet bei den Keimpflanzen von Monokotyledonen und Dikotyledonen. Keimblatt und Hypokotyl (gleich Stiel des Keimblattes) und Wurzel bilden die ganze Pflanze; in zeitlichem Abstand, gebildet aus einem kleinen Rest embryonalen Gewebes, folgen seitlich oder aus der Spalte zwischen den beiden Keimblättern weitere Glieder. Später erscheint der Stengel als ein Sympodium, zusammengesetzt aus den aneinander anschliessenden Basalteilen der Blätter. Der Spross erscheint als eine Kette von Sprossgliedern oder Anaphyten oder Phytonen. Man versucht, die Gliederung in Anaphyten auch da durchzuführen, wo im mikroskopischen Bild die Blätter als kleine seitliche Anhängsel einer kräftigen Achse auftreten.

Die «Metamorphose» der Blätter ist nicht eine reale Umwandlung, sondern eine erdachte Vorstellung zur Veranschaulichung einer Formverwandtschaft. Wie in einem Trickfilm werden so viele Zwischenformen in die Bilderreihe eingefügt, dass für das Auge eine scheinbar kontinuierliche Umwandlung entsteht.

Den komplizierten Aufbau des Stammes suchen HOFMEISTER und POTONIE zu erklären durch die Perikaulomtheorie. Breite Blattscheiden mit ihren Gefässbündeln legen sich an das nächsthöhere Stengelinternodium an und verschmelzen mit demselben; oberflächlich bleiben ihre Grenzen sichtbar als Umrandung der Blattpolster, im Innern laufen die Gefässbündel durch die Rinde schief abwärts gegen den Zentralzylinder als Blattspuren. Ontogenetisch finden wir reale Umformungen. In einer ersten Phase finden wir bei *Picea* die jungen Nadeln dicht gedrängt; später rücken die Ansatzstellen auseinander, indem rings um jede Nadel ein Rindenpolster interkalar eingeschoben wird. Im jungen Zustand besteht das ganze Bündelsystem aus Blattspuren, die aus den Nadeln absteigend sich im Stamm zu einem Zylinder vereinigen. Durch die Tätigkeit eines gemeinsamen Kambiums wird im sekundären Dickenwachstum der Stamm zu einer Einheit, während die Rindenpolster gedehnt und ausgeglättet werden und die Nadeln nach ein paar Jahren abfallen.

ALEXANDER BRAUN hat sich gefragt, was sich im Leben der Pflanze am nächsten mit dem «Individuum», der unteilbaren Einheit der menschlichen Person, vergleichen lasse, die Zelle, das Blatt, der Spross, der Pflanzenstock, die aus einer Zelle oder die aus einer Befruchtung hervorgehende Generation? Er entscheidet sich für den Spross; wesentlich ist, dass wir einen Überblick gewinnen über die lange Reihe von Ganzheiten

in der Natur, von Einheiten, die in sich geordnet, nach aussen abgegrenzt, wieder als Teile in Verbände höherer Ordnung eintreten..., vom Neutron und Proton, vom Atom und Molekül zur Zelle, zum Gewebe, Organ, Organismus, zur Familie, zur Horde, zum Staat. In dieser Reihe suchen wir unsern Platz als individuelle, bewusste Personen.

Die Begriffe der idealistischen Morphologie sind Ideen, Gedankengebilde des menschlichen Geistes, geeignet, eine Fülle von Beobachtungen zu ordnen. Sie dienen einer vorläufigen Orientierung. Entstehende Streitfragen fordern auf zu genauerer vergleichender Untersuchung der Ontogenie der Formen.

2. P. ENDRESS (Zürich) – *Untersuchungen über den phylogenetischen Anschluss der Betulaceen an die Hamamelidaceen*

Eine der vielen Gruppen unter den Angiospermen mit seit langem umstrittener systematisch-phylogenetischer Stellung sind die Kätzchenblütler, deren kleine, unscheinbare, einfach gebaute, häufig getrenntgeschlechtige, windbestäubte Blüten zahlreich in dichten Blütenständen sitzen. Im grossen stehen sich heute zwei Ansichten gegenüber: 1. Die Kätzchenblütler sind ihren Blüten nach als Reduktionsformen zu werten von urtümlichen Angiospermen mit vollständigerer Garnitur von Blütenorganen. Damit verknüpft ist meist die Vorstellung von der monophyletischen Entstehung der Angiospermen (z.B. BESSEY, HALLIER, HUTCHINSON, TAKHTAJAN, SOÓ, ECKARDT). 2. wird eine di- oder polyphyletische Entwicklung angenommen (z.B. HAGERUP, MÄGDEFRAU, LAM, EMBERGER, MEEUSE). Die Gruppe um die Kätzchenblütler ist nach dieser Auffassung fundamental verschieden von normaler organisierten Taxa (z.B. Ranales, Rosales). Da sinnvoll auswertbare fossile Funde prätertiärer Angiospermen fast ganz fehlen, ist vorläufig die einzig mögliche Methode, um einer Antwort näherzukommen, der Vergleich rezenter Taxa.

Die einander äusserlich in manchem ähnlichen Betulaceen (Kätzchenblütler) und Hamamelidaceen (Rosales) als Vertreter der beiden Gruppen standen schon lange im Verdacht naher Verwandtschaft, ohne dass sie bisher eingehender untersucht worden wären. Eine vergleichende Studie ergab nun auch in Einzelheiten überraschend viele Übereinstimmungen, besonders zwischen Corylopsis und Sinowilsonia auf der einen und Corylus und Carpinus auf der anderen Seite: Bau des sekundären Xylems; Stellung, Bau (Morphologie, Anatomie) und Entwicklung der Laubblätter, Vorkommen grosser Drüsenhaare; Verhalten (Blütezeit, Überwinterungsform) und Bau der Blütenstände (razemös ohne Endblüte, dichasiale Teilblütenstände auch bei Corylopsis mit gleicher Stellung des Gynoeciums zur Achse wie bei Carpinus); Bau und Entwicklung der Blüten (Zahlen- und Stellungsverhältnisse; Gynoecium: 2 lange, freie Griffel, basale Synkarpie, ausgeprägter schlauchförmiger Grundabschnitt, auch bei Betulaceen 2 Ovula angelegt (erst später eines verkümmernd) mit identischer Stellung an den Karpellen, Septum relativ spät entstehend). Einige Unterschiede in der Blütengestalt können als funk-

tionell korreliert mit dem einen Faktor der Windblütigkeit verstanden werden (kleinere Blüten an reicherblütigen Infloreszenzen, streng durchgeführte Diklinie, Perianthreduktion, Einsamigkeit, Schliessfrüchte). Weitere Übereinstimmungen finden wir in der Embryologie (übliche Entwicklung des Embryosackes in der anatropen, krassinuzellaten Samenanlage, mehrzelliges Archespor, nukleäre Endospermbildung), in Inhaltsstoffen (bestimmte Polyphenole), im Areal (vor allem nordhemisphärische Verbreitung mit Mannigfaltigkeitszentrum in Ostasien und Ausstrahlungen nach Nordamerika und Vorderasien).

Die zahlreichen Übereinstimmungen in verschiedensten Merkmalsbereichen zeigen deutlich, dass sich die beiden Familien keineswegs fundamental unterscheiden, sondern dass sie vielmehr nächst verwandt miteinander sind. Die oft in Frage gestellte Einheitlichkeit der Angiospermen ist damit natürlich noch nicht bewiesen, aber wenigstens für einen kleinen Bereich wahrscheinlich gemacht. Die Stellung der anderen Kätzchenblütlergruppen ist noch eingehend zu prüfen.

LITERATUR

ENDRESS, P.: Systematische Studie über die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den Hamamelidaceen und Betulaceen. Bot.Jb. *87*, 431–525; 1967.

3. G. BOCQUET, N. ZEYBECK, H. PESMEN (Zürich und Izmir) – *Répartition géographique et biologie du Liquidambar orientalis en Turquie*

4. G. BOCQUET, S. GENÇKAN (Zürich und Izmir) – *Biologie de la dispersion de la graine chez des Medicago*

5. E. LANDOLT, F. GROSSMANN (ETH Zürich) – *Zur vermutlich hybridogenen Entstehung von einigen Wiesenpflanzen des schweizerischen Mittellandes*

Die Wiesen des schweizerischen Mittellandes sind fast ausschliesslich durch den Menschen angelegt. Natürliche Rasen sind bei uns unterhalb der Waldgrenze selten und kommen als Reservoir für unsere heutigen Wiesenpflanzen nur zu einem kleinen Teil in Frage. Folgende Herkunfts- und Entstehungsmöglichkeiten lassen sich denken:

- Einwanderung aus natürlichen Vegetationen des Gebietes (alpine Rasen, Felsrasen, Ufergesellschaften, Rasen in lichten Hangwäldern, Rasen in Auenwäldern, Hochstaudenfluren)
- Einwanderung aus weiter entfernten Gegenden mit natürlichen Rasen (mediterrane Steppen und Wälder, osteuropäische Steppen und Wälder, Küstenrasen Süd- und Westeuropas)
- Neubildung (Züchtungen des Menschen, ökologische Differenzierung, Bastardierung)

Im folgenden soll die vermutliche Bastardnatur von Wiesenpflanzen an einem Beispiel näher untersucht werden. Von verschiedenen weitverbreiteten Unkräutern ist nachgewiesen, dass ihr Ursprung in Kreuzungen zwischen Gebirgssippen und mediterranen Sippen zu suchen ist.

Beispiele sind etwa *Poa annua* L. als allotetraploider Bastard zwischen *P. supina* Schrad. und *P. infirma* H.B.K. oder *Arenaria serpyllifolia* L. als allotetraploider Bastard zwischen A. *Marschlinsii* Koch und *A. leptoclados* Guss. Von Wiesenpflanzen ist das tetraploide *Anthoxanthum odoratum* L. ein ähnliches Beispiel, das aus der Kreuzung der diploiden Gebirgspflanze *A. alpinum* Löve et Löve mit der diploiden Mittelmeerpflanze *A. ovatum* Lag. hervorgegangen ist. Die weitverbreiteten Sippen, die zum grössten Teil auf durch den Menschen bedingten Standorten wachsen, sind bei den 3 Beispielen tetraploid und genetisch deshalb etwas isoliert gegenüber den diploiden Elterarten, wobei allerdings in den Alpen bei *Anthoxanthum* die Grenzen zwischen *A. odoratum* und *A. alpinum* durch Introgressionen verwischt sind. Am Beispiel von *Scabiosa columbaria* L. s. l. soll nun auf eine andere wahrscheinlich hybridogen entstandene Wiesenpflanze eingegangen werden, die nach unserer Ansicht typisch ist für das Differenzierungsmuster zahlreicher ursprünglich mediterraner Artengruppen im Gebiet der Schweizer Alpen. In der Schweiz können 3 klimatisch-geographische Sippen unterschieden werden: *S. lucida* Vill., *S. columbaria* L. und *S. gramuntia* L. (*S. triandra* L.). Aus unseren Untersuchungen lässt sich folgendes ersehen:

- Alle bis jetzt untersuchten Pflanzen sind diploid ($2\,n = 16$)
- Alle 3 Sippen lassen sich fertil bastardieren
- Zur Unterscheidung der 3 Sippen eignen sich am besten die folgenden morphologischen Merkmale: Länge und Breite der Kelchborsten, Behaarung der untersten Blattscheiden und Blattunterseiten, Haarlänge; statistisch unterscheiden sich die 3 Sippen auch in Höhe, Verzweigung, Blatteilung, Hüllblattlänge, Kelchsaumlänge und Fruchtgrösse
- *S. columbaria* steht morphologisch in allen Merkmalen zwischen *S. gramuntia* und *S. lucida*
- Auch ökologisch nimmt *S. columbaria* in bezug auf Wärme-, Feuchtigkeits- und Stickstoffansprüche eine Mittelstellung ein
- Geographisch hat *S. columbaria* die grösste flächenmässige Ausdehnung (fast ganz Mitteleuropa zwischen Südskandinavien und den Alpen). *S. lucida* ist eine mittel- und südeuropäische Gebirgspflanze (Pyrenäen, Jura, Vogesen, Alpen, Karpaten, nördliche Gebirge der Balkanhalbinsel); *S. gramuntia* hat zwischen Südfrankreich und Jugoslawien eine submediterrane Verbreitung
- In der Schweiz besiedelt *S. lucida* die subalpine und alpine Stufe in den Alpen und im Jura, *S. gramuntia* die zentral- und südalpinen Täler und *S. columbaria* die Gebiete nördlich der Alpen
- In den Zentral- und Südalpen sind breite morphologische Übergänge zwischen *S. lucida* und *S. gramuntia* festzustellen, ebenso in den Nordalpen zwischen *S. lucida* und *S. columbaria*. Es konnte eine deutliche Korrelation zwischen der Höhe über Meer und der Blattbehaarung, Stengelhöhe, Kelchborstenlänge und Kelchborstenbreite festgestellt werden, sofern Pflanzen von Standorten mit ungefähr gleichen Expositionen und Neigungen miteinander verglichen wurden

– Die Pflanzen der Übergangspopulationen zwischen *S. lucida* und *S. gramuntia* können oft nicht von *S. columbaria*-Pflanzen aus dem Mittelland und experimentellen Bastarden *S. lucida* × *S. gramuntia* unterschieden werden

Auf Grund dieser Ergebnisse wird vermutet, dass *S. columbaria* aus Bastardpopulationen zwischen *S. lucida* und *S. gramuntia* hervorgegangen ist. Zwar wäre auch denkbar, dass sich *S. lucida* und *S. gramuntia* ökologisch aus *S. columbaria* herausdifferenziert haben. Indessen ist kaum anzunehmen, dass *S. columbaria* in ihrem heutigen Verbreitungsgebiet in Mitteleuropa die Eiszeiten überdauern konnte, da dieses Gebiet grösstenteils von Eis überdeckt oder klimatisch zu ungünstig war; auch sind ihre heutigen Standorte vorwiegend durch den Menschen bedingt (mit Ausnahme ihres Vorkommens an wenigen felsigen Stellen und in Föhrensteilhangwäldern). Sowohl *S. lucida* wie *S. gramuntia* konnten dagegen sehr wohl in Teilen ihres heutigen Areals die Eiszeiten überleben und wachsen auch heute noch zu einem Teil in natürlichen Gesellschaften. *S. lucida* konnte oberhalb der heutigen Gletscher und in den Südalpen überdauern und hat den Schwerpunkt heute in *Caricion-ferrugineae*-Gesellschaften; *S. gramuntia* konnte ohne weiteres während der Eiszeiten im südlichen Teil ihres heutigen Verbreitungsgebietes wachsen; ihr natürlicher Standort ist im lichten Trockenwald, in Felsensteppen und Trockenrasen. Wir nehmen an, dass im noch waldarmen Spätglazial und Präboreal *S. lucida* und *S. gramuntia* miteinander in Kontakt kommen konnten, so dass über weite Gebiete Bastardpopulationen entstanden und Merkmalsintrogressionen vorkamen, die sich lokal auch während der nachfolgenden dichten Bewaldung halten konnten. Mit den Waldrodungen durch den Menschen breiteten sich diese Bastardpopulationen aus, und gewisse Pflanzen davon zeigten sich unter den neuen, durch den Menschen geschaffenen Bedingungen erfolgreich. Ohne den Menschen wären nach der Wiederbewaldung kaum mehr Kreuzungen vorgekommen, und die Eltersippen hätten sich deutlich voneinander getrennt erhalten können.

Im schweizerischen Mittelland verhalten sich eine ganze Reihe von Wiesenpflanzen ähnlich. Die meisten dieser Sippen haben ihren Schwerpunkt in *Mesobromion*-Gesellschaften, die wahrscheinlich bei uns zu den ältesten vom Menschen geschaffenen Wiesen gehören. Diese Sippen stehen morphologisch und ökologisch zwischen einer Gebirgssippe und einer Sippe mit vorwiegend submediterraner Verbreitung und können von lokalen Bastardpopulationen zwischen den vermutlichen Eltersippen nicht unterschieden werden. Morphologische Übergänge sind im Grenzbereich dieser Sippen häufig, auch wenn sie sich durch verschiedene Ploidiestufen auszeichnen. Die geographischen Verbreitungen sind ähnlich, aber natürlich nicht identisch. Beispiele sind: *Helianthemum ovatum* Viv. (*H. grandiflorum* Scop. und *H. nummularium* [L.] Mill. s. str.), *Centaurea Scabiosa* L. (*C. alpestris* Hegetschw. und *C. tenuifolia* Schleicher), *Anthyllis vulgaris* (Koch) Kerner (*A. alpestris* [Kit.] Hegetschw. und *A. Vulneraria* L. s. str.), *Onobrychis viciifolia* Scop. (*O. montana* DC., und *O.*

arenaria [Kit.] Ser.), *Lotus corniculatus* L. (*L. alpinus* Schleicher und *L. pilosus* Jord.). Während die Bastardierungen bei *Helianthemum*, *Anthyllis* und *Centaurea* vorwiegend auf diploidem Niveau stattfanden (von *Centaurea alpestris* sind allerdings auch tetraploide Populationen bekannt), sind jene von *Lotus* und *Onobrychis* vorwiegend auf tetraploidem Niveau zustande gekommen (bei *Onobrychis arenaria* und *Lotus alpinus* gibt es diploide und tetraploide Populationen). Die Sachlage wird noch weiter kompliziert durch Genintrogressionen von weiteren nahverwandten Sippen (bei *Lotus* z.B. von *L. tenuis* W. et K.), so dass die Vorstellung von allein 2 Elterarten wohl nur in Ausnahmefällen zutrifft. Bemerkenswert ist indessen, dass der Mensch durch die Neubildung von Standorten nicht nur neue Sippen selektioniert, sondern auch durch die Schaffung von waldfreien Kontaktzonen die Grenzen zwischen ursprünglich gut getrennten Sippen verwischt hat.

6. A. GIGON (Zürich) – *Stickstoff- und Wasserversorgung von Trespen-Halbtrockenrasen (Mesobromion) im Jura bei Basel*

7. G. DÜTSCH (Zürich) – *Biosynthese von Mannitol in Agaricus bisporus*

8. J.S.G. REID, G. FRANZ, H. MEIER (Freiburg) – *Die Bildung des Galactomannans in den Samen von Trigonella foenum-graecum*

Die Samen vieler Leguminosenarten enthalten ein Endosperm, das Reservepolysaccharide des Galactomannantyps enthält. Einige dieser Galactomannane sind untersucht worden, und es zeigte sich, dass sie alle strukturelle Gemeinsamkeiten aufweisen. Sie bestehen aus einem Grundgerüst von β, 1→4-verbundenen Mannoseresten, von denen einige in 6-Stellung mit einem α-Galactoserest substituiert sind. Die Galactomannane verschiedener Leguminosensamen unterscheiden sich nur durch die Anzahl der Galactoseseitengruppen.

Über den *Abbau* der Galactomannane in keimenden Samen ist einiges bekannt. COURTOIS und LE DIZET [1] zeigen an den Samen von *Gleditschia*, dass zu Beginn ein grosser Teil der Galactoseseitengruppen relativ schnell abgebaut wird, gefolgt von einem langsameren Abbau der Mannosehauptkette. In der zweiten Stufe des Abbaus werden Oligosaccharide, bestehend aus Mannoseresten, gebildet.

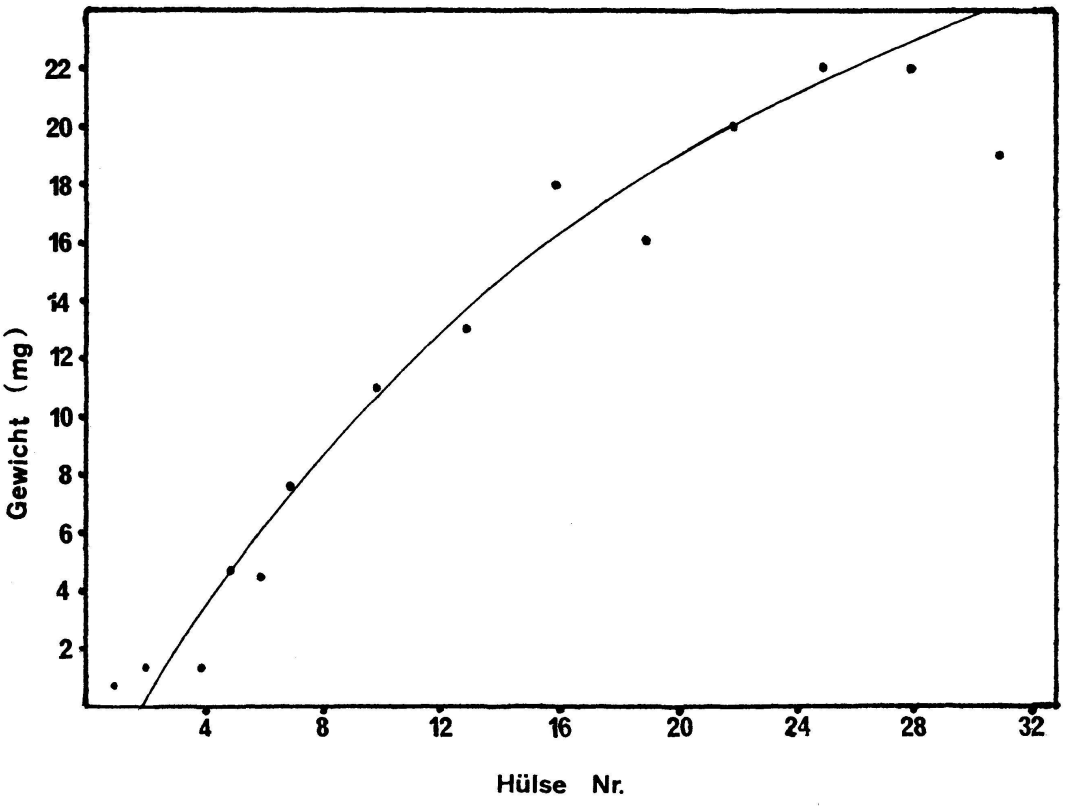
Es ist jedoch wenig bekannt über die *Bildung* dieser Polysaccharide, die uns im Zusammenhang mit einem Forschungsprogramm über die Genese der Zellwand-Polysaccharide von Interesse schien.

Galactomannane sind in Samen, die dieses Polysaccharid aufweisen, nicht die einzigen Reservestoffe. Es finden sich daneben noch in grossen Mengen Oligosacchardie der Raffinosereihe, besonders Stachyose. Die Oligosaccharide der Raffinosereihe kann man sich aus Saccharose durch Hinzufügen von einem oder mehreren 1→6-gebundenen α-Galactoseresten entstanden denken. Sie sind aus diesem Grunde strukturell mit den Galaktomannanen, mit denen sie zusammen auftreten, verwandt.

KANDLER und Mitarbeiter [2] bewiesen, dass Stachyose in den Samen von *Phasaeolus aureus*, die kein Galactomannan enthalten, durch die Übertragung eines Galactoserestes von Galactinol auf ein Raffinosemolekül gebildet wird. Es scheint nun möglich zu sein, dass der Galactoseanteil der Galactomannane auf einem ähnlichen Weg gebildet wird. *Trigonella foenum-graecum* wurde als Versuchsmaterial gewählt, da die Samen dieser Pflanze, die in langen Hülsen gebildet werden, einen ziemlich grossen Anteil (etwa 15%) Galactomannan enthalten. Das im Samen vorhandene Endosperm, das die Polysaccharide enthält, ist von einer gelatinösen Konsistenz. Im Polarisationsmikroskop zeigt sich, dass die Zellwände des Endosperms im Querschnitt dünne doppelbrechende Primärwände aufweisen. Anscheinend schliesst sich daran eine dicke Schicht Galactomannan, die als schwach doppelbrechende Masse fast die ganze Zelle ausfüllt.

Wir begannen unsere Untersuchungen mit dem Studium reifer Samen, um festzustellen, ob sie niedermolekulare Kohlenhydrate mit Galactose- oder Mannoseresten aufwiesen, die möglicherweise als Polysaccharidvorläufer angesehen werden könnten. Die Samen wurden mit heissem Wasser extrahiert, die Polysaccharide mit Alkohol gefällt und die Zucker

Fig. 1. Durchschnittliches Gewicht eines Samens während der verschiedenen Entwicklungsstufen.



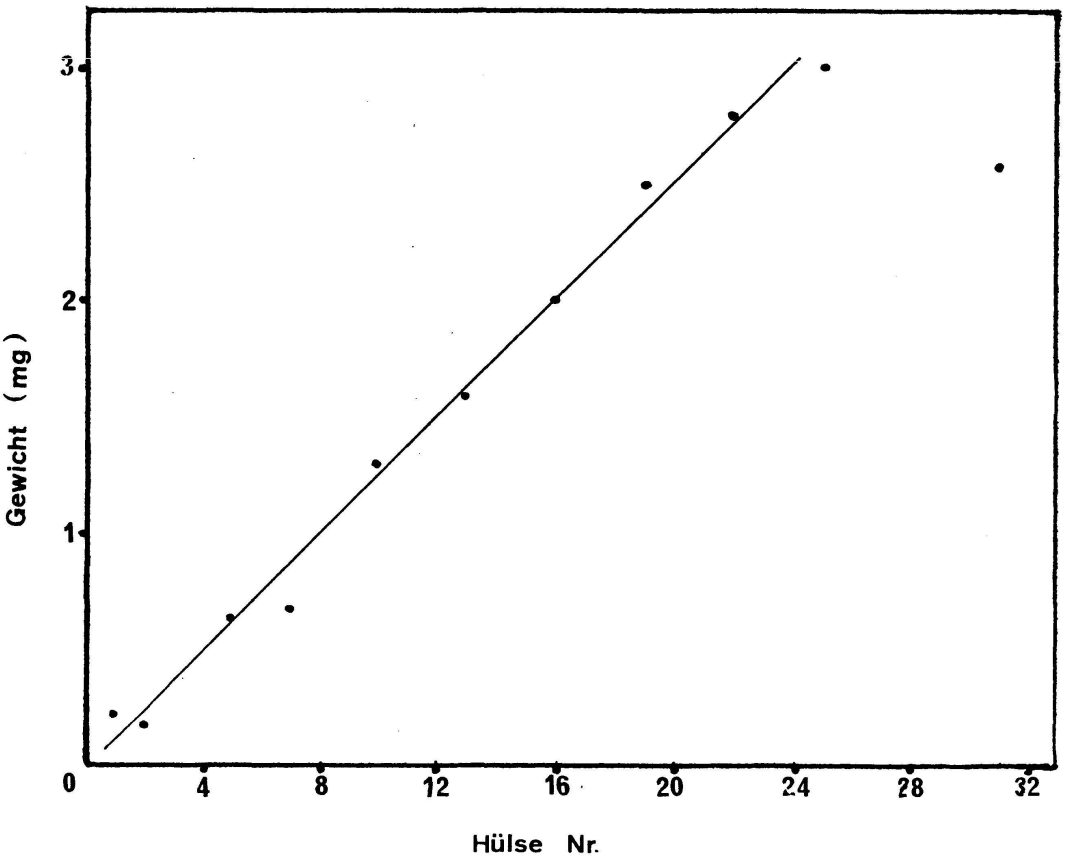
aus der Mutterlauge isoliert. Die Identifizierung erfolgte durch Chromatographie, Elektrophorese und Analyse der entsprechenden Hydrolysate. Stachyose trat in relativ grossen Mengen auf, daneben waren kleinere Mengen von Fructose, Glucose, Saccharose, Raffinose, Myo-Inosit, Verbascose und Galactinol vorhanden. Galactose konnte nur in Spuren nachgewiesen werden. Daneben lag noch in geringen Mengen ein Oligosaccharid vor, von dem wir annehmen, dass es sich um Digalactosyl-Inositol handelt. Eine weitere, nicht reduzierende Substanz, die chromatographisch einem Disaccharid entsprechen könnte, ergab als hydrolytisches Spaltprodukt Galactose. Ein Digalactosyl-Inositol wurde kürzlich in dem Samen von *Vicia sativa* nachgewiesen [3]. Bisher ist noch nichts über die physiologische Bedeutung dieser Verbindung bekannt geworden, sie könnte aber eine ähnliche Funktion wie Galactinol besitzen. Freie Mannose oder Mannose enthaltende Oligosaccharide konnten nicht nachgewiesen werden.

In einer weiteren Versuchsserie wurde das Galactomannan aus Samen verschiedener Reifestadien isoliert, um den Zeitpunkt der Samenentwicklung zu erfassen, in dem das Polysaccharid gebildet wird, und um ferner festzustellen, ob sich seine chemische Zusammensetzung während der verschiedenen Reifestadien ändert. Auch die freien Zucker in den Samen wurden untersucht, um festzustellen, ob während der Polysaccharidbildung auffallende Änderungen auftreten. Alle Samen wurden von einer einzigen Pflanze genommen, die 32 Hülsen in verschiedenen Reifestadien aufwies. Abbildung 1 zeigt das durchschnittliche Trockengewicht eines Samens in jeder Hülse. Die Numerierung beginnt bei der jüngsten Hülse.

Die Samen aus jeder Hülse (10–20 pro Hülse) wurden getrennt mit Wasser von 90 °C behandelt, um die Enzyme zu inaktivieren. Danach wurden sie dreimal mit heissem Wasser extrahiert und mit Ultraschall behandelt, um eine möglichst vollständige Extraktion zu erreichen. Nach der ersten Behandlung zerriss die Samenschale, und nach der zweiten konnten die Embryonen, ausser bei den jüngsten Samen, entfernt werden. Nach der dritten Behandlung mit Ultraschall schien das gesamte gelatineartige Endosperm aufgelöst zu sein. Die verschiedenen Extrakte wurden geteilt, eine Hälfte wurde zur Untersuchung der löslichen Zucker gesondert aufbewahrt, und der Rest wurde direkt mit Fehlingscher Lösung zur Ausfällung des Galactomannans behandelt. Die Galactomannane wurden durch Zerstörung des Kupferkomplexes wiedergewonnen und die durchschnittliche Polysaccharidmenge pro Same bestimmt. Es zeigte sich dabei, dass die Bildung des Galactomannans beim Reifestadium der Probe Nr. 5 beginnt und mit dem Reifestadium von Probe Nr. 16 im wesentlichen abgeschlossen ist.

Von jeder Polysaccharidprobe wurden 0,5 mg hydrolysiert und die Zucker chromatographisch getrennt. Alle Hydrolysate enthielten Galactose und Mannose in ungefähr gleichen Mengen. Nach Abschätzung der Fleckengrösse auf den Chromatogrammen scheint bei den verschiedenen Proben kein Unterschied im Verhältnis Galactose zu Mannose zu bestehen. Dies konnte durch quantitative Bestimmung der Zuckerkompo-

Fig. 2. Durchschnittsmenge der freien Zucker pro Same.



nenten bestätigt werden, die bei vier Hydrolysaten durchgeführt wurde. Die löslichen Zucker der verschiedenen Proben in den Extrakten mit heissem Wasser wurden aus den Mutterlaugen der äthanolischen Fällung des Galactomannans erhalten. Abbildung 2 zeigt die Ausbeuten, dargestellt als Durchschnittsgewicht pro Same. Aus einem Chromatogramm, auf dem die verschiedenen Proben der freien Zucker getrennt wurden, ist ersichtlich, dass die geringe Zuckermenge in den jüngsten Samen hauptsächlich aus Saccharose, Glucose, Fructose und Myo-Inosit besteht. Galactinol konnte ebenso nachgewiesen werden, jedoch keine Stachyose. Das Auftreten der Stachyose beginnt bei der Reifung des Samens in Probe Nr. 5. Die Menge der gebildeten Stachyose steigt mit weiterer Reifung an bis zur Probe Nr. 16, danach ist kein weiterer Anstieg zu beobachten. Dies wurde durch quantitative Bestimmung der Stachyose, Raffinose, Saccharose und Fructose in den Proben Nr. 7, 13, 22 und 31 bestätigt.

Aus diesen Resultaten kann man schliessen, dass das Galactomannan in den Samen von *Trigonella foenum-graecum* nicht durch Umkehrung des Abbauprozesses gebildet wird, der für das Galactomannan in *Gleditschia* vorgeschlagen wurde, das heisst, es wird nicht zuerst eine Man-

nankette gebildet, an die nachträglich Galactosereste geknüpft werden. Vielmehr scheinen bei der Biosynthese des Galactomannans Galactose- und Mannosereste zum gleichen Zeitpunkt verknüpft zu werden.

Das Polysaccharid entsteht während derselben Periode der Samenreifung, in der Stachyose gebildet wird. Daher ist es möglich, dass die Galactosereste von Galactinol übertragen werden. Dies wird zurzeit durch Experimente mit radioaktiv markierten Substanzen untersucht.

LITERATUR

1. COURTOIS, J.E., LE DIZET, P.: Bull.Soc.Chim.Biol. *48*, 190; 1966.
2. TANNER, W., KANDLER, O.: Plant Physiol. *41*, 1540; 1966.
3. PETEK, F., VILLAROYA, E., COURTOIS, J.E.: C.R.Acad.Sci.Paris, Sér. D, *263*, 195; 1966.

9. R. KELLER (Schaffhausen) – *Untersuchung Myleran-induzierter Chromosomenbrüche am Wurzelspitzenmeristem von Vicia faba: I. Wirkung von 5-Bromodesoxyuridin auf die chromosomale Aberrationsrate und Lokalisation von Bruch- und Reunionspunkten*

10. N. ZEYBECK (Izmir) – *Liefert Styrax officinalis ein Harz?*

11. P. SCHÜRMANN (Institut für chemische Pflanzenphysiologie der Universität Tübingen) – *Die Beeinflussung der CO_2-Fixierung isolierter Chloroplasten durch Rot- und Blaulicht*

Die Resultate verschiedener Autoren zeigen, dass der Weg des photosynthetischen C-Einbaues unter anderem nicht nur von der Lichtintensität, sondern auch von der Lichtqualität beeinflusst wird. Im allgemeinen stellen die Autoren fest, dass durch rotes Licht die Kohlenhydratsynthese, durch blaues Licht hingegen die Synthese organischer Stickstoffverbindungen gefördert wird. Wie diese Umsteuerungen der Substanzproduktion zustande kommen, ist nach wie vor unklar. Es ist auch noch nicht bekannt, ob Steuermechanismen bereits in den Chloroplasten zu suchen sind. Es wurde deshalb die Wirkung von rotem und blauem Licht auf die CO_2-Fixierung isolierter, intakter Chloroplasten untersucht.

Die Chloroplasten werden aus Erbsenblättern (*Pisum sativum*, var. *Feltham First*) isoliert (SCHÜRMANN, 1968) und in einer Reaktionslösung nach JENSEN und BASSHAM (1966) unter N_2 mit rotem bzw. blauem Licht bestrahlt (Glasfilter RG 630 und BG 28 der Firma Jenaer Glaswerk Schott und Gen., Mainz). Die Intensität des Lichtes wird so abgeglichen, dass im Rot wie im Blau dieselben Fixierungsraten erreicht werden. Die $^{14}CO_2$-Fixierung wird während 40 Minuten durch Entnahme von kleinen Proben aus der Reaktionslösung verfolgt. Aliquote Teile dieser Proben werden dünnschichtchromatographisch getrennt (SCHÜRMANN, 1969) und der Einbau des ^{14}C in die verschiedenen Reaktionsprodukte bestimmt.

Der Hauptanteil, nämlich 90–95% des in isolierten Chloroplasten

fixierten CO_2, findet sich in den Phosphatestern, den Intermediärprodukten des Calvin-Zyklus, 5–6% in Aminosäuren und 1–2% in organischen Säuren.

Eine eindeutig stärkere Markierung einer dieser Stoffklassen als Wirkung des roten oder des blauen Lichtes konnte nicht gefunden werden.

Innerhalb der Phosphatester zeigte sich aber eine deutliche Abhängigkeit des ^{14}C-Fixierungsmusters von der Lichtfarbe: Nach Fixierung im Rotlicht sind die Diphosphate sowie die Zuckermonophosphate gegenüber den übrigen Phosphatestern relativ stärker markiert als im blauen Licht. Im Gegensatz dazu ist die Phosphoglyzerinsäure im Blaulicht relativ stärker markiert als im Rotlicht.

Unter den Aminosäuren oder den organischen Säuren sichere Unterschiede zu finden ist schwieriger, da der Gehalt an diesen Substanzen im ganzen beträchtlich geringer ist.

Das Rotlicht, das in Versuchen mit ganzen Zellen die Saccharosebildung fördert (AHMED/RIES, 1968), verstärkt in Versuchen mit isolierten, intakten Chloroplasten den Aufbau der Vorstufen, Fructose-1,6-diphosphat und Fructose-6-phosphat, der Kohlenhydratsynthese. Das Rotlicht hat also, in bezug auf die Kohlenhydratsynthese, in intakten Zellen wie in isolierten Chloroplasten dieselbe Wirkung.

LITERATUR

AHMED, A.M.M., RIES, E.: International Congress of Photosynthesis Research, Freudenstadt 1968.

JENSEN, R.G., BASSHAM, J.A.: Proc. Natl. Acad. Sci. *56*, 1095–1101; 1966.

SCHÜRMANN, P.: International Congress of Photosynthesis Research, Freudenstadt 1968.

SCHÜRMANN, P.: J. Chromatogr., 1969 (im Druck).

12. F.L. SCHWINN (Muttenz) – *Anwendungsmöglichkeiten für das Scanning-Elektronenmikroskop in der Mykologie*

13. R. BRÄNDLE, R. STRASSER, K.H. ERISMANN (Bern) – *Intermediärprodukte der* H_2S*-Assimilation bei Lemna minor* L.

In früheren Untersuchungen über die Aufnahme und Verwertung von $H_2{}^{35}S$ durch panaschierte Blätter konnten im Methanol-/Wasser-Extrakt unbekannte ^{35}S-markierte Verbindungen nachgewiesen werden [1]. Die Vermutung, dass es sich um frühe Intermediärprodukte der H_2S-Assimilation handelt, ist naheliegend.

Zur Identifikation dieser Verbindungen wurden Wasserlinsen (*Lemna minor* L.) mit gasförmigem $H_2{}^{35}S$ gefüttert. Die Fütterungsbedingungen und die weitere Verarbeitung des Materials, einschliesslich der dünnschichtchromatographischen Analyse, sind anderswo beschrieben [1, 2, 3]. Für die Charakterisierung der Stoffgruppen gelangten Farbreaktionen zur Verwendung: die Trinitrobenzolsulfonsäure-(TNBS-)Reaktion auf

Substanzen mit primären Aminogruppen und die Natriumperjodat-Benzidin-Reaktion auf Zucker und Zuckerphosphate. Die Trennung der S-haltigen Verbindungen von den S-freien wurde nach Eluieren der Substanzen mittels Dünnschichtelektrophorese durchgeführt (LKB-Elektrophoresegerät, 300 V; MN 300 Zellulose, 0,5 mm Schichtdicke; Puffer pH 4, Pyridin : Essigsäure : Wasser = 10 ml : 35 ml : 955 ml). Die Analyse der Schwefelgruppen erfolgte anschliessend an eine Hydrolyse der Extrakte nach der Methode von TREBST et al. [4] mit zusätzlicher Bestimmung des freien $^{35}SO_4^{2-}$ als Bariumsalz. Die Aktivitäten wurden auf Planchetten unter GM-Zählrohr gemessen.

Alle $H_2{}^{35}S$-Markierungsexperimente ergaben lösliche S-haltige Verbindungen im Methanol-/Wasser-Extrakt, ebenso nach Fraktionierung desselben am Ionenaustauschharz in der basischen und in der sauren Fraktion.

Mit der chromatographischen Auftrennung der basischen Fraktion konnten neben den normalen S-haltigen Aminosäuren mindestens sechs weitere TNBS-färbbare und S-haltige Verbindungen nachgewiesen werden. Auf den Dünnschichtplatten der sauren Fraktion reagierten vier-^{35}S-markierte Verbindungen auf Sprühreagenzien für Zucker und Zuckerphosphate. Viele dieser S-Verbindungen lassen sich auf den Chromatogrammen mittels «Fingerprint-Vergleichen» gewöhnlichen Aminosäuren, Zuckern, Zuckerphosphaten und organischen Säuren zuordnen. Die zusätzlichen Schwefelgruppen beeinflussen die Chromatographie nur unwesentlich, da es sich in erster Linie um eine Verteilungschromatographie handelt. Freies Sulfat z.B. bleibt in der Nähe des Ursprungs. Unter anderen konnten folgende Verbindungen gefunden werden: S-Glutaminsäure, S-Glutamin, S-Asparaginsäure, S-Asparagin, S-Zuckerphosphate und freie S-Zucker. Mittels ^{14}C-/^{35}S-Doppelmarkierungsexperimenten (^{14}C niedrige, ^{35}S hohe spezifische Aktivität), kombiniert mit Farbreaktionen, liessen sich die S-Zuckerphosphate elektrophoretisch leicht von den entsprechenden S-freien Verbindungen trennen. Die Analyse auf Schwefelgruppen ergab nach Entfernen des freien Sulfats aus den Gesamtextrakten und nach alkalischer Hydrolyse im wesentlichen weiteres freies Sulfat, ebenso hydrolysierte Einzelverbindungen. Übrig blieb eine Restaktivität, hervorgerufen durch unbestimmbare ^{35}S-Bindungen. Eine Oxydation während der Gruppenanalyse kann ausgeschlossen werden. Dies wurde mit Hilfe verschiedener S-haltiger Testsubstanzen gezeigt. ^{35}S-Glutamin und ^{35}S-Asparagin verschwanden nach der Hydrolyse der Gesamtextrakte auf den Autoradiographien der Chromatogramme. Die S-Zuckerphosphate liessen sich, allerdings unter erheblichem Aktivitätsverlust, durch Hydrolyse in freie S-Zucker überführen. Offenbar ist nur noch die Restaktivität für die Schwärzung der Röntgenfilme massgebend.

Die vorliegenden Ergebnisse lassen die Vermutung zu, dass Schwefelwasserstoff zuerst zu Sulfat aufoxydiert wird, welches anschliessend mit Aminosäuren, Zuckern und ähnlichen Substanzen Verbindungen eingeht. Sulfate von Monosacchariden sind bekannt [5].

LITERATUR

1. ERISMANN, K.H., BRÄNDLE, R.: Flora A *159*, 379; 1968.
2. BRÄNDLE, R., ERISMANN, K.H.: Naturwiss. *55*, 41; 1968.
3. ERISMANN, K.H., KIRK, M.: International Congress of Photosynthesis Research, Freudenstadt 1968 (im Druck).
4. TREBST, A., SCHMIDT, A.: International Congress of Photosynthesis Research, Freudenstadt 1968 (im Druck).
5. PEAT, S., BOWKER, D.M., TURVEY, J.R.: Carbohyd.Res. *7*, 225; 1968.

Wir danken dem Schweizerischen Nationalfonds für die Unterstützung dieser Arbeit.

14. K.H.ERISMANN, A. FINGER, R. BRÄNDLE (Bern) – *Die Kinetik der* H_2S*-Fixierung im Licht und im Dunkeln bei Lemna minor* L.

15. CH. BRUNOLD, K.H.ERISMANN (Bern) – *Der Mechanismus der Photosynthesehemmung durch Acetat bei Lemna minor*

Bei der Suche nach einer organischen C-Quelle für die Kultivierung von Wasserlinsen zeigte sich bei der Anwendung von Na-Acetat eine Wachstumshemmung.

Im Lichte der Untersuchungen von SMIRNOW, STUMPF und andern [1–4] vermuteten wir einen Zusammenhang zwischen dieser Hemmung und der Fettsäuresynthese.

Lemnen fixieren ohne Acetat in der Nährlösung mit konstanter Rate CO_2 und evolvieren O_2. Das Verhältnis von O_2 zu CO_2 beträgt 1,0–1,2.

Wenn in der Nährlösung eine Acetatkonzentration von 10^{-3}_{m} oder mehr vorliegt, nehmen die Fixierungsrate von CO_2 und die Evolutionsrate von O_2 ab. Schliesslich überwiegt die Atmung die Photosynthese. Die CO_2-Fixierung wird etwas schneller gehemmt als die O_2-Evolution. Das Verhältnis von O_2 zu CO_2 wird 1,5–2,0.

Die Geschwindigkeit der Hemmung ist lichtabhängig: bei höhern Lichtstärken tritt sie rascher ein als bei niedern.

Die Hemmung erwies sich auch abhängig von der CO_2-Konzentration: sie erfolgte rascher bei niedern CO_2-Konzentrationen.

Kinetische Experimente mit markiertem CO_2 zeigten eine Hemmung der Karboxylierung von RuDP und der Dephosphorylierung von FDP und SDP. Die starke Zunahme von Alanin lässt ausserdem auf ATP-Mangel schliessen [5]. Wenn diese Ergebnisse mit denen von PEDERSEN et al. [6] verglichen werden, welche die Hemmwirkung von Fettsäuren auf die Photosynthese von Chlorella untersuchten, zeigt sich eine weitgehende Übereinstimmung. Dies veranlasste uns, zu prüfen, wie weit die Bildung von Fettsäuren als Ursache der Photosynthesehemmung durch Acetat in Betracht gezogen werden darf.

Wir ermittelten mit kinetischen Experimenten die Veränderungen der Fettsäuremengen unter Acetateinfluss und stellten fest, dass die Gesamtmenge der Fettsäuren bis zur totalen Hemmung der Photosynthese von 100 auf 130% anstieg.

Da nun aber die Fettsäuresynthese wie die CO_2-Assimilierung ATP und TPNH benötigt [7, 8], ist eine Kompetition zwischen den Enzymen des Calvin-Zyklus und denen der Acetataktivierung nicht ausgeschlossen. Diese Annahme wird gestützt durch unsere Gaswechselmessungen, welche zeigten, dass der Hemmungsverlauf von der CO_2-Konzentration abhängig ist, dann aber auch durch die Experimente von EVERSON [8].

Die Acetathemmung könnte also in zwei Phasen erfolgen: In einer ersten Phase kompetieren die Enzyme der Acetataktivierung und der CO_2-Assimilation um ATP und TPNH. Dies führt zu einer Verringerung der CO_2-Fixierung und zu verstärkter Fettsäuresynthese.

In einer zweiten Phase hemmen diese Fettsäuren die ATP-Bildung, die Karboxylierung von RuDP und die Dephosphorylierung von SDP und FDP. Verschiedene Befunde [9, 10, 11, 12] sprechen dafür, dass diese Reaktionen gehemmt werden, weil die Fettsäuren in den Chloroplasten strukturelle Änderungen erzeugen.

LITERATUR

1. STUMPF, P.K., et al.: Biochemistry of Chloroplasts, Vol. II, ed. by T.W. GOODWIN, Academic Press, 1967.
2. SISSAKIAN, N.M., SMIRNOW, B.P.: Biochimija *21*, 273; 1956.
3. MUDD, J.B., MCMANUS, T.T.: J.Biol.Chem. *237*, 2057; 1962.
4. SCHLEGEL, H.G.: Planta *47*, 510; 1956.
5. BASSHAM, J.A., JENSEN, R.G.: Harvesting the Sun, ed. by A. SAN PIETRO and F.A. GREER, Academic Press, 1967.
6. PEDERSEN, T.A., KIRK, M., BASSHAM, J.A.: Biochim.Biophys.Acta *112*, 189; 1966.
7. OHMANN, E.: Biochim.Biophys.Acta *82*, 325; 1964.
8. EVERSON, R.G., GIBBS, M.: Plant Physiol. *42*, 1153; 1967.
9. PACKER, L.: Biochim.Biophys.Acta *75*, 12; 1963.
10. PACKER, L., MARCHANT, R.H.: J.Biol.Chem. *239*, 2061; 1964.
11. DILLEY, R.A., VERNON, L.P.: Biochemistry *3*, 817; 1964.
12. PETERKOFSKY, RACKER, E.: Plant Physiol. *36*, 409; 1961.

9. Sektion für Zoologie

Gemeinsame Sitzung der Schweizerischen Zoologischen Gesellschaft mit der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft

Samstag, 28. September 1968

Präsident: Prof. R. WEBER (Bern)
Sekretär: Dr. H. SÄGESSER (Bern)

1. A. WANDELER (Bern) – *Einige Daten über den bernischen Fuchsbestand*

2. B. HÖRNING (Bern) – *Zur Naturherd-Problematik der Trichinellose in der Schweiz*

3. W. PFEIFFER (Tübingen) – *Der Geruchsinn der Polypteridae* (*Brachiopterygii, Pisces*)

4. E. FREY, P. TARDENT (Zürich) – *Reaktionen von Hydra attenuata* Pall. *auf Lichtreize* (*mit Film*)

5. R. WEHNER (Zürich) – *Heimkehrleistungen bei Cataglyphis bicolor* (*Formicidae, Hymenoptera*)

6. M. HOFSTETTER-NARBEL (Lausanne) – *L'antenne intersexuée chez Luffia* (*Lépidoptère psychide*)

7. A. AESCHLIMANN (Basel) – *La ponte chez Ornithodorus moubata* (*Ixodoidea, Argasidae*)

8. A. AESCHLIMANN, P. DIEHL, G. EICHENBERGER, R. IMMLER, N. WEISS (Basel) – *Les Tiques* (*Ixodoidea*) *des animaux domestiques au Tessin*

9. J. FISCHER (Bern) – *Eireifung und Eiablage bei Chironomus nuditarsis* Str.

10. P. PROBST (Schweiz. Tropeninstitut, Basel) – *Mehrmalige Trächtigkeit und Dauer der Tragzeit beim Skorpion Isometrus maculatus* De Geer (*Buthidae*) (Originalarbeit: Rev. suisse Zool. *75*)

Zusammenfassung

Im Laufe einer im Entstehen begriffenen grössern Arbeit, die sich vor allem mit der Entwicklung der Giftdrüsen bei Skorpionen befasst, hat sich die Gelegenheit ergeben, Beobachtungen über Fortpflanzungsbiologie und -physiologie bei *Isometrus maculatus* anzustellen. Die Tiere wurden am Feldlaboratorium des Schweizerischen Tropeninstituts in Ifakara (Tanzania, Ostafrika) gesammelt und nach Basel gebracht, wo sie nun

in den Labors des Tropeninstituts, unter künstlichen Bedingungen, seit längerer Zeit gehalten werden.

An diesem Material konnten verschiedene interessante Beobachtungen gemacht werden:

1. Über den Geburtsvorgang ist bereits an anderer Stelle berichtet worden [1].
2. Wenn Futterangebot und klimatische Bedingungen den Anforderungen entsprechen, sterben die Weibchen nach der ersten Geburt nicht, wie das zum Teil bei anderen Skorpionen festgestellt wurde.
3. Sofort nach erfolgter Geburt beginnt, ohne neue Kopulation, die Entwicklung von weiteren Embryonen.
4. Die Weibchen haben die Möglichkeit, auf diese Art ohne weitere Spermienaufnahme viermal und wahrscheinlich fünfmal (auch nach der vierten Geburt werden noch neue Embryonen entwickelt) hintereinander Junge zur Welt zu bringen.
5. Die Möglichkeit der Spermienspeicherung erscheint, auf Grund von Sektionen, als wenig wahrscheinlich. Die Frage, ob es sich nun bei den späteren Trächtigkeiten um Parthenogenese handelt oder ob nach der Kopulation sämtliche vorhandenen Eier befruchtet werden, wovon sich aber vorerst nur ein Teil weiterentwickelt, wird zurzeit geprüft.
6. Die Zeitdauer von einer Geburt bis zur nächstfolgenden ist bei allen Weibchen ziemlich konstant. Bei 24 Trächtigkeiten, deren Dauer exakt festgelegt werden konnte, lagen diese Werte (neben zwei Extremen von 69 bzw. 84 Tagen) stets zwischen 72 und 80 Tagen. Diese Werte müssen als Dauer der Tragzeit (Embryonalentwicklung) bei *Isometrus maculatus* betrachtet werden.
7. Nach der Geburt kann, ohne weitere Spermienaufnahme, ein Spermatocleutrum (Vaginalpfropf) ausgebildet werden. Dessen Entstehung muss also nicht unbedingt direkt mit einer Kopulation zusammenhängen.

LITERATUR

1. PROBST, P.: Rev. suisse Zool. *74*, 3, 616–619; 1967.

11. P. BAUMANN, P. S. CHEN (Zürich) – *Proteinsynthese und Alterung bei Drosophila melanogaster*

12. A. SCHOLL (Bern), H. M. EPPENBERGER (Neuchâtel) – Die Differenzierung der Kreatin-Kinase Isoenzyme in verschiedenen Organen von Hausente und Haustaube während der Embryonalentwicklung

13. R. BRUN (Basel) – Beitrag zur Kenntnis der Dynamik im Federkeim

10. Sektion für Entomologie

Gemeinsame Sitzung der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft mit der Schweizerischen Zoologischen Gesellschaft

Samstag/Sonntag, 28./29. September 1968

Präsident: Dr. W. BÜTTIKER (Basel)
Sekretär: Dr. W. MEIER (Zürich-Oerlikon)

Sonntag, 29. September 1968

1. O. EICHHORN (Delsberg) – *Probleme der Morphendetermination in der Gattung Dreyfusia* CB. (= *Adelges Ann.; Adelgidae*)

2. TH. WILDBOLZ (Wädenswil) – *Weitere Resultate über die Diapauselösung beim Apfelwickler*

3. M. WALL (Basel) – *Die Tergaldrüsen bei der Termite Kalotermes flavicollis*

4. H. BÄNZIGER (Zürich) – *Beobachtungen an Calpe eustrigata* Hpsn., *einer stechendblutsaugenden Noctuide in Südostasien*

5. A. AESCHLIMANN, W. BÜTTIKER (Basel) – *Les tiques* (*Ixodoidea*) *sont-elles des vecteurs de maladies en Suisse?*

6. W. VOGEL, E. HOMBERGER (Dielsdorf) – *Die Wirkung von Insektenhormonen auf Schädlinge*

7. W. SAUTER (Zürich) – *Ein neuer Beitrag zur Noctuidenfauna der Schweiz*

11. Sektion für Anthropologie und Ethnologie

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie und Ethnologie

Samstag, 28. September 1968

Präsident: Prof. Dr. HANS DIETSCHY (Paris/Basel)
Sekretär: Lic. ALAIN JEANNERET (Basel)

1. M.-R. SAUTER (Genève) – *Rapport sur le Congrès international des sciences anthropologiques et ethnologiques* (Tokyo, septembre 1968)

2. HÉLÈNE KAUFMANN (Institut d'Anthropologie, Université de Genève) – *Une enquête anthropologique longitudinale chez des écoliers de Genève*

Depuis des années l'Institut d'Anthropologie de Genève avait le projet de mettre sur pied une enquête anthropologique chez des enfants en âge scolaire. Jusqu'à présent nous avions dû y renoncer faute de temps, le peu de collaborateurs que nous avons étant entièrement absorbés par les tâches d'enseignement et d'administration.

En hiver 1967/68 nous avons décidé de réaliser ce projet en mettant sur pied une enquête longitudinale qui s'adresse aux enfants fréquentant le Cycle d'orientation, soit des écoliers des deux sexes de 12 à 15 ans. Nous avons choisi ces âges-là parce que ce collège, de création toute récente, est conçu de telle façon qu'il présente pour nous de grands avantages: chaque élève est accompagné d'un dossier dont une grande partie des renseignements – qui figurent sur cartes perforées – seront d'une grande utilité pour le dépouillement de notre enquête. Ces données concernent principalement la famille du sujet, ses résultats scolaires et psychologiques. Les élèves du Cycle d'orientation sont répartis en diverses sections qui correspondent à leurs goûts et à leurs aptitudes (latino-scientifique, culture générale, pratique, d'observation, de fin de scolarité).

Quelques mots maintenant du contenu scientifique de cette enquête. Avant de décider quels seraient les données que nous allions récolter, nous avons parcouru bon nombre d'enquêtes effectuées ces dernières années chez des enfants. Nous n'y avons trouvé aucune unité. Nous avons alors consulté la liste des mensurations et observations proposée par l'*International Biological Programm* (IBP), section *Human Adaptability* (HA) pour nous arrêter à la «liste de base». Comme cette liste est censée servir dorénavant de guide pour des enquêtes anthropologiques qui se dérouleront dans le monde entier, il nous a paru judicieux de nous y conformer, dans la mesure du possible.

Nous avons aussi dû tenir compte des exigences des autorités scolaires, entre autre d'examiner les enfants en tenue de gymnastique et de ne pas les retenir trop longtemps.

Nous avons étudié la définition de chaque donnée anthropologique dans la liste de l'IBP; la plupart correspondent aux définitions du *Lehrbuch* de MARTIN. Nous avons alors établi notre propre liste, que voici: Pigmentation des yeux et des cheveux, hauteur et largeur de la face, hauteur et largeur du nez, périmètre céphalique, taille debout et assis, longueur des jambes, diamètres biacromial et biilio-cristal, longueur du bras, longueur et largeur de la main, largeur du poignet, diamètre bicondylien du fémur, périmètre du bras et de la jambe, DAP et DT du thorax (pour les garçons seulement), épaisseur du pli cutané (sous-scapulaire et au triceps), poids, enfin règles établies ou non. Pour la taille debout et assis, nous avons pris chaque fois deux mesures, selon la technique de MARTIN et selon celle de l'IBP, qui diffèrent. Nous nous proposons ensuite de tester les deux méthodes et d'en comparer les résultats.

Comme nous n'avons pas, pour le moment, de collaborateurs scientifiques qui puissent se consacrer à cette enquête, nous avons décidé de la faire avec l'aide des étudiants de 4e année, inscrits pour la licence en biologie humaine ou en sciences naturelles. Nous avons constaté qu'ils s'y sont mis avec beaucoup de sérieux et qu'ils y ont trouvé grand intérêt. Pour le moment il ne nous est possible d'examiner les écoliers que d'un seul collège – celui situé le plus près de notre Institut – qui reçoit heureusement des enfants de milieux très variés.

Cette première année, nous avons vu 298 enfants du 7e degré, soit les classes de 12 ans (en réalité des enfants de 11 à 15 ans!). Nous mesurerons à nouveaux ces mêmes enfants encore deux ans de suite. Simultanément nous prendrons les nouveaux élèves du 7e degré. Vu la très grande diversité d'origine géographique et sociale des élèves des écoles de Genève, nous devrons poursuivre ces examens pendant bien des années jusqu'à ce que nous ayons des effectifs suffisants pour mettre nos données en relation avec les divers facteurs à envisager.

Les calculatrices électroniques doivent nous permettre un dépouillement comparatif très poussé. Nous espérons pouvoir vous communiquer des résultats dans quelques années.

3. W. SCHEFFRAHN (Zürich) – *Familienuntersuchungen über die Nasenregion* (mit Dias)

4. J. BRUNNER (Zürich) – *Zur Anthropologie der frühmittelalterlichen Bevölkerung von Bonaduz* (mit Dias)

5. K. HÄGLER (Chur) – *Physisch-anthropologische Studien im oberen Teil des romanischen Lugnez in den politischen Gemeinden Lumbrein und Vrin* (vorläufige Mitteilung)

6. H. DIETSCHY (Paris/Basel) – *Bericht über den Internationalen Amerikanistenkongress* (Stuttgart/München, August 1968)

12. Sektion für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften

Samstag, 28. September 1968

Präsident: Prof. Dr. med. E. H. ACKERKNECHT (Zürich)
Sekretär: Prof. Dr. med. H. FISCHER (Zollikon)

1. MARIE-LOUISE PORTMANN (Basel) – *Theodor Zwingers Briefwechsel mit Johannes Runge. Ein Beitrag zur Geschichte der Alchemie in Basel des 16. Jahrhunderts*

2. E. FUETER (Zürich/Wädenswil) – *Jean-Philippe Loÿs de Cheseaux* (1718–1751) *aus Lausanne. Zu seinem 250. Geburtsjahr*

Die Epoche der schweizerischen Aufklärung war eine Zeit ausserordentlicher Blüte, besonders in den exakten Wissenschaften. Neben ihren noch heute unvergessenen grossen Forschern, wie Leonhard Euler, den Bernoullis, J. H. Lambert, den Universalgelehrten J. J. Scheuchzer und Albrecht von Haller, ist diese Epoche jedoch auch durch die Fülle an hohen Talenten ausgezeichnet, wovon zahlreiche aus der Westschweiz stammten. Aus ihrer Reihe ragt durch Begabung und Werk der Astronom und Mathematiker, Historiker und Linguist J.-Ph. Loÿs de Cheseaux, ein Enkel von J. P. de Crousaz, mehrfach hervor, zugleich als ein fast reiner «Liebhaber der Naturforschung» und Privatgelehrter.

Loÿs, der bereits mit siebzehn Jahren drei bemerkenswerte physikalische Arbeiten schrieb, war Begründer der ersten schweizerischen (privaten) Sternwarte (auf Cheseaux), die er mit sehr guten Instrumenten ausstattete und wo er auch Höhenmessungen ausführte, darunter vielleicht erstmals solche zur Bestimmung von Wolkenfeldern. Das sogenannte «Olbers Paradoxon» (allgemeine Dunkelheit des Nachthimmels trotz Vielheit leuchtender Gestirne) wurde von ihm genial durch Berechnungen gelöst und würde besser «*Loÿs-Paradoxon*» heissen. Seine Bahnbestimmungen von Kometen wurden zu Hauptstützen der Lehren von Newton. Mehrere Ephemeriden, vor allem die Mondtafeln, verbesserte er sehr. Zudem versuchte er in erster Linie durch mathematische Mittel Mortalitäts- bzw. Lebenserwartungstafeln für jedes Lebensjahr zu gewinnen.

LITERATUR

Jetzt grundlegend die Arbeit von TAMMANN, G. A.: Jean-Philippe de Loÿs de Cheseaux and His Discovery of the So-Called Olber's Paradox. Scientia, vol. LX, 21–31; 1966.
WOLF, R.: Biographien zur Kulturgeschichte der Schweiz, 3. Cyclus, Zürich 1861.
WOLF, R.: Handbuch der Astronomie. 2 Bde., Zürich 1892.
ISELY, L.: Essai sur l'histoire des mathématiques dans la Suisse française. Neuchâtel 1884.

3. H. M. KOELBING (Riehen/Basel) – *Julius Sichel aus Frankfurt* (1802–1868), *ein Pionier der modernen französischen Augenheilkunde*

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts war die Pariser Schule für die Medizin der ganzen Welt führend; die Augenheilkunde wurde von ihr jedoch vernachlässigt. Zu gleicher Zeit blühte sie in deutschen Landen mächtig auf, was merkwürdig ist, wenn man bedenkt, wie sehr die deutsche Medizin damals unter der Herrschaft einer spekulativen, romantischen Naturphilosophie stand. In Wien wirkte als der erste Inhaber einer selbständigen Professur für Ophthalmologie, die es überhaupt irgendwo gab, Georg Joseph Beer (1763–1821); er stand in der Tradition der «Wiener Beobachtungs- und Erfahrungsmedizin» (Erna Lesky) des 18. Jahrhunderts. Aus seiner Schule kam der kräftigste Impuls für die Entwicklung der modernen französischen Augenheilkunde – durch einen Schüler seines Schwiegersohnes Friedrich Jaeger (1784–1871): Julius (Jules) Sichel.

Sichel, der aus einer jüdischen Kaufmannsfamilie in Frankfurt am Main stammte, sich aber durch die evangelische Taufe die bürgerliche Gleichberechtigung erwarb, war zuerst Assistent bei Schönlein in Würzburg, der als erster deutscher Kliniker die objektiven internistischen Untersuchungsmethoden aus der Pariser Schule übernahm. 1827–1829 bildete sich Sichel bei F. Jaeger in Wien zum Augenarzt aus und siedelte dann nach Paris über. Seit 1832 betrieb er dort eine ophthalmologische Privatklinik, an der er bedürftige Patienten unentgeltlich poliklinisch behandelte. Er betonte in seinem Fach mehr den internistischen als den chirurgischen Standpunkt: Es ging ihm darum, die Augenleiden wissenschaftlich zu verstehen und rational zu behandeln. Er war ein optimistischer Therapeut, der ein grosses Arsenal allgemeiner und lokaler Heilmittel und diätetischer Massnahmen in stets wechselnden Kombinationen einsetzte. Er betrachtete das kranke Auge als Teil eines kranken Organismus.

Sichels augenärztliches Hauptwerk ist die «Iconographie ophthalmologique» (Atlas mit 80 Tafeln, Textband von 823 Seiten), Paris 1852–1859. Jahrelang beschäftigte Sichel den begabten Zeichner Emile Beau, von dem er ganz präzise Darstellungen augenärztlicher Krankheitsbilder verlangte. Ebensoviel Sorgfalt verwendete er auf die perfekte Reproduktion: Kupferstich-Farbendruck mit Eintragen wichtiger Einzelheiten auf den gedruckten Blättern mit dem Pinsel. Sichel soll 250000 Franken in sein Werk gesteckt haben. Sein Ziel war, dem Benützer eine naturgetreue, unmittelbare Anschauung der Augenkrankheiten zu geben, so dass er diese in der Praxis diagnostizieren konnte, und ihm zugleich alles Wesentliche für das Verständnis und die Behandlung dieser Krankheiten mitzuteilen. Die «Iconographie» verbindet den Geist der Pariser medizinischen Schule (der objektive Befund als Grundlage aller Diagnostik) mit demjenigen der Wiener augenärztlichen Schule (Augenkrankheit als Ausdruck einer Allgemeinerkrankung). Weil Sichel nach höchster Perfektion in der bildlichen Wiedergabe strebte, verzögerte sich das Erscheinen seines Werkes so lange, dass es durch die Erfindung des Augenspiegels bereits

teilweise überholt war, als die ersten Lieferungen herauskamen. Das in seiner Art unübertreffliche Buch kam zu spät, um die ihm zugedachte didaktische und wissenschaftliche Mission zu erfüllen. «Das Leben ist kurz, die Kunst ist lang, der günstige Augenblick flüchtig...»

4. W. LÖFFLER (Zürich) – *Chemie und Nosologie (Dr.-Markus-Guggenheim-Vortrag)*

Mit dem Dank für die Einladung verbinde ich das Gedenken an schöne, jahrelange gemeinsame Laboratoriumsarbeit mit Dr. M. GUGGENHEIM in Basel und gedenke ehrend des Naturforschers Hw. Pater DAMIAN BUCK, Präsident der Gesellschaft Schwyz, 1935, Jahresversammlung in Einsiedeln.

Die Chemie durchdringt die ganze Heilkunde in ihren Grundlagen und Anwendungen. Viele Probleme der Medizin warten auf Lösung durch neue Methoden der Chemie.

Wertung von Bau *und* Funktion der Zellen finden sich heute in der Molekularbiologie vereinigt. Mitochondrien bergen die Enzyme des «Krebszyklus» in der Pulpa, die der Atemkette in den Membranen, angeordnet nach der Folge ihres Einsatzes. Die Ribosomen synthetisieren ebenso schnell wie exakt Polypeptide und Proteine. *Lysosomen*, Enzymbündel in Lipoproteinhülle liegen einsatzbereit für Phagozytose usw. Kortison macht ihre Hülle weniger durchlässig, hemmt überschiessende Enzymausschüttung und damit das Fieber. Beispiel einer solchen Kortisonwirkung bei schwerster Polyarthritis. Einige Streiflichter.

Diabetes ist Typus einer «chemischen Krankheit». Insulin brachte Erlösung von der strengen Diättherapie. Insulin ist erstes synthetisiertes Protein, auch in «Trockensynthese» (5000 Arbeitsgänge) darstellbar. *Glucagon*, «Hungerhormon», Peptid aus 29 Aminosäuren, fördert Glykogenansatz, hat aber mit Diabetes nichts zu tun. Die Rolle des Zinks in Diabetes ist noch ungeklärt.

Die komplizierten, *isothermen* Auf- und Abbaureaktionen im Organismus gehorchen der Thermodynamik (*Energetik*). Beispiel eines molekular chemisch bedingten Fiebers: Nitrophenolvergiftung: Der *Elektronen*transport geht weiter, ADP kann aber nicht zu ATP werden. Die abgeleitete bzw. freiwerdende Wärme bedingt das Fieber.

So hemmt HCN den enzymatischen Elektronentransport auf Sauerstoff durch Cytochrom, deshalb die hohe Giftwirkung. Staphyloinfektion hemmt wohl ebenfalls Phosphorylierung in der Atmungskette; dadurch vielleicht therapeutische Möglichkeiten der Hemmung solcher Prozesse und Zeitgewinn für antibiotische Behandlung.

Das Mikroskop hat vor 100 Jahren die Zellulartheorie und -pathologie zur Zellularmedizin entwickelt. Das Elektronenmikroskop führt an die Grenze der Sichtbarmachung der Makromoleküle («Organellenpathologie und Klinik»). *Isotopen* zeigen die komplizierten Wege der Atome im Organismus. Beispiel: Gicht: Der Körper ist imstand, Harnsäure aus

einfachsten Bausteinen aufzubauen (nicht nur aus Abbauprodukten der Nukleoproteide: (CO_2, NH_3, Glykokoll, Ameisensäure).

Vitamine. Als Beispiel: Vitamin D hat die Rachitis zum Verschwinden gebracht, B_{12}, erstaunlicherweise mit Kobalt im Zentrum, die Perniziosa gezähmt.

Aminosäuren, lange für harmlos gehalten, führen in angeborenen Fehlleistungen des Abbaus zu schweren Störungen: *Alkaptonurie* (mit interessanten Aufschlüssen über Abbau aromatischer Aminosäuren), *phenylpyruvische* Idiotie verlangt Testung aller Neugeborenen und damit Rettung vor Idiotie durch Diät (Ausbeute etwa 10 Fälle pro Jahr in der Schweiz) (Ahornsirupkrankheit durch Leuzin, Isoleuzin, Valin), *Argininabbaustörungen,* auch mit schweren zerebralen Schäden verbunden, aber ohne Störungen der Harnstoffbildung, die auch über Arginin geht.

Bedeutung der *Dysproteinämiden* für die Klinik: «Konstellationen» der Plasmaproteine zur Charakterisierung akuter oder chronischer Entzündungen, Plasmazytome usw., *Antikörpermangelsyndrom* (in der γ-Fraktion).

Enzyme in der Nosologie. Beispiel: Herzinfarkt. GOT, GPT, CPK usw. und ihre Konstellationen in der Dynamik des Infarktgeschehens.

Gerinnungsfaktoren und *Antikoagulantien.*

Antibiotika: Hauptwirkungen und *Nebenwirkungen.* Letztere sind oft entscheidend über Schicksal von Patient, Heilmittel *und* Arzt. Unmöglichkeit einer aprioristischen Voraussage der Wirkung aus der chemischen Struktur allein: Contergan-Thalidomid-Kontroverse. Daher möglichst Vermeidung von Medikamenten in der Gravidität. Beispiel: Differenzen in der chemischen Struktur der vier grossen Tuberkulostatika: PAS, Streptomycin, INH, Myambutol bei gleicher, hoher Hauptwirkung an verschiedenen Angriffspunkten und grundverschiedenen Nebenwirkungen, unangenehmen bis gefährlichen, zum Teil dosisabhängig, zum Teil hereditär individuell, zum Teil allergisch.

Bakterienresistenz: Oft durch Überleben weniger, primär resistenter Individuen aus sehr grossen Populationen nach Antibiotika, aber auch durch Fähigkeit der Enzymbildung (Penicillinase) oder *Mutationen* der Erreger durch chemische Veränderungen im Chromatinmaterial (Konjugation, Transduktion, durch Erreger oder Phagen) oder Transformation durch Übertragung durch *DNA aus getöteten* Bakterien.

Sichelzellenanämie: Beispiel einer Erbkrankheit mit Bildung eines pathologisch strukturierten Hämoglobins (Nachweis der Heterozygoten). Probleme der Tumorentstehung sind in den Bereich der Chemie gerückt, Eindringen von definierten, chemischen Individuen ins Chromosomen-/Gen-Gefüge (Polyoma-Virus-DNA und Rous-Sarkom-RNA). Die umgewandelten Zellen bilden spezifische Antigene. Daraus ergibt sich ein Ausblick auf die Möglichkeit einer Tumorprophylaxe. .

5. E. H. ACKERKNECHT (Zürich) – *Die Erfahrung in der Therapie und ihre Objektivierung*

6. E. FUETER (Zürich/Wädenswil) – *Wissenschaftsgeschichte und Forschungspotentiale. Eine neue Problemstellung*

Die Wissenschaftsgeschichte, genauer die Geschichte der exakten und der biologischen Naturwissenschaften, hat in der Neuzeit grosse Leistungen und vielfältige Arbeitsrichtungen aufzuweisen. Zu den im 19. Jahrhundert vorwiegend geschriebenen Fachgeschichten und Biographien sind inzwischen Geistes-, Sozial-, Wirtschafts- und Technikgeschichten innerhalb der Wissenschaftsgeschichte getreten. Eine Fülle von Gesamteditionen und Handschriftenpublikationen, Spezialmonographien, Historiographien usf. in vielen Sprachen kamen hinzu. Freilich erfolgte diese Entwicklung von Land zu Land in unterschiedlichen Phasen und Intensitäten, je nachdem auch in enger Verknüpfung oder unabhängig von den Arbeiten in der Medizingeschichte sowie von den aktuellen Bereichen der Naturforschung. Infolge der zwingenden Notwendigkeit, die modernen Forschungspotentiale im Wettkampf der Nationen zu stärken, entstand vor etwa einem Dutzend Jahren die neue Disziplin der «Erforschung und Förderung der Forschungspotentiale». Im englischen Sprachgebrauch ist meist von «science of science» oder von «research about research» die Rede. Dieser neue Forschungszweig hat trotz aller Schwierigkeiten rasch einen bedeutenden Aufschwung genommen. Bereits verfügt er über eine umfassende Literatur selbständiger Werke, Zeitschriften und Bibliographien. Deren Untersuchungen beziehen sich häufig auch auf wichtige Probleme der Wissenschaftsgeschichte, zumal des 20. Jahrhunderts und ihrer universalen Fragestellungen. Hauptthemen sind Erkenntnisse schöpferischer Faktoren in der Wissenschaftsgeschichte und Gegenwart («creativity»), wechselseitige Abhängigkeit von Forschung und Anwendung, kulturelle Voraussetzungen und Abhängigkeiten, Zahl und Geldmittel der Forscher usf. Mehrfach konnten neue Methoden entwickelt werden. So darf von der Lehre der Forschungspotentiale eine interessante Befruchtung gewisser Bereiche der Wissenschaftsgeschichte erwartet werden, wie andererseits diese neue Disziplin aus einem intensiven Studium der Wissenschaftsgeschichte hohen Gewinn ziehen kann, ja auf deren Ergebnisse mit angewiesen ist.

7. ESTHER FISCHER-HOMBERGER (Zürich) – *Hysterie und Misogynie – zur Geschichte der Hysterie*

8. A. W. GUBSER (Zürich) – *Constantin von Monakow und der Erste Weltkrieg*

9. H. BALMER (Konolfingen) – *Jean de Charpentiers Briefe in Basel und Bern*

Jean de Charpentier (1786–1855), Sohn eines Professors an der Bergakademie zu Freiberg in Sachsen und wie sein Bruder Toussaint für das Bergfach geschult, wurde 1813 Leiter der waadtländischen Salzbergwerke im Rhonetal und wohnte fortan im stillen Dörfchen Devens bei Bex, das sein damaliges Aussehen bis heute fast bewahrt hat. Sein nächster Nach-

bar war der Botaniker Emmanuel Thomas. Charpentiers Gastfreundschaft und seine Vielseitigkeit als Geologe, Glaziologe, Zoologe und Botaniker erhoben die «Villa Solitaire» zum Absteigeplatz vieler Naturforscher, mit denen ihn ein reicher Briefwechsel in französischer und deutscher Sprache verband. Seine schenkende Begeisterungskraft und sein beobachtungsmächtiges Buch über die Gletscher brachen der Eiszeitlehre in der Wissenschaft Bahn.

Die *Universitätsbibliothek Basel* bewahrt Briefe auf, die Charpentier an Vater und Sohn Karl Friedrich Meissner gerichtet hat. Der Vater (1765–1825) war Professor der Naturgeschichte in Bern, der Sohn (1800–1874) Professor der Botanik in Basel. An den Vater haben sich 19 Briefe aus den Jahren 1816 bis 1822 erhalten, an den Sohn 4 aus den Jahren 1846 bis 1849. (Die zuletzt eingereihten Briefe ohne Jahrzahl wurden 1818 und 1847 geschrieben.)

Mit Vater Meissner tauschte Charpentier Schnecken; er schickte ihm trockene Pflanzen, Versteinerungen und Mineralien, äusserte sich über Fachwerke und schickte Grüsse an Wyttenbach, Tscharner, Trechsel, Vater und Sohn Samuel und Bernhard Studer. Für Meissners «Naturhistorischen Anzeiger» zeichnete er eine Karte der Lagerungsverhältnisse des Gipses der Gegend von Bex. Er lässt den Mechaniker Ulrich Schenk mahnen, ihm ein Markscheideinstrument und später einen Spiegelsextanten zu schicken. Wir erfahren von Arbeiten für das Bergwerk, von Aufträgen zu Gutachten im Jura und Wallis. Der 19jährige Sohn Meissner hält sich in Devens auf, widmet sich aber der Schmetterlingsjagd und übersieht Pflanzen und Steine. 1821 enthält Charpentiers Schneckensammlung 293 Spezies und 766 Abarten; das Herbar zählt 4000 Pflanzen. Im «Schneckenseminar» kriechen lebende Vertreter. Auch Herr und Frau Thomas helfen ihm sammeln. 1822 reist er mit Ingenieur Venetz über Bern, Thun, Brienz, Meiringen und die Grimsel ins Binntal. – Ein Brief an den jüngern Meissner meldet 1846 den Tod der Schwester Caroline, die Charpentier und seine Tochter Erneste seit dem Tode seiner Gattin betreut hatte. 1848 litt Charpentier an Rheumatismus auf der Brust und im Unterleibe und an Wassersucht im linken Unterschenkel. Thomas kommt jeden Abend zu ihm. Peter Merian hilft Venetz aus einer Geldverlegenheit. Von den Schnecken ist Charpentier «toller besessen als je».

Die *Burgerbibliothek Bern* enthält mehr Charpentier-Briefe. 1. Der Nachlass Bernhard Studers bietet 20 Briefe von 1825 bis 1854. Ausserdem ist ein Brief von 1822 an den Vater Samuel Studer vorhanden. 2. Im Nachlass Adolf von Morlots liegen 23 französische Briefe von 1844 bis 1855. Dieser Geologe hat ferner eine Zuschrift der Schwester Caroline und die Anzeige von Charpentiers Tode aufgehoben. 3. Die «Collection d'autographes de géologues et de quelques autres savans» weist zwei französische Schreiben Charpentiers von 1833 und 1838 auf, nämlich die Auskunft über den Arzt Grateloup in Bordeaux und die Meldung über eine Kiste, die der Zoologe Valenciennes von Paris über Bex an den Geologen Jules Thurmann in Pruntrut schicken wollte, an den wie dieser zweite ebenfalls der erste Brief gerichtet ist. 4. Die Autographensamm-

lung Rudolf Wolf enthält Schreiben Charpentiers in den Bänden 1, 2, 7 und 11. Band 1 und 2 bergen zwei wertvolle Briefe an Bernhard Studer von 1840, Band 7 ein Brieffragment an Rudolf Wolf, Band 11 zwei Briefe von 1848 und 1850 an einen Zürcher Mineralogen (vielleicht David Friedrich Wiser) mit Grüssen an die Freunde Arnold Escher von der Linth, Albert Mousson, Ferdinand Keller, Heinrich Rudolf Schinz und Oswald Heer. Schliesslich umfasst dieser Band einen Zettel Charpentiers an Hans Conrad Escher von der Linth.

Charpentier schickte Bernhard Studer am 10. Februar 1840 eine Schweizer Karte Heinrich Kellers, auf der er die Grenzen der Rhonegletscherbedeckung bis Solothurn eingetragen habe. Er bat ihn um bestimmte Ergänzungen und berichtete von seiner Entdeckung eines Riesenfindlings bei Devens. Zwei Wochen später gibt er Studer Auskunft, dass ein Bauer Perotin aus Lourtier ihm 1815 zum erstenmal behauptet habe, einst sei das Bagnestal bis Martigny von einem Gletscher bedeckt gewesen. 1834, als er mit seinem ersten Vortrag an die Jahresversammlung der Naturforscher nach Luzern gewandert sei, habe ein Bauer aus Meiringen ihm unaufgefordert erklärt, die Granitblöcke am Brünigweg habe der Gletscher von der Grimsel gebracht. – Dem Astronomen Rudolf Wolf berichtete er 1851, dass er aus der Tiefe eines offenen Schachtes trotz vieler Bemühung tagsüber nie einen Stern erblickt habe. – Der eine Brief nach Zürich fragt nach dem Namen eines Minerals vom Aostatal; der andere berichtet von einer im September 1850 mit Venetz unternommenen Reise nach München (über Zürich–Frauenfeld–Konstanz–Ulm und zurück über Esslingen–Stuttgart–Heidelberg–Strassburg–Mülhausen–Basel–Neuenburg). Im November habe er Rumisberg ob Wiedlisbach besucht, wo die Berner nutzlose Salzbohrversuche anstellten. – Charpentiers Briefe sind von Herzenswärme durchströmt und mit Humor gewürzt.

13. Sektion für Geographie und Kartographie

Sitzung des Verbandes Schweizerischer Geographischer Gesellschaften

Samstag, 28. September 1968

Präsident: Dr. phil. W. KUHN (Bern)
Sekretär: Dr. E. SCHWABE (Muri BE)

1. D. BARSCH – *Orientierung über den Stand der Arbeiten an der geomorphologischen Karte* 1 : 500000 *im Atlas der Schweiz*

2. E. BUGMANN (Oberdorf SO) – *Ein aktuomorphologischer Gesichtspunkt zum Klusenproblem*

Im schweizerischen Jura werden nach LINIGER (1953) drei Arten von Klusen unterschieden:

1. Die tektonisch bedingten Klusen des westlichen Hochjuras
2. die in der Achse von pontischen Entwässerungsrinnen entstandenen epigenetischen (mit Bezug auf die Faltung antezedenten) Klusen des Berner Juras
3. die postpontisch erosiv angelegten (mit Bezug auf die Faltung subsequenten) Randklusen.

Für eine erosive Anlage der Klusen und Halbklusen am Jurasüdrand steht die Zeitspanne vom Pliozän durch die Eiszeiten bis zur Jetztzeit zur Verfügung. Fluviale und denudative Vorgänge der Prä- und Postglazialzeit reichen wohl kaum aus zur Erklärung der herausgeschafften Volumina.

Die im Jura wirkenden eiszeitlichen Abtragungsvorgänge lassen sich mit dem aktuellen Geschehen in der *arktischen periglazialen Zone* vergleichen. Der Vortragende hat als Teilnehmer der dänischen Lauge-Koch-Expedition 1957 im Gebiet der Küste Ostgrönlands zwischen 70 und 73° NB im Raum der sedimentären unvergletscherten Küstenzone und insbesondere auf der östlich des Kong-Oscars-Fjords liegenden Traill-Insel *solifluidale Hangnischen* beobachtet, in denen vom Frühsommer bis in den Sommer beträchtliche Schuttmassen ausgeräumt werden.

Am SW-Abfall der Svinhufvudsbjaerge waren in den ersten Augusttagen 1957 am Fusse von Ausräumungsnischen *Altschneeschichten* zu beobachten. Bei 72°23′ NB/23°24′ WL lag ein ganzer *Strom von ausgebrochenem Frostschutt* auf teilweise mindestens vorjährigem, basal verfirntem und zu Eis gewordenem Altschnee. Auffällig war die Häufung der Ausräumungsnischen im Bereich von *tektonischen Störungen* der anstehenden von Basaltgängen durchzogenen Trias-Sedimente.

In 72° 23½′ NB/23° 28′ WL wurde zu Füssen eines grossen *Ausbruchkessels* ein mit Hunderten von *Schuttpyramiden* bedeckter *Solifluktions-*

gletscher untersucht, der sich aus 150 m Meereshöhe über eine Horizontaldistanz von rund 1000 m bis zum Fjord hinunterzog. An der *Gletscherstirne* war das 60 cm mächtige Eis mit 120 cm Schnee bedeckt; auf dem Schnee lag eine 30 bis 50 cm dicke *Schuttschicht*, aus der noch *kompakte Pakete* von ausgebrochenen Triasschichten herausragten.

Sowohl die Eisbasis als auch die beiden oberen Schichtgrenzen waren *schmelzwasserführende* und damit *Gleitbewegungen* gestattende Horizonte. Während der kurzen Beobachtungszeit (4.–9. August) liessen sich keine messbaren Gleitbeträge nachweisen. Sehr eindrücklich war das stetig in *Minutenintervallen erfolgende Niederbrechen von Schuttpaketen* des Auftaubodens über der durchfeuchteten Permafrostobergrenze in den Ausbruchskessel.

Der am Kong-Oscars-Fjord beobachtete Abtragungsmechanismus erklärt die *eiszeitlich periglaziale Entstehung und Ausräumung* der Halbklusen und Klusen am Jurasüdrand, zwangslos.

Der wegen seiner viel zu geringen Akkumulationsmasse problematische *«Bergsturz» von Bettlach* ist ein vortreffliches Abbild eines grönländischen Solifluktionsgletschers.

Das bisher als Rutschgebiet aufgefasste *Hanggebiet zwischen Günsberg und Rumisberg im Vorland der grossen Halbkluse des Balmberges* ist geradezu überstreut mit kompakt gebliebenen jurassischen Schichtkomplexen, die auf einem würmzeitlichen Solifluktionsgletscher bis weit ins Spätglazial verfrachtet worden sein dürften. Die starke Ausräumung der Balmberg-Halbklus steht offenbar im Zusammenhang mit den *tektonischen Störungen* des Faltengewölbes.

Auch die *Klus von Balsthal* ist in einer tektonisch gestörten Faltenzone angelegt. Ihre Entstehung ist mindestens teilweise auf periglaziale Ausräumung zurückzuführen.

LITERATUR

LINIGER, H.: Zur Geschichte und Geomorphologie des nordschweizerischen Juragebirges. Geogr. Helv. *4*, 1953.

3. D. BARSCH – *Die Blockgletscher als Leitform der subnivalen Höhenstufe in den Alpen*

4. B. MESSERLI, D. INDERMÜHLE (Bern) – *Erste Ergebnisse einer Tibesti-Expedition* 1968

Wenige Wochen nach der Rückkehr von einem halbjährigen Forschungsaufenthalt im Tibesti-Gebirge, für den wir Prof. HÖVERMANN und der Freien Universität Berlin sowie dem Schweizerischen Nationalfonds zu grossem Dank verpflichtet sind, können wir erst einige provisorische Überlegungen und Resultate vorlegen. Auf die Darstellung kulturgeographischer Zusammenhänge müssen wir verzichten, wir beschränken uns auf einige ausgewählte Ergebnisse aus den folgenden zwei Problemkreisen:

1. *Klimaverhältnisse und Formungsprozesse der Gegenwart*

1.1 Klimaverhältnisse: Beim Tagesgang der Lufttemperatur ist mit der Höhe eine starke Abnahme der Tagesamplitude festzustellen (Bardai, 1020 m ü. M., 16.4.1968: Min. 17,8 °C, Max. 40,2 °C; Mouskorbé, 3000 m ü. M., 4.5.1968: Min. 8,6 °C, Max. 19,5 °C). Das gleiche gilt für die Bodenoberflächentemperaturen (Bardai, 16.4.1968: Min. 17,6 °C, Max. 68,5 °C; Mouskorbé, 4.5.1968, Min. 5,2 °C, Max. 45,8 °C).

Die zehnjährigen Niederschlagswerte aus Bardai zeigen die Tendenz einer Bevorzugung der Sommermonate. Am Emi Koussi beobachteten wir einen Gewitterregen von etwa 10 mm, was zu oberflächlichem Abfluss führte. Wahrscheinlich sind solche Niederschläge auch verantwortlich für viele morphologische Formen, etwa für die girlandenförmige Sortierung der Feinkies- und Sandfraktionen auf schwachgeneigten Flächen. Schnee fällt nach Aussagen einiger Tubus episodisch auf den höchsten Gipfeln. Genannt wurden die Winter 1956/57 und 1962/63 mit Schneefall auf dem Tarso Yega und auf dem Toussidé, wo er in schattigen Lagen mehrere Tage überdauert haben soll. Nach Aussagen der Nomaden ist der Winter niederschlagsarm, aber von Tau und Reif gekennzeichnet, «la petite neige qui dort sur les cailloux». Ob diese geringe winterliche Feuchtigkeit mit den im Winter gemessenen Minustemperaturen genügt, um solifluidale Prozesse in Gang zu bringen, ist eine Frage, die noch offen ist.

1.2 Formungsprozesse: Die Auffassung, dass das Tibesti als typisches Wüstengebirge der Sahara oberhalb 2000 m durch rezente Periglazialbildungen geprägt ist, scheint uns nicht gesichert. Mikroklimatische Messungen und zahlreiche Beobachtungen im Hochgebirge weisen eher auf die Dominanz der flächenhaften periodischen und episodischen Spülvorgänge hin. Der Begriff Periglazialstufe stützt sich auf die Frostwechselwirkung. Diese kann aber innerhalb eines bestimmten Trockenraumes ihre Wirksamkeit verlieren.

Der gegenwärtigen winterlichen Niederschlagsarmut stehen einzelne heftige Sommerregen gegenüber, deren auffallende Wirksamkeit und vertikale Differenzierung die heutige Oberflächenformung kennzeichnen und dominieren. Es lassen sich unterscheiden: Gipfelregion bis etwa obere Baumgrenze (2000–2400 m): dominant flächenhafte Prozesse (Spülflächen, Hangprofile, Pedimentansätze usw.) – Obere Baumgrenze bis etwa 1000 m Höhe: dominant lineare Prozesse (Spülrinnen, Schluchten usw.) – Unterhalb 1200 m: Übergang zu Treib- und Sandschwemmebenen (Arbeitsberichte, Berlin 1967).

In den obersten Stockwerken der Wüstengebirge ist die Herausarbeitung einzelner Formentypen besonders schwierig, weil durch die höhenbedingte Frost- und Niederschlagszunahme nördliche und südliche Formelemente über den Trockengürtel hinwegreichen und nach unten mit wüstenhaften Prozessen in Wechselbeziehung treten. Dazu kommt die Überlagerung und Überarbeitung durch einen zeitlich raschen Klima- und Formenwandel.

2. *Klimaverhältnisse und Formungsprozesse der jüngsten Vergangenheit*

2.1 Klimaverhältnisse: Einige unserer Messungen geben Hinweise für die Beurteilung eines kaltzeitlichen Klimageschehens.

a) Der Einfluss von Niederschlägen auf den Verlauf der Bodentemperaturen wurde auf einem Versuchsfeld mit künstlicher Berieselung (10 mm) untersucht. Innert einer Viertelstunde fiel die Oberflächentemperatur um 32 °C. Die Temperaturen bis 20 cm Bodentiefe zeigten deutliche Senkungen gegenüber dem Temperaturverlauf im Kontrollversuch.

b) Ein beschattetes Versuchsfeld wies am Mittag eine um 38 °C niedrigere Oberflächentemperatur auf als das besonnte Kontrollfeld.

Diese beiden Versuche erhielten ihre klimatologische Bestätigung bei der einmaligen Wetterlage vom 26.5.1968, als es bei dichter Bewölkung und leichtem Nieselregen am Mittag so kalt war, dass am Landrover die Heizung eingeschaltet werden musste.

c) Strahlungsmessungen am 15.6.1968 auf dem Emi Koussi zeigten, dass die Nordexposition gegenüber einem Südhang deutlich bevorzugt ist. Das gleiche Ergebnis lieferte eine am 13.5.1968 auf dem Mouskorbé durchgeführte Bodentemperaturmessung in vier um 30° geneigten Böschungen (N-, S-, W- und E-Exposition). Die mittägliche Oberflächentemperatur des Nordhangs war um 6 °C höher als die des Südhangs.

Damit ist ein Hinweis gegeben auf das kaltzeitliche Überdauern von Schnee und Eis, für das im Tibesti ganz andere Bedingungen gegeben sind als in den N-Expositionen unserer Alpen, wahrscheinlich aber auch schon andere Bedingungen als im nördlicher gelegenen Hoggar.

2.2 Formungsprozesse: In Hochlagen fällt eine gleichmässige, eingeregelte Schuttdecke auf, die in Hangprofilen und Beckenfüllungen Mächtigkeiten von einigen Metern erreichen kann und die Oberflächenformung ganz entscheidend beeinflusst hat. Rezente Vorgänge zeigen einen ganz andern Ablauf, so dass wir dazu neigen, diese Deponien als Kennzeichen einer bedeutenden Frostverwitterung und solifluidalen Hangbewegung zu betrachten.

Im nördlichsten höchsten Gipfelbereich des Mouskorbé (3376 m) treten Erosions- und Akkumulationsformen auf, die eine vorzeitliche Schneewirkung vermuten lassen (Hoggar, vgl. ROGNON, 1967). Solche Nivationsformen fehlen auf gleicher Höhe und in gleicher Lage im südlichsten Gebirgsraum des Emi Koussi (3415 m). Gesamthaft gesehen zeichnet sich der interessante Sachverhalt ab, dass die rezenten Höhenstufen eher horizontal, die kaltzeitlichen dagegen von Nord nach Süd stark ansteigend verlaufen. Das könnte auf grundlegende Unterschiede in der Zirkulation hinweisen.

Sollten uns einige der vorgesehenen Altersbestimmungen, vor allem aus Sedimenten hochgelegener alter Seebecken, gelingen, so könnte die Abfolge des Klima- und Formenwandels wie auch der jüngeren Seen- und Vegetationsperioden absolut datiert in einen grösseren Zusammenhang eingeordnet werden.

LITERATUR

Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. Berl. Geogr. Abh. 1967.

ROGNON, P.: Le massif de l'Atakor et ses bordures. Centre national de la recherche scientifique, Paris 1967.

Service météorologique du Tchad, Fort-Lamy.

TURNER, H.: Die globale Hangbestrahlung als Standortsfaktor bei Aufforstungen in der subalpinen Stufe. Mitt. schweiz. Anst. forstl. Vers.-wes., 1966.

5. M. E. PERRET (Stevens Point, Wisconsin, USA) – *Les Sports d'hiver dans le Wisconsin*

L'Etat du Wisconsin a une superficie de près de quatre fois la Suisse, mais sa population n'est que de quatre millions et demi d'habitants dont près d'un million vivent à Milwaukee; la capitale, Madison, n'en compte que 160000. Le climat est tempéré, humide, variable, très continental: en janvier la température moyenne oscille entre -7 et -13 °C. La quantité annuelle de neige varie entre 24 cm dans le Sud et plus de 2 m dans le Nord; dans la plus grande partie du pays, la neige reste au sol pendant plus de 3 mois. Ainsi les conditions sont excellentes pour les sports d'hiver. Comme l'Etat est dans une pénéplaine et qu'il n'y a que 400 m de différence entre le point le plus bas et le point le plus élevé, l'on s'attendrait à ce que ce soient le traîneau, le ski de fond, le patinage qui soient les sports principaux, mais ce n'est pas le cas, car les collines d'origine morainique, les monadnocks et les vallées creusées par les affluents du Mississippi offrent un certain nombre de pentes variées qui sans être longues sont cependant favorables pour le ski de descente, le principal sport d'hiver.

Le premier usage de skis dans le Wisconsin remonte à 1841. Des paysans d'origine norvégienne mirent des planches à leur pied pour aller faire des achats à la ville voisine. Mais le ski n'est devenu que très récemment un sport populaire en dehors des milieux scandinaves. Il est probable que son succès est dû en grande partie à la télévision qui aime montrer les concours de ski, non seulement dans les Montagnes Rocheuses et la Sierra Nevada, mais aussi en Europe. Le ski de descente est pratiqué dans des «resorts», soit des stations de sports, mais différentes de celles de Suisse. Il s'agit de zones aménagées spécialement pour le ski, avec des pistes, des remonte-pentes, des locaux pour se réchauffer et souvent aussi des bars et restaurants, plus rarement avec un hôtel. Le «resort» a aussi une équipe pour entretenir les pistes et souvent le matériel nécessaire pour fabriquer de la neige artificielle. Les «resorts» appartiennent soit à des particuliers, soit à des groupements sportifs, des sociétés anonymes ou des municipalités. Pendant l'hiver 1967/68, il y avait 55 «resorts» dans le Wisconsin. 18 d'entre eux seulement étaient ouverts chaque jour, la plupart des autres n'accueillant les skieurs que pour le week-end. Un certain nombre sont en outre ouverts certains soirs avec des pistes éclairées. Le ski est un sport relativement coûteux car l'accès des pistes est payant, le prix en est de 2–6 dollars par jour suivant les jours et l'importance

des stations. Beaucoup de skieurs, en particulier de Chicago ou d'autres villes lointaines, viennent pour le week-end et séjournent dans un hôtel ou motel voisin. Il n'y a que quelques stations dotées d'un hôtel où l'on vienne pour un séjour prolongé.

Le second sport en importance est le «snowmobile», l'automobile pour la neige, le bob à moteur. Le pays s'y prête tout particulièrement. Inventé en 1925, le «snowmobile» n'a la vogue que depuis 2 ou 3 ans. L'hiver dernier on comptait 41 000 machines dans le Wisconsin, sur les 320 000 aux Etats-Unis et à leur intention on a aménagé dans l'Etat 89 pistes d'une longueur totale de 2400 km. Sur les 23 grandes fabriques de «snowmobiles» des Etats-Unis, 5 sont dans le Wisconsin; le prix des machines va de 700–1400 dollars.

Les nombreux lacs et les rivières du Wisconsin sont tous gelés en hiver et offrent ainsi beaucoup de possibilités pour le patinage. En outre, la plupart des villes ont des patinoires, mais le patinage est un sport d'intérêt local, comme les autres sports d'hiver, le tobogan, le curling et le hockey sur glace pratiqués dans des halles et même la pêche pratiquée par des trous dans la glace des lacs et rivières.

Les sports d'hiver sont donc variés, mais seuls le ski et le «snowmobile» sont importants. Tous deux jouent un rôle qui n'est pas négligeable dans l'économie du pays et il est probable qu'ils continueront à se développer.

6. W. KÜNDIG-STEINER (Zürich) – *Über jüngste kulturlandschaftliche Veränderungen in einzelnen Regionen Rumäniens*

An Hand von 30 Farbdias wurde versucht, typische Züge in der Veränderung der Kulturlandschaft im Raume zwischen den Südkarpaten und der Schwarzmeerküste zu entwerfen.

Diese besonders bei einem Vergleich zu den dreissiger Jahren sehr deutlich sichtbar gewordenen Veränderungen im Landschaftsbild sind grösstenteils auf die seit 1948 eingetretenen tiefgreifenden politischen Umgestaltungen zurückzuführen. Das herrschende System, das keinen Privatbesitz erlaubt und die wirtschaftliche Entwicklung von Staats wegen dirigiert, beeinflusste besonders im Laufe des letzten Jahrzehntes die Kulturlandschaft in aussergewöhnlichem Masse. Wer wie der Referent vor drei Jahrzehnten Rumänien zum letzten Male bereiste, kennt sich kaum noch aus; die Vergleichsmöglichkeiten setzen ihn jedoch in die Lage, aus der heutigen Landschaft Grösse und Grad der verändernden Kräfte zu erkennen.

Das veränderte Landschaftsbild bzw. die strukturell umgestaltete Landschaft ist wie folgt erklärbar:

a) durch den Ausbau und die Verbesserung der Verkehrswege, insbesondere der Hauptstrassen und Brücken; b) durch die Motorisierung und Mechanisierung der Landwirtschaft im allgemeinen und des Ackerbaues im besonderen; c) durch den totalen Zusammenschluss fast aller Dorfschaften zu Wirtschaftseinheiten, sehr erleichtert dadurch, dass auch bisher keine Einzelhofregionen existierten; d) durch die Einführung mo-

derner Arbeits-, Dünge- und Saatzuchtmethoden in allen Agrargenossenschaften; e) durch einen wissenschaftlich betreuten Obst-, Wein- und Gartenbau (besonders in der Dobrudscha und am Südfuss der Karpaten); f) durch eine stark verbesserte Futterwirtschaft in Verbindung mit einer zootechnisch modernen Viehwirtschaft, insbesondere auf den Staatsgütern (in einem Falle werden 4800 Milchkühe von nur 150 Angestellten betreut!); g) durch die industrielle Verarbeitung und Konservierung aller anfallenden landwirtschaftlichen Produkte; h) durch eine stark vorangetriebene Bewässerungswirtschaft durch Beizug von Grund- und Donauwasser; i) durch die Inkulturnahme der Donaubalta und des Donaudeltas (als Getreideland wie auch zur industriellen Nutzung des Schilfrohrbestandes, was sichtlich eine Störung des biologischen Gleichgewichtes bewirkte); k) durch Aufforstungen überall dort, wo die Bodenerosion seit vielen Jahrzehnten existierte und auch Anpflanzungen von Reben zurzeit erfolglos erscheinen.

Die Wandlungen in der Siedlungslandschaft sind in der Folge sehr deutlich. Sie manifestieren sich in einer Neuformung des immer noch scharf begrenzten, geschlossenen Bauerndorfes (mit früher wirtschaftlich sehr ungleich starken Einzelhöfen) in eine Art «Schlafsiedlung» für die bäuerliche Arbeiterschaft der dörfischen Cooperative. Die Gehöftestruktur ist verändert; der hofeigene Dreschplatz ist verschwunden, Mais- und Getreidespeicher, auch Anbauten für Werkgeräte werden wüstgelegt, an Stelle der einst charakteristischen Strohmieten erscheinen Rebgärten, das Stroh- und Binsendach macht einem Hartbelag Platz, der oft eine Radio- oder gar Fernsehantenne trägt. Anderseits ist nun jedes zu einem Grossbetrieb zusammengelegte Dorf von einer neuen Aussensiedelung begleitet, die sich meist nur lose an den Dorfbann anschliesst und moderne Wirtschaftsgebäude für die industrialisierte Landwirtschaft enthält.

Mehr noch als das Dorf ist die bäuerliche Kleinstadt umgeformt worden, vorab in ihrem zentralen Quartier (Beispiel Babadag); dasselbe gilt auch für kleine Hafenstädte (Beispiel Tulcea). Alle Aussenquartiere von Mittelstädten mit beachtlichem Marktplatz sind neu gestaltet. Ausserordentlich ist die starke horizontale Ausweitung der Hauptstadt Bukarest an ihrer gesamten Peripherie, wogegen sich die Innenstadt im Laufe der letzten zwei Jahrzehnte relativ wenig veränderte.

Unzählige kulturlandschaftliche Veränderungen sind von der nun auch im nichtstädtischen Raum angebahnten Elektrifizierung zu erwarten, auch von einem sich langsam entwickelnden Automobilismus. Nur die Eisenbahnstrecke über den Predealpass (Bukarest–Brasov) ist elektrifiziert, denn es eilt nicht, die wirtschaftlich vorteilhaften Diesellokomotiven auszuschalten. Die multilateral konzipierte, künftig stark zur Kunststoffindustrie neigende Gesamtindustrialisierung Rumäniens wird teilweise den Südrand der Karpaten bevorzugen und so das Zentrum Bukarest entlasten. Ein Hauptziel der Wirtschaftsführer geht dahin, eine vielseitige Exportindustrie zu schaffen, die vor allem den sogenannten Entwicklungsländern zugute kommen kann. Dass die Veränderungen noch keineswegs abgeschlossen sein werden, dafür sorgt auch künftig ein recht konkurrenz-

fähiger Fremdenverkehr, der neben der Schwarzmeerküste (Mamaia und Umgebung besitzt heute 22000 Betten!) auch in den Karpaten und in Transylvanien verstärkt Fuss fassen soll (viele aussergewöhnlich wirksame Thermalbäder vermöchten ihn stark auszuweiten).

7. K. AERNI (Münchenbuchsee) – *Die Dezentralisation der Mittelschulen am Beispiel der deutschbernischen Seminarien*

1. *Problem*

Die starke Bevölkerungszunahme und die zahlreichen Abwanderungen aus dem Primarschuldienst erfordern im deutschbernischen Teil des Kantons Bern bis 1971 die Schaffung von neuen Ausbildungsmöglichkeiten für 3 Reihen Seminaristen und 3–4 Reihen Seminaristinnen. Gesucht waren die günstigsten Standorte der zu eröffnenden Seminarien sowie ein Ersatzstandort für das Oberseminar Bern.

2. *Methode*

Um mögliche Einzugsgebiete neuer Seminarien ausserhalb der bestehenden Verteilung auffinden zu können, wurden die in den Jahren 1957 bis 1966 in die deutschbernischen Seminarien aufgenommenen Seminaristinnen und Seminaristen nach Gemeinden, Amtsbezirken, Agglomerationen und Pendlerregionen kartiert oder tabellarisch zusammengestellt. Innerhalb der Stadt Bern erwies sich eine Untersuchung der Schulwegverhältnisse vom Wohnort der Schüler zum bestehenden Oberseminar in der Muesmattstrasse und zu den möglichen neuen Standorten bei Köniz (Landorf und Morillongut) als notwendig.

3. *Ergebnisse*

3.1 *Ergebnisse allgemeiner Art*

a) Die Schwerpunkte der Rekrutierung entsprechen den demographischen Schwerpunkten.

b) Viele Gemeinden treten in der Lehrerbildung nur auf der Verbraucherseite auf und haben seit Jahren keinen Nachwuchs an Lehrkräften geliefert. Er fehlt besonders aus den Berggebieten des östlichen Oberlandes und den stark mechanisierten Agrargebieten des Flachlandes.

c) Die Dezentralisation der Lehrerinnenausbildung durch die Eröffnung von Seminarien in Langenthal und Biel in den Jahren 1962/63 war in bezug auf die Erhöhung der Rekrutierung sehr erfolgreich. Vom ersten zum zweiten Jahrfünft der Untersuchung stieg die Zahl der Seminaristinnen im kantonalen Mittel um 100%, im Amt Laufen dagegen um 1000%, in Büren um 800%, in Wangen um 480%, in Biel um 300%, in Aarwangen um 270% und in Erlach um 150%.

Anders verlief die Entwicklung der Rekrutierung bei den Seminaristen, deren Ausbildungsmöglichkeiten zu sieben Achtel im Raum Bern konzentriert blieben. Im kantonalen Mittel stieg bei ihnen die Zahl der Aufgenommenen um 50%. In den peripheren Bezirken Oberhasli, Saanen,

Schwarzenburg, Erlach, Büren und Laufental ging die Zahl der Seminaristen nicht nur relativ, sondern absolut zurück.

3.2 *Ergebnisse im Hinblick auf neue Seminarstandorte*

a) Es besteht ein offensichtliches Missverhältnis zwischen den Ausbildungsmöglichkeiten der einzelnen Pendlerregionen und deren Rekrutierungsbeständen.

b) Da die Lehrerinnenseminarien nicht als Internate geführt werden, sind die Mädchen stärker als die Knaben auf gute Verkehrsverhältnisse zwischen Wohnort und Schulort angewiesen.

c) Die bernischen Seminarien sind den Gymnasien gegenüber durch deren ausgeprägte Dezentralisation benachteiligt.

d) Innerhalb der Stadt Bern liegt der Standort Landorf gegenüber dem bisherigen Seminarstandort Muesmattstrasse und dem möglichen Standort Morillongut eine halbe Stunde weiter vom Hauptbahnhof entfernt.

3.3 *Ergebnisse im Hinblick auf die Seminarstruktur*

a) Die Rekrutierungsentwicklung innerhalb der Region Bern zeigt, dass das mit Internat geführte evangelische Seminar Muristalden von den Seminaristen gegenüber dem in Bern externe Klassen führenden Staatsseminar Hofwil-Bern bevorzugt wird.

b) Die wirksamste Form der Dezentralisation besteht in der Eröffnung zweireihiger Seminarien, die je eine Reihe Seminaristen und Seminaristinnen umfassen.

4. *Vorschläge zum Ausbau der deutschbernischen Seminarien*

a) Ausbildung einer Reihe Seminaristen am Lehrerinnenseminar Biel, Eröffnung eines zweireihigen Lehrerseminars in Thun, dazu Reorganisation des bestehenden Seminars Hofwil-Bern in zwei zweireihige Seminarien in Hofwil und Bern.

b) Eröffnung eines zweireihigen Lehrerinnenseminars in Burgdorf, Ausbildung einer Reihe Seminaristinnen am Staatsseminar in Bern.

c) Der Standort Morillongut ist gesamthaft betrachtet dem Standort Landorf vorzuziehen.

LITERATUR

AERNI, K.: Untersuchung über die Rekrutierung der deutschbernischen Primarschullehrkräfte von 1957–1966. Vorschläge zur Vermehrung der Ausbildungsmöglichkeiten. Schriftenreihe der Erziehungsdirektion des Kantons Bern, Nr. 1, Bern 1968.

14. Sektion für Logik und Philosophie der Wissenschaften

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Logik und Philosophie der Wissenschaften

Samstag, 28. September 1968

Präsident: Prof. Dr. E. J. WALTER (Zürich/St. Gallen)
Sekretär: H. IKLÉ (Stäfa)

1. J. FLECKENSTEIN (Basel) – *Die Philosophia naturalis von Leibniz*

2. ANTOINETTE VIRIEUX-REYMOND (Pully) – *La classification des sciences et ses problèmes*

Les problèmes que soulève la classification des sciences sont d'une grande actualité, puisque, selon la manière dont on définira et dont on classera les sciences, on les répartira différemment entre les facultés existantes ou même, si l'on considère que les sciences-carrefours sont trop sacrifiées dans l'enseignement actuel, on créera des départements pour les héberger, qui pourront être affiliés à deux ou trois facultés...

Par exemple, selon que l'on considérera que l'on peut ou que l'on ne peut pas appliquer en psychologie les mêmes méthodes que dans les sciences positives, on lui fera une place à la Faculté des lettres ou à celle des sciences ou encore dans les deux facultés pour autoriser les deux points de vue différents à se faire entendre.

Quant aux sciences-carrefours, ou bien elles ne sont pas enseignées du tout, ou bien elles ne font l'objet que d'enseignements libres; il n'y a guère, dans les universités européennes, de chaires complètes d'histoire générale des sciences, moins parce que l'on sous-estime sa valeur formatrice pour l'étudiant que parce qu'elle fait le pont entre une discipline littéraire, l'histoire et les nombreuses disciplines scientifiques dont elle recherche le passé: faisant le pont entre deux facultés, la plupart du temps, elle ne parvient pas à les intéresser à son destin!

De même, pendant longtemps, l'optique, conçue comme *science de la vision*, ne fut plus enseignée par personne parce que l'objet de son étude était écartelé entre trois disciplines: la *physique* dont fait partie l'optique géométrique, la *biologie* qui doit étudier les conditions physiologiques de la vision, la *psychologie* qui en découvre les conditions psychiques; ce n'est guère que depuis que le professeur RONCHI de l'Université de Florence a reconstitué l'optique comme science de la vision (à la suite d'ailleurs de travaux d'histoire des sciences) que d'autres chercheurs ont suivi son exemple [1].

Bien que le problème de la classification des sciences soit d'origine assez récente, dans toute l'ampleur qu'on lui accorde, depuis le XVIIIe siècle, on trouve déjà, chez PLATON, une classification des sciences d'après

leur vertu formatrice pour les futurs gardiens de la cité (République VII, 521 sq., Lois VII, 809). La classification d'ARISTOTE reconnaît trois types de sciences: les sciences *théorétiques*, *poétiques* et *pratiques*. Une science théorétique est une science contemplative qui aboutit à l'intuition ou vision directe du vrai. Il y a quatre sciences théorétiques: la mathématique, la physique ou science du corps en mouvement, la théologie et la science des principes premiers qu'est la philosophie. Les sciences poétiques créent une œuvre étrangère à l'agent, par exemple, la statue, le tableau ou la tragédie; les sciences pratiques poursuivent une œuvre immanente à l'agent: la politique, la science militaire, l'économique, la rhétorique (Ethique à Nicomaque I, II et III). Le dernier groupe de cette classification recouvre en partie ce que nous appelons sciences humaines aujourd'hui. Pour ARISTOTE, il n'y a pas de communication entre les sciences et c'est pourquoi nous ne pouvons pas garder sa classification aujourd'hui que nous constatons l'interpénétration fréquente des sciences les unes dans les autres; par ailleurs on ne peut pas séparer radicalement les sciences théorétiques des sciences poétiques, toute science théorétique faisant appel à la création: invention des hypothèses, des axiomes: EINSTEIN n'écrivait-il pas que les axiomes sont «des créations libres de l'esprit humain»? [2].

Avant d'aborder le problème même de la classification des sciences, il faudrait définir ce qu'est une science. A ce propos, j'ai reçu une lettre fort intéressante de Mlle AEBI dont j'extrais, avec sa permission, les lignes suivantes: «...En allemand, le terme ‹Wissenschaft› a une portée beaucoup plus large que ‹science› en français. On désigne aussi bien les sciences descriptives comme la linguistique, la grammaire systématique des langues ou l'économie politique descriptive (‹typologie des systèmes économiques›, etc.) que les disciplines historiques, et, d'autre part, les disciplines pratiques ou appliquées, donc les techniques, les disciplines d'éthique pratique, comme la médecine, la pédagogie ou la politique... De même, presque tous les philosophes désignent les disciplines philosophiques comme ‹sciences› mais il faudrait parler de ‹sciences générales› ou ‹sciences de fondement› (ARISTOTE – *πρώτη φιλοσοφία*) par opposition aux sciences spéciales qui, d'après ARISTOTE, découpent une partie de l'étant, en le traitant séparément comme la physique traite ‹de ce qui est capable de mouvement›.»

Si l'on cherche ce qui pourrait définir toute science, c'est la recherche d'invariants que l'on systématise; les jugements qui permettent de poser ces invariants sont obtenus par une disqualification du réel dont on ne retient que les substructures quantifiables; cette définition ne recouvre cependant pas les disciplines descriptives comme la géographie physique... Elle n'est donc pas totalement satisfaisante...

Il serait intéressant de suivre dans tout sont développement l'histoire des classifications des sciences et voir quels ont été les critères de classement utilisés, mais cela nous entraînerait trop loin; nous nous contenterons de rappeler les classifications d'AUGUSTE COMTE et d'AUGUSTIN COURNOT avant d'aborder quelques classifications contemporaines.

AUGUSTE COMTE, comme chacun le sait, fait reposer sa classification sur les notions de *complexité croissante et de généralisation décroissante:*

- Science des corps bruts:
  mathématiques
  astronomie
  physique
  chimie

- Science des corps organisés:
  physiologie (qu'AUGUSTE COMTE appellera biologie à l'intérieur de son cours)
  physique sociale ou sociologie

Parmi les 720 classifications théoriquement possibles, AUGUSTE COMTE déclare que celle-ci est «seule logiquement conforme à la hiérarchie naturelle et invariable des phénomènes [3]».

Dans ce tableau, la psychologie est, volontairement, absente: pour AUGUSTE COMTE, en effet, l'introspection est impossible puisque l'observé et l'observateur seraient le même, et que l'étude des passions est impossible puisque le propre de la passion est de nous enlever le calme nécessaire à l'observation, enfin à cause de l'incapacité de notre conscience à saisir son travail lorsqu'elle est concentrée sur des occupations intellectuelles [4]. Nous savons aujourd'hui que la psychologie a un objet d'études qui lui est propre et qui ne peut être confié aux sciences biologiques et sociologiques et il semble bien que, malgré tous ses défauts, l'introspection reste la méthode privilégiée de la psychologie ne fût-ce que pour donner un sens aux comportements étudiés par la psychologie expérimentale...

Par ailleurs, AUGUSTE COMTE sépare complètement l'astronomie de l'étude des autres corps bruts: physique et chimie: puisqu'il est impossible d'amener les astres dans un laboratoire, il l'est également de connaître les substances chimiques formant les gaz qui les composent [5]; AUGUSTE COMTE n'envisage donc qu'une astronomie géométrique et une astronomie mécanique; or, aujourd'hui, la spectroscopie nous permet de connaître la constitution chimique probable des étoiles [6].

On touche là une des difficultés de toute classification des sciences: leurs progrès mêmes obligent à la remanier. Depuis la découverte de la micro-physique, peut-on continuer à affirmer que la physique est moins complexe que la biologie? A plus forte raison, si l'on est sensible à certaines remarques de RAYMOND RUYER, ne devra-t-on pas rattacher la micro-physique à la biologie ou à la psychologie? Voici le passage auquel je songe: «Partout où un être se comporte, c'est-à-dire ne se borne pas à fonctionner selon une structure donnée, il y a nécessairement conscience, c'est-à-dire improvisation de liaisons selon un thème non déjà donné dans l'espace. Ce qui fonctionne peut n'être rien en soi, peut n'être qu'un amas ou un enchaînement dont l'unité n'existe que pour les autres. Ce qui se forme ou se comporte est nécessairement un réel, un ‹pour soi›. Si l'on rejette – avec toute la physique moderne – l'idée d'un pur fonc-

tionnement de l'atome, alors par le *fait même, par définition,* on ne peut pas ne pas attribuer à l'atome le statut d'une étendue-vision analogue à une sensation auditive... » [7].

COURNOT distingue trois points de vue auxquels on peut se placer: *théorique* où l'on essaie de systématiser des vérités éternelles, *cosmologique ou historique:* l'on recherche alors un enchaînement de faits «qui se sont produits successivement les uns les autres et qu'on explique les uns par les autres, en remontant ainsi jusqu'à des faits originels qu'il faut admettre sans explication faute de connaître les faits antérieurs qui les expliqueraient» [8], et *technique ou pratique.* Ensuite COURNOT applique ce triple point de vue à cinq groupes de sciences: I. mathématiques, II. physique et cosmologique, III. biologiques, IV. noologiques et symboliques, V. sciences politiques.

Le point de vue historique qui n'intervient pas en mathématiques dont les vérités sont intemporelles intervient toujours davantage lorsqu'on passe de II à V.

A la suite du chapitre consacré à la coordination des sciences COURNOT consacre un chapitre très nuancé à étudier les caractères scientifiques de la psychologie et de son rang parmi les sciences. De ce chapitre j'aimerais détacher certaines remarques qui sont particulièrement intéressantes: il y a deux étages de faits qu'on peut qualifier de psychologiques: les uns qui sont les mêmes pour les animaux et pour nous et d'autres qui sont notre apanage: «A mesure que l'on marche vers l'étage supérieur des phénomènes de la série psychologique ou vers la psychologie exclusivement humaine, les ressources qu'on peut tirer des observations anatomiques et physiologiques vont en s'appauvrissant... » [9]. COURNOT donne ensuite l'exemple d'un homme encore jeune qui entend un discours dont le souvenir change l'orientation de sa vie: Il y a là, dit COURNOT, matière à réflexion pour un moraliste, «mais s'imaginer que tout cela puisse s'expliquer par des plissements de fibres ou des vibrations de molécules; exiger que les dispositions organiques conservent indéfiniment l'empreinte de toutes les affections qui plus tard influent sur les déterminations de l'âme par la puissance du souvenir, c'est tomber dans une de ces exagérations systématiques que la raison repousse, lors même qu'elle n'est pas en mesure d'en démontrer logiquement l'absurdité ou d'en prouver expérimentalement la fausseté» [10]. Et pourtant, il semble bien d'après les travaux des physiologues du cerveau que les souvenirs s'enregistrent dans les synapses unissant les cellules nerveuses [11]. COURNOT adresse à la psychologie introspective le même genre de reproches qu'AUGUSTE COMTE. COURNOT clôt son chapitre sur la psychologie par une remarque sur la classification des sciences qu'il a proposée: «mais nous ne perdons pas de vue que toutes nos classifications ont quelque chose d'artificiel et qu'en définitive (comme nous l'avons nous-même si souvent rappelé) toutes nos connaissances se lient, parce que toutes nos facultés s'entraident» [12].

L'étude de COURNOT sur la classification des sciences [13] se lit encore avec un réel profit mais la séparation qu'il établit entre théorie et tech-

nique est trop tranchée, du moins, pour certaines disciplines, comme la chimie, où la technique est indissociable de la théorie: le lien est devenu si étroit entre théorie et technique que l'on en est venu à parler de sciences *nouméno-techniques:* Par exemple, toute la famille des transuraniens qui figurent sur le tableau de MENDÉLÉIEF et dont l'étude fait partie de la théorie chimique n'existerait pas sans la technique des chimistes qui les a créées, noyaux compris [14].

Sous l'inspiration empiriste, on a voulu opposer des sciences déductives (mathématiques) à des sciences inductives (physique, chimie, biologie) où l'on partirait de l'observation des faits pour en induire des lois. Cette position n'est plus guère admise aujourd'hui: la plupart des épistémologues conçoivent que la véritable démarche consiste à partir de la théorie, à partir de laquelle les faits s'interprètent; s'ils sont conformes à la théorie ils la confirment, sinon ils obligent le savant à remanier sa théorie [15]. Aujourd'hui de plus en plus la démarche normale est celle qu'indiquait déjà DESCARTES: construire une théorie valable sur le plan théorique et la vérifier ensuite au contact de l'expérience: c'est ainsi qu'on a commencé à vérifier la théorie de la relativité générale après son exposé théorique par EINSTEIN [16].

MEYNARD, dans un excellent manuel, intitulé *Logique et philosophie des sciences*, propose de reconnaître comme sciences fondamentales: I. Les mathématiques, II. les sciences physico-chimiques, III. les sciences biologiques, II. et III. formant le groupe des sciences expérimentales, IV. les sciences humaines. Il donne comme commentaire les remarques suivantes:

1° On laisse de côté les techniques comme la mécanique industrielle et la médecine qui sont des applications l'une de la Physique, l'autre de la Biologie.

2° On en mentionne pas les parties d'une même science, telles l'Algèbre et la Géométrie qui s'intègrent aux Mathématiques.

3° On ne crée pas une catégorie à part pour l'Astronomie qui relève à la fois des Mathématiques et de la Physique; de même pour les autres sciences mixtes ou intermédiaires.

4° On néglige les différences à l'intérieur d'un même groupe. Ainsi l'Archéologie et la Psychologie, pour différentes qu'elles soient, font partie des Sciences humaines» [17]. A propos de cette dernière remarque, signalons que tout un groupe de psychologues pensant que leurs méthodes sont plus proches de celles des sciences positives que de celles des sciences humaines, ont demandé le rattachement de la psychologie à l'ICSU plutôt qu'à l'UNESCO. La possibilité d'une psychologie recourant aux méthodes des sciences positives soulève un certain nombre de difficultés: peut-on, grâce à ces méthodes. atteindre la connaissance de la vie intérieure sans la dépouiller de toute une partie de son être et de ce qui en fait la spécificité humaine: vie du sentiment, vie artistique, vie spirituelle, peuvent-elles être étudiées par ces méthodes? De plus, la liberté individuelle n'intervient-elle pas dans la vie psychique au point de rendre difficile sinon impossible l'établissement de lois psychiques atteignant un degré d'approximation suffisant pour qu'elle décrivent leur objet sans

trop le déformer? Jusqu'à quel point, les méthodes utilisées en laboratoire permettent-elles de tenir compte de l'intervention des valeurs qui donnent son sens à notre vie et qui structurent notre vie intérieure? Enfin une dernière difficulté surgit: Jusqu'à quel point les réactions d'un individu testé ou interrogé sont-elles les mêmes que celles qu'il aurait s'il n'était pas observé? Et jusqu'à quel point, le psychologue ne recourt-il pas à une introspection implicite lorsqu'il interprète le comportement d'un tiers: homme ou animal? Ces quelques difficultés m'amènent à citer le passage suivant de R. BLANCHÉ: «Le problème fondamental qui se pose aux sciences de la vie au sens le plus large de ce mot – biologie, psychologie, sociologie –, et dans lequel elles sont encore engagées c'est de parvenir à se forger un système propre de catégories aptes aux usages scientifiques et qui cependant soient à la fois distinctes des catégories physico-mathématiques et susceptibles de s'articuler avec elles. Des idées plus ou moins apparentées aux notions préscientifiques de fin, de norme, de valeur, de tendance, jouent ici un rôle essentiel, alors qu'elles sont dénuées de sens physique. Mieux se fait la réduction des phénomènes biologiques élémentaires à des processus physiques, mieux éclate la différence qui sépare la réalité des êtres de celle des processus physiques en lesquels on peut certes les résoudre, mais dont ils apparaissent à certains égards comme le principe plutôt que comme la résultante» [18]. Il y aurait ainsi le conflit entre deux biologies et deux psychologies, l'une qui considère comme antiscientifique la suppression des initiatives individuelles, de l'intervention des options entre les valeurs qui existent chez les êtres et l'autre qui considère légitime le transfert des méthodes des sciences physico-chimiques dans ces domaines: ce conflit semble irréductible. Selon la manière dont on le tranchera, on classera différemment les sciences biologiques, et la psychologie.

ARNOLD REYMOND s'est penché, lui-aussi, sur le problème de la classification des sciences [19]: il faut prendre comme base de la classification, la notion d'*invariance fonctionnelle* qui permet d'éviter les cloisons étanches entre les sciences.

On peut distinguer des sciences *univalentes* pour lesquelles les différentes modalités d'être qui affectent les êtres ou les faits étudiés ne présentent pas de différence de valeur: en mathématiques, par exemple, -10 n'a pas moins de dignité que $+10$ et sciences *bivalentes* pour lesquelles les différences de modalités d'être revêtent une valeur différente dont l'une doit être repoussée (morale, logique, esthétique, hygiène), des sciences *appliquées* dont «il faut renoncer à lier chacune d'elles à une science théorique particulière; car non seulement elles dépendent en fait de plusieurs disciplines mais elles renferment en proportion variable des données univalentes et bivalentes [20]» *ontologiques* (philosophie, théologie), «car ces dernières disciplines, si elles s'appuient sur l'intuition, relèvent, en tant que savoir systématiquement ordonné, de l'expérimentation et de la vérification [21]».

Seulement, ajouterais-je, la nature de cette vérification et de cette expérimentation est différente: le savant recourt à la vérification soit sur

le plan axiomatique (mathématiques, logique formelle) soit sur le plan expérimental (physique, chimie, biologie). Le philosophe ne peut pas recourir, dans sa vérification, ni au seul plan axiomatique puisque son système doit être également satisfaisant sur le plan axiologique (et ici interviennent les prises de position personnelles, bien que chaque philosophe espère que son système aura une portée universelle, puisqu'il lui paraît vrai) ni au même type d'expérimentation puisque les expériences auxquelles le philosophe fait allusion sont ce que les Anglais appellent «experience» et non «experiment»; or les «experiences» ne sont pas désubjectivables au même degré que les «experiments»; elles ne comportent pas ce caractère artificialiste qui permet à n'importe qui possède le savoir nécessaire de refaire l'expérience: par exemple, n'importe quel chimiste peut refaire l'électrolyse de l'eau alors que le *cogito* cartésien n'offre pas le même degré d'évidence pour chacun...

Il resterait à établir quelle devrait être la place de la philosophie à l'égard des sciences. Sous l'influence positiviste, on voulait considérer soit que la philosophie était dépassée et que les sciences lui avaient succédé, soit la parquer en dehors des sciences. Cependant COURNOT déjà écrivait ceci: «La philosophie a pour objet l'ordre et la raison des choses; et par conséquent l'esprit philosophique pénètre dans les sciences qui traitent des vérités abstraites ou de l'agencement du monde matériel, aussi bien que dans celles qui se réfèrent à l'homme considéré comme être intelligent et moral» [22].

Et aujourd'hui que la démarche scientifique s'est inversée dans de nombreux secteurs des sciences dites expérimentales (que l'on ferait mieux de baptiser nouméno-techniques pour souligner le primat de l'activité théorique), on procède d'abord à l'élaboration théorique et ensuite seulement à la vérification par les faits, on s'aperçoit bien de la présence de la métaphysique, plus ou moins explicités, dans la théorie scientifique. Cette interpénétration de la métaphysique est particulièrement sensible en physique dans le conflit qui opposa EINSTEIN – et aujourd'hui LOUIS DE BROGLIE et ses disciples – à l'école de Copenhague et à son indéterminisme.

Comme l'a montré très justement KOYRÉ ce qui oppose EINSTEIN à BOHR et à l'indéterminisme de la physique quantique, c'est la croyance à «la valeur absolue des lois de la nature qui sont telles – et doivent être formulées de telle sorte – qu'elles soient connaissables et vraies pour tout sujet connaissant... Là encore ce ne sont pas des préférences subjectives ou des habitudes de pensée qui s'opposent, et cela explique pourquoi aujourd'lui comme au temps de DESCARTES, un livre de physique commence par un traité philosophique [23]».

Aujourd'hui la classification des sciences est devenue de plus en plus difficile à exécuter à cause de la prolifération des sciences par spécialisation toujours plus grande et par la création de sciences-carrefours de plus en plus nombreuses. Si l'on veut diminuer le nombre des sciences spécialisées par unification, on se heurte à la difficulté rencontrée lorsqu'on a voulu unifier logique et mathématiques: unifiables jusqu'à un

certain point, elles résistent à une unification complète: Voici, par exemple, une de ces irréductibilités: En logique classique, le concept est pris comme référence absolue, en logique moderne le calcul des propositions renvoie l'absolu sur la proposition élémentaire qui peut être vraie ou fausse isolément, alors qu'en mathématiques modernes, une proposition n'est jamais vraie ou fausse isolément, elle ne prend sa valeur de vérité qu'en fonction de la théorie à laquelle elle appartient [24].

Par ailleurs, même un survol aussi rapide que le nôtre sur cette question permet de voir qu'aucune classification, même si l'on peut y trouver certaines permanences, n'est définitive: en particulier, l'esprit scientifique classe différemment les sciences lorsqu'il est convaincu que ce sont des substructures mathématiques quantifiables qui procurent les différences qualitatives (il n'y a, alors, à tout prendre qu'une seule science la mathématique structurant différemment les êtres et les événements) ou lorsque l'esprit scientifique est plus attentif aux différences qualitatives qu'il pense fondamentales: les sciences se pluralisent dans ce cas. Nous avons également vu que le progrès scientifique oblige à des changements de classification: par exemple, grâce aux progrès de la spectroscopie, on peut connaître aujourd'hui la structure chimique probable des étoiles et l'on doit mettre l'astronomie en relation non seulement avec la géométrie et la mécanique, mais encore avec la physico-chimie. Ajoutons que très souvent les travaux de classification des sciences ont, comme chez PLATON, et chez AUGUSTE COMTE, des vues pédagogiques: si l'on admet la classification des sciences d'AUGUSTE COMTE, la mathématique sera le vestibule obligatoire de toutes les autres disciplines...

BIBLIOGRAPHIE

1. RONCHI, V.: Ottica, scienza della visione. Traduction française: Optique, science de la vision. Paris, Masson 1966.
2. EINSTEIN: La géométrie et l'expérience passim. Trad. M. SOLOVINE. Gauthier-Villars et Cie, 1921.
3. COMTE, A.: Cours de philosophie positive I, p. 63, éd. 1908.
4. Ibidem, pp. 19–20.
5. COMTE, A.: Ibidem II, 19e leçon.
6. Voir, à ce propos, le chapitre consacré à l'astrophysique dans Astronomie et en particulier pp. 604–605 et pp. 628–629. Encyclopédie de la Pléiade, Paris 1962.
7. RUYER, R.: La genèse des formes vivantes, p. 65. Flammarion, Paris 1958.
8. GOURNOT: Essai sur les fondements de nos connaissances et sur les caractères de la critique philosophique, p. 509. Paris 1912.
9. Ibidem, p. 537.
10. Ibidem, p. 539.
11. Cf. DOLIVO: Conférence sur la mémoire, à paraître dans le Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles.
12. Ibidem, p. 554.
13. Un tableau synoptique de la classification des connaissances humaines se trouve dans l'ouvrage cité, pp. 510–511.
14. Cf. BACHELARD, G.: Le matérialisme rationnel, p. 106. PUF, Paris 1933.
15. Cf. CANGUILHEM: L'établissement des faits fondamentaux de la dynamique. Bulletin des professeurs de l'Enseignement public 1949.

16. TONNELAR, A.-M.: Les preuves expérimentales de la théorie de la relativité généralisée.
17. MEYNARD: Cours de logique et de philosophie des sciences, p. 82. Belin, Paris 1958.
18. BLANCHÉ, R.: La science physique et la réalité, p. 210. PUF, Paris 1946.
19. Cf. REYMOND, A.: Le problème de la classification des sciences dans Philosophie spiritualiste I, p. 338 sq., et Introduction aux problèmes philosophiques, p. 55. Publication posthume, Panorama, Bienne 1967.
20. Phil. spir. I, p. 349.
21. Ibidem, p. 350.
22. COURNOT, op. cit., p. 608.
23. KOYRÉ, A.: De l'influence des conceptions philosophiques sur l'évolution des théories scientifiques, p. 246; dans A. KOYRÉ: Etudes d'histoire de la pensée philosophique. Colin, Paris 1961. Voir également R. BLANCHÉ: Sur les rapports présents de la physique et de la philosophie. Revue Etudes philosophiques 1; 1963. Voir également Revue de métaphysique et de morale 2; 1962.
24. Cf. MEIGNE, M.: Recherches sur une Logique de la pensée créatrice en mathématiques, pp. 114–115.

3. H. LÄUCHLI (ETH Zürich) – *Unentscheidbarkeit der Prädikantenlogik*

R. W. MEYER (Zürich) – *Zum Problem der Wissenschaftstheorie bei Leibniz*
(gekürzte Fassung eines Vortrages, gehalten anlässlich der Jahresversammlung 1967 in Schaffhausen)

Es sei hier an einige Überlegungen erinnert, die LEIBNIZ vor bald dreihundert Jahren über Möglichkeit und Tragweite einer «Philosophie der Wissenschaften» anstellte. Im Anschluss an den modernen Wissenschaftsbegriff von DESCARTES und PASCAL ist das Problem, das uns heute in einer allgemeinen Form interessiert, durch LEIBNIZ allererst spruchreif geworden. Wenn wir dabei seine Idee einer *Characteristica Universalis* in den Vordergrund rücken, so nur deshalb, weil wir meinen, in dieser Idee den leitenden Gesichtspunkt seiner wissenschaftstheoretischen Überlegungen am deutlichsten sichtbar machen zu können.

Einige Bemerkungen zur Situierung des Themas seien vorangestellt. Unter einer «Philosophie der Wissenschaften» verstehen wir seit den «Analytica Posteriora» des ARISTOTELES die grundsätzliche Besinnung auf das Wesen der Wissenschaft als solcher. Wir fragen nach dem, was überhaupt eine Wissenschaft zur Wissenschaft macht, nach dem Grund, der eine Folge von Sätzen als Wissenschaft auszeichnet. Das ist zunächst die Frage nach der Definition ihres Begriffs. Eine solche Besinnung auf den Begriff und seine mögliche Definition kann systematisch entwickelt werden und heisst dann eine «Theorie der Wissenschaft». Sie setzt jedenfalls immer schon einzelne Disziplinen, in allen möglichen Spielarten, voraus, mehr oder weniger differenziert nach Gegenstand und Methode. Der jeweils vorliegende «Bestand» an Einzelwissenschaften mag vom wissenschaftlichen Bewusstsein einer Epoche abhängig sein. Ob diese Reflexion, zur Theorie entwickelt, selbst wiederum eine wissenschaftliche heissen kann, ob also «Wissenschaftstheorie» selbst *die* Wissenschaft der Wissenschaften sei, bleibe fürs erste dahingestellt. Es ist seit ARISTOTELES

fraglich, ob die Wissenschaft über sich selbst auf «wissenschaftlichem» Wege ins klare kommen kann und wie die Reflexion über ihren Begriff des näheren zu bezeichnen wäre. Wir werden sehen, dass LEIBNIZ hinsichtlich der Bezeichnung seiner «wissenschaftstheoretischen» Gedanken keine eindeutige Stellung bezieht. Ob es sich dabei um eine besondere Disziplin der Philosophie handelt (etwa die Logik oder die Metaphysik), steht für ihn nicht zum vornherein fest.

Das, worüber in der Theorie reflektiert wird, nannten wir den jeweiligen «Bestand» an Einzelwissenschaften. Es ist klar, dass dieser Bestand dauernd im Wandel begriffen ist, ein Wandel, dem die Tendenz der Erweiterung und Besonderung eigentümlich ist. Wir kennen das Phänomen der fortschreitenden Spezialisierung des Wissens und damit das Problem des Zusammenhangs und der inneren Ordnung der Wissenschaften, kurz, das Problem des «natürlichen Systems der Wissenschaften», das ihre Einheit und ihren Gliederbau betrifft. Sicher ist der faktische Bestand an Wissenschaften im 17. Jahrhundert ein anderer als im 19. oder 20. Jahrhundert. Sicher verläuft die umstrittene Grenzlinie zwischen den Natur- und Geisteswissenschaften damals ganz anders als heute, wenn sie überhaupt als solche empfunden worden ist. Heute gibt es kaum mehr eine Domäne des menschlichen Lebens, die wissenschaftlich nicht thematisierbar geworden wäre. Das ist natürlich zur Zeit von LEIBNIZ nicht grundsätzlich anders gewesen. Immerhin war der Bereich wissenschaftlicher Fragestellung damals viel enger, wir können auch sagen: Die Spezialisierung stand noch in ihren Anfängen, der Kosmos der Wissenschaften war überschaubar, die Einheit der einzelnen Wissenschaften kaum fragwürdig. *Ein* menschliches Leben reichte noch aus, um sich auf den verschiedensten Gebieten wissenschaftlich mit Erfolg zu betätigen. Und gerade dafür ist LEIBNIZ das beste und vielleicht letzte grossartige Beispiel. Über die erstaunliche Universalität seiner wissenschaftlichen Arbeit brauchen wir uns hier nicht näher auszulassen.

Jedenfalls vertritt LEIBNIZ überall die Ansicht von der systematischen Einheit der damals bekannten Wissenschaften. Auch hat er unzählige Aufgliederungen dieser Einheit im «natürlichen System» entworfen. Der Gliederbau des wissenschaftlichen Kosmos ist sogar einer der vorzüglichsten Programmpunkte seiner «Wissenschaftstheorie». Aber solche Systementwürfe, die einem bestimmten kategorialanalytischen Leitfaden folgen und die dann im 18. Jahrhundert von CHRISTIAN WOLFF und seinen Schülern populär gemacht wurden und grossenteils heute noch gängig sind, sind nicht das vordringlichste Anliegen der folgenden Betrachtung. Sie sind weitgehend historisch bedingt und wandeln sich seit dem Altertum mit der fortschreitenden Spezialisierung des Wissens. Denn es handelt sich nicht bloss um die Klassifizierung des jeweils geltenden Bestandes im Sinne einer «Enzyklopädie», um die blosse Bestandesaufnahme nach mehr oder weniger zweckmässigen Gesichtspunkten des Lehrbetriebes – das bekannte Phänomen der «Auffächerung» in didaktischer Hinsicht, wie sie etwa in den zahlreichen Akademieplänen von LEIBNIZ durchgeführt wird –, sondern um die Frage der systematischen Ableitung der

Einzelwissenschaften aus der Einheit einer Grundwissenschaft, einer «scientia generalis», wie LEIBNIZ sie nannte. In Frage steht somit die Ordnung der Wissenschaften und das Prinzip dieser Ordnung. Dieses Prinzip erblickt LEIBNIZ in der Idee einer «Characteristica Universalis».

Wir sind heute in diesem Punkte vielleicht etwas vorsichtiger geworden als LEIBNIZ. Trotzdem ist sein optimistischer Rationalismus hinsichtlich der Möglichkeit einer Stufenordnung der Wissenschaften vorbildlich geblieben und übertrifft an methodischer Einsicht und Klarheit bei weitem alle verwandten Versuche der folgenden Jahrhunderte. Und das aus zwei Gründen. Einmal deshalb, weil er selbst als einzelwissenschaftlicher Forscher auf den verschiedensten Gebieten schöpferisch tätig war. Und zum zweiten deshalb, weil ihm die grundsätzliche Einsicht immer wichtiger war als der momentane praktische Erfolg. Seine grundsätzliche Einsicht betrifft aber das Methodische selbst – und damit das Wesen der neuzeitlichen Wissenschaft überhaupt. Seit DESCARTES und PASCAL – beide gehören in dieser Hinsicht aufs engste zusammen – ist das Methodenproblem das eigentliche Thema der «Wissenschaftstheorie» und ist es bis heute geblieben. Auch für LEIBNIZ gründet die Vielzahl möglicher Wissenschaften in der Frage nach der Einheit ihrer Methode. Ja, wir können sogar behaupten: Weil ihm diese Frage so zentral wichtig war, wird er beiläufig zum Schöpfer einer Reihe von ganz neuen Disziplinen, die erst Jahrhunderte später zu eigenständigen Wissenschaften ausgebaut wurden. Das lässt sich im einzelnen verfolgen. Wie er bei aller Diversität seiner wissenschaftlichen Betätigung immer an der *einen* Frage des methodischen Prinzips interessiert ist, handle es sich nun um mathematische, logische, physikalische, juristische oder historische Studien. Die Prädominanz dieser Frage gibt der einzigartigen Breite seiner Arbeit ihren geschlossenen, wissenschaftstheoretischen Charakter, weshalb man auch nicht zu bedauern hat, dass ihm nicht grössere Entdeckungen – etwa auf dem Gebiet der Physik – geglückt sind, als er ohnedies schon im Bereich der Mathematik und Logik vorzuweisen hat. Jedenfalls kann eine methodologische Besinnung nur dort wissenschaftstheoretisch fruchtbar werden, wo einzelwissenschaftliche Arbeit geleistet und gleichzeitig die Reflexion auf deren Voraussetzung dauernd im Gange ist. Und da LEIBNIZ die gegensätzliche Begabung des Mathematikers und des Historikers – um nur diese extremen Möglichkeiten seines Geistes zu nennen – in sich vereinigte, war er wie kein zweiter dazu geeignet, über die Einheit dieser Möglichkeiten nachzudenken. Seine «Wissenschaftstheorie», soweit von einer solchen explizit gesprochen werden kann, entspringt somit ganz natürlich aus einem reichen Schatz von Erfahrung im Umgang mit den Natur- und den Geisteswissenschaften seiner Zeit.

Für die weitere Darlegung wollen wir nun so vorgehen, dass wir aus der Fülle wissenschaftlicher Arbeit zuerst einige Beispiele herausgreifen, an welchen besonders deutlich zu zeigen ist, wie sehr das methodologische Problem für LEIBNIZ im Vordergrund seiner Interessen steht. Hernach werden wir einige grundsätzliche Überlegungen besprechen, die so etwas wie eine «Philosophie der Wissenschaft» von LEIBNIZ betreffen, Über-

legungen, die sich auf den Systemcharakter der Wissenschaft beziehen und dem Gedanken der «scientia generalis» nahestehen. Es sei noch betont, dass wir auf die Philosophie im weiteren Sinne, auf ontologische und erkenntnistheoretische Fragen, nicht näher eingehen werden als dies zur Darlegung unseres Themas unbedingt erforderlich ist. Dieses Thema lässt sich fürs erste auch angehen, ohne dass auf die «Monadologie» ausdrücklich Bezug genommen wird, auch wenn wir uns bewusst sind, dass bei einer eindringenderen Diskussion dieser Überlegungen von ihren metaphysischen Prämissen nicht Umgang genommen werden kann. LEIBNIZ ist sich immer bewusst gewesen, dass jede wissenschaftstheoretische Reflexion metaphysisch fundiert ist.

Wir gehen aus von einem Zitat aus einem Fragment, das LOUIS COUTURAT veröffentlicht hat (Opuscules et Fragments inédits, p. 550) und das er auf die Zeit nach 1690 datierte. Gleichnishaft spricht LEIBNIZ von der kontinuierlichen Einheit der Wissenschaften. Die Metapher gibt ihm Anlass, eine neue Wissenschaft zu erwähnen, die ihm besonders am Herzen liegt. Er schreibt:

«Le corps entier des sciences peut estre consideré comme l'océan qui est continué partout, et sans interruption ou partage, bien que les hommes y conçoivent des parties, et leur donnent des noms selon leur commodité. Et comme il y a des mers inconnues, ou qui n'ont esté navigées que par quelques vaisseaux que le hazard y avoit jettés, on peut dire de même qu'il y a des sciences dont on a connu quelque chose par rencontre seulement et sans dessein. L'art des combinaisons est de ce nombre; elle signifie chez moy, autant que la science des formes ou formules ou bien des variations en general; en un mot c'est la Specieuse universelle ou la Characterique; de sorte qu'elle traite de eodem et diverso, de simili et dissimili, de absoluto et relato; comme la Mathematique ordinaire traite de uno et multis, de magno et parvo, de toto et parte. On peut même dire que la Logistique ou bien l'Algebre luy est sousordonnée en un certain sens. Car lorsqu'on se sert de plusieurs notes indifferentes ou qui au commencement du calcul pouvoient estre echangées et substituées mutuellement sans faire tort au raisonnement, en quoy les lettres d'Alphabet sont fort propres; et lorsque ces lettres ou notes signifient des grandeurs, ou des nombres generaux, il en vient l'Algebre ou plus tost la Specieuse de Viète... Ainsi les meilleurs avantages de l'Algebre ne sont que des echantillons de l'art des caracteres, dont l'usage n'est point borné aux nombres ou grandeurs. Car si ces lettres signifioient des points (comme cela se pratique effectivement chez les Geometres) on y pourroit former un certain calcul ou sorte d'operation, qui seroit entierement different de l'Algebre... Lorsque ces lettres signifient des termes ou notions... cela donne cette partie de la Logique qui traite de figures et des modes... Enfin quand les lettres ou autres caracteres signifient des veritables lettres de l'Alphabet, ou de la langue, alors l'art des combinaisons avec l'observation des langues donnent la Cryptographie de déchiffrer... Enfin la Specieuse generale reçoit mille façons, et l'Algebre n'en contient qu'une...»

LEIBNIZ spricht hier unter verschiedenen Namen von seiner «Ars com-

binatoria», die er mit zwanzig Jahren schon veröffentlicht hatte. Er nennt sie «Specieuse universelle» (ars speciosa universalis) oder auch kurz «la Characterique» (ars characteristica universalis). Er stellt sie der gewöhnlichen Mathematik gegenüber und ordnet ihr die «Logistique», wie man damals die Algebra nennt, unter; diese erscheint als ein besonderer Fall («un échantillon de l'art des caracteres») der umfassenden «Zeichenkunst», die je nach der Bedeutung, die den Zeichen («caracteres») gegeben wird, einen anderen Zweck erfüllen kann. Er nennt auch die vorzüglichen Themen, die diese allgemeine Zeichentheorie behandeln soll: Gleichheit–Verschiedenheit, Ähnlichkeit–Unähnlichkeit usw. Ohne auf den Vergleich der Gesamtheit der Wissenschaften («le corps entier des sciences») mit der stetigen Einheit des Ozeans näher einzugehen, fragen wir nun nach jener «ars characteristica», die LEIBNIZ, um in seinem Gleichnis zu bleiben, auf offener Seefahrt glaubt entdeckt zu haben. Dass es sich hierbei nicht um eine spekulative Angelegenheit handelt, sondern um eine sehr konkrete methodische Überlegung, die das wissenschaftliche Denken überhaupt betrifft, insofern als dieses der Zeichen notwendig bedarf, lässt sich am besten auf Grund seiner mathematischen und logischen Forschungen erläutern, weshalb wir uns im folgenden auf diese beschränken wollen.

Wir wenden uns zuerst jener «scientia infiniti» zu, unter welchem Titel LEIBNIZ meist das zusammenfasst, was wir heute als Differential- und Integralrechnung zu bezeichnen pflegen. Auch hier interessiert er sich weniger für die praktische Nutzanwendung als für das methodische Prinzip. Dafür bot die damalige Forschungslage die beste Möglichkeit. Denn nachdem bereits zahlreiche Teilergebnisse bekannt waren, handelte es sich vorwiegend darum, die allgemeine Methode zu finden, «un certain calcul ou sorte d'operation». LEIBNIZ erkennt in der Infinitesimalrechnung eine Methode, die gestattet, auf dem Wege des Kalküls Probleme zu lösen, die mit der analytischen Geometrie von DESCARTES nicht zu lösen waren. Was aber LEIBNIZ an dem 1684 publizierten «Nova methodus de maximis et minimis» vor allem interessiert, ist der reine Kalkülcharakter. Denn jeder Kalkül setzt den Aufbau und das Operieren mit einem Zeichensystem voraus. Damit bekommt die Frage nach der Zweckmässigkeit der Zeichen ein entscheidendes Gewicht. Bekanntlich haben sich die von LEIBNIZ gewählten Zeichen für den Differentialquotienten und das Integral gegen NEWTONS Bezeichnungsweise durchgesetzt. Das ist keineswegs selbstverständlich. Denn an sich sind alle Zeichen willkürlich. Gleichwohl können Zeichen mehr oder weniger zweckmässig sein; jedenfalls müssen sie so gewählt werden, dass Zusammenhänge, die in den Sachverhalten selbst liegen, in den Zeichen angemessen zum Ausdruck kommen. Wesentlich ist die Einsicht, «qu'en se servant des lettres au lieu des nombres tant connus qu'inconnus, on vient à des formules, où il y a quelque liaison et ordre, qui donne moyen à nostre esprit de remarquer des theoremes et des regles generales» (COUTURAT, p. 531).

Ein anderes Beispiel. Im September 1679 legt LEIBNIZ in einem Brief an CHRISTIAN HUYGENS ausführlich seine «Characteristica geometrica» dar.

Sie beginnt mit den Worten: «Ich habe die Elemente einer neuen Charakteristik gefunden, die von der Algebra vollkommen verschieden ist und die vorzüglich dazu geeignet sein wird, dem Geiste die Objekte der sinnlichen Anschauung genau und ihrer Natur gemäss, wenngleich ohne Figuren, darzustellen. Die Algebra ist lediglich die Charakteristik der unbestimmten Zahlen oder Grössen, sie drückt jedoch nicht unmittelbar die Lage, die Winkel und die Bewegung aus.» LEIBNIZ geht davon aus, dass die bisherige Analysis sich wesentlich auf die Grösse bezieht, dass sie also zur Arithmetik gehört und nicht im eigentlichen Sinne zur Geometrie. Es gibt aber trotzdem eine Analysis, die nicht die Beziehungen der Grösse, sondern nur die der Lage («situs») betrachtet; LEIBNIZ nennt sie deshalb «Analysis situs». Diese neue Disziplin, die die alte Lehre von den geometrischen Örtern einschliesst, geht wesentlich auf die Begriffe der Ähnlichkeit und der Kongruenz. «Läge diese Charakteristik in der Vollendung, in der ich sie mir denke, vor» – so schreibt LEIBNIZ –, «so könnte man in Zeichen, also etwa bloss durch die Buchstaben des Alphabetes, die Beschreibung einer beliebig komplizierten Maschine geben, und dadurch dem Geiste die Möglichkeit bieten, sie deutlich und leicht in allen ihren Teilen und selbst in ihrer Anwendung und in ihrem Gang zu verstehen, ohne hierzu Figuren oder Modelle nötig zu haben und ohne die sinnliche Anschauung zu bemühen. Trotzdem aber würde die Figur dem Geiste sogleich gegenwärtig sein, sobald er nur die geometrische Deutung der Charaktere vernimmt (Gesch. Math. II/20).» HERMANN GRASSMANN hat im letzten Jahrhundert die von LEIBNIZ projektierte «Analysis situs» zu einer selbständigen Disziplin entwickelt und damit den Grund gelegt zur modernen synthetischen Geometrie. Schon im Titel seines Buches von 1844 hat GRASSMANN ausdrücklich an LEIBNIZ erinnert: «Geometrische Analyse, geknüpft an die von LEIBNIZ erfundene geometrische Charakteristik.» Die erstaunliche Entwicklung dieser neuen Disziplin in unserem Jahrhundert braucht uns hier nicht weiter zu beschäftigen. LEIBNIZ interessierte sich nur für ihre grundsätzliche Möglichkeit, die, kaum entworfen, auch schon in tiefere Zusammenhänge hineingestellt wird.

Damit kommen wir zu einem dritten Beispiel. Bei einer erweiterten Fassung des Begriffs der Relation lässt sich die allgemeine Logik, um die sich LEIBNIZ zeitlebens bemüht hat, als eine allgemeine Relationstheorie formulieren. Dieser grundlegenden Einsicht der modernen Logistik ist LEIBNIZ schon früh auf die Spur gekommen. In einer kurzen Abhandlung, die ERDMANN 1840 unter dem Titel «De scientia universali seu calculo philosophico» veröffentlichte, fasst LEIBNIZ die Aufgabenstellung der «analysis situs» mit derjenigen seiner Dynamik und Logik, die hier als «scientia de relationibus in universum» erscheint, zusammen. Dabei handelt es sich um die Aufgabe, eine Reihe von Grundbegriffen der Euklidschen Axiomatik neu zu überprüfen, die darin enthaltenen Voraussetzungen explizit zu machen und exakt zu definieren. Der «ars characteristica» entsprechend wären dann diese Begriffe in zweckmässiger Weise zu bezeichnen, so dass sie einem Kalkül unterworfen und anschliessend bewiesen werden können. KARL DÜRR hat 1930 LEIBNIZENS Versuch,

das Euklidsche Axiom: «Sind zwei Grössen einer dritten gleich, so sind sie untereinander gleich», zu beweisen, in formalisierter Sprache vorgelegt. Von hier aus dürfte auch die überragende Bedeutung von LEIBNIZ für die Entwicklung der modernen formalen Logik ersichtlich sein, die von SCHOLZ, BOCHENSKI u.a. gebührend gewürdigt worden ist.

Nun gewinnt die Idee einer «characteristica universalis» auf Grund der angedeuteten Beispiele konkreter wissenschaftlicher Arbeit eine deutlichere Gestalt. LEIBNIZ hat sie in immer neuen Ansätzen allgemein zu fassen versucht. Im bereits erwähnten Schreiben an CHRISTIAN HUYGENS von 1679 definiert er den Begriff des Zeichens folgendermassen: «Characteres sunt res quaedam, quibus aliarum rerum inter se relationes exprimuntur, et quarum facilior est quam illarum tractatio.» Die Frage nach der Zweckmässigkeit der Zeichen ist damit eigentlich schon beantwortet. Ein wesentlicher Unterschied zwischen LEIBNIZ und NEWTON zeigt sich darin, dass in der Bezeichnungsweise von LEIBNIZ die Grösse, nach der differenziert wird, zum Ausdruck kommt, was bei NEWTON nicht der Fall ist. Dessen Bezeichnungsweise ist nur dort zweckmässig, wo im wesentlichen immer nach derselben Variablen differenziert wird, und da es ihm primär um physikalische Grössen geht, benötigt er auch nur den ersten und den zweiten Differentialquotienten nach der Zeit. Betrachtet man dagegen allgemeine Probleme unter einem rein analytischen Gesichtspunkt, dann können Differentialquotienten nach allen möglichen Variablen auftreten, und für diesen allgemeinen Fall ist die Bezeichnungsweise von LEIBNIZ zweifellos die zweckmässigere.

Anders verhält es sich mit der zweiten Frage nach der Notwendigkeit und Bedeutung von Zeichen überhaupt. Thematisch beschäftigt sich LEIBNIZ mit dieser Frage in dem kleinen Dialog «Über die Verknüpfung zwischen Dingen und Worten» von 1677. Er fingiert sich einen Gesprächspartner und führt ihn in die Aporie. Zunächst meint dieser, die Wahrheit eines Satzes bleibe wahr, auch wenn sie nicht von ihm gedacht würde: also liege die Wahrheit in den Dingen. Dann zeigt sich, dass er gleichzeitig meint, dass Wahrheit oder Falschheit doch eigentlich nur den Gedanken zukommen kann und also nicht den Dingen. Was also ist der wirkliche Grund dafür, dass wir etwas «wahr» oder «falsch» nennen können? Hatte HOBBES nicht recht als er meinte, die Wahrheit hänge von der menschlichen Willkür ab, weil sie von Bezeichnungen abhänge und diese immer willkürlich sind? Nein, meint er darauf, denn schliesslich können wir auch ohne Namen etwas denken – und an dieser Stelle bringt LEIBNIZ seinen Partner erneut in Verwirrung: Er weist ihn darauf hin, dass wir niemals ohne Zeichen denken können. Wenn wir nicht Wörter benutzen, so doch Zahlen oder Figuren. Der pythagoreische Lehrsatz kann bewiesen werden, ohne dass ein einziges Wort dabei fällt. Aber irgendwelche Zeichen, hier die Figuren, sind zum Denken immer notwendig. LEIBNIZ sagt für Zeichen «signa» oder lieber noch das griechische Wort «characteres», das auf seine sinologischen Studien zurückgehen dürfte, denn die von ihm so bewunderten chinesischen Schriftzeichen hiessen damals «Charaktere». Worte, Schriftzeichen, Ziffern, Figuren

oder Bilder haben also wesentlich dies gemeinsam, dass sie Zeichen sind für etwas, und das Problem ist fortan, wie sie das, wofür sie stehn, adäquat zum Ausdruck bringen können. Es ist bemerkenswert, dass LEIBNIZ die Problemlösung in seinem Dialog nicht selbst gibt, sondern von seinem Gesprächspartner finden lässt, der schliesslich gestehen muss: «Ich meine, dass die Charaktere, wenn sie in der Beweisführung angewandt werden sollen, irgend eine Verknüpfung, Gliederung und Ordnung, wie sie auch den Gegenständen zukommt, aufweisen müssen, und dass dies, wenn auch nicht in den einzelnen Worten, obgleich auch dies besser wäre, so doch in ihrer Verbindung und Verknüpfung notwendig ist. Diese Ordnung und Entsprechung muss sich wenigstens, obgleich in verschiedener Weise, in allen Sprachen finden. Und dies lässt mich auf eine Lösung der Schwierigkeit hoffen. Denn wenngleich die Charaktere als solche willkürlich sind, so kommt dennoch in ihrer Anwendung und Verknüpfung etwas zur Geltung, was nicht mehr willkürlich ist: Nämlich ein Verhältnis (‹proportio›), das zwischen ihnen und den Dingen besteht, und damit auch bestimmte Beziehungen (‹relationes›) zwischen all den verschiedenen Charakteren, die zum Ausdruck derselben Dinge dienen. Und dieses Verhältnis, diese Beziehung ist die Grundlage der Wahrheit ... et haec proportio sive relatio est fundamentum veritatis.» In dieser These bekundet sich der Zusammenhang der «ars characteristica» mit der Metaphysik von LEIBNIZ, auf die hier näher einzugehen nicht möglich ist.

Die zahlreichen Entwürfe zu einer letztgültigen Prinzipientheorie des Wissens unter dem Titel «scientia generalis» befassen sich im wesentlichen mit zwei Problemkreisen: Den «initia» und den «specimina», d.h. den absoluten Grundbegriffen und den besonderen Disziplinen. Die «initia scientiae generalis» nennt LEIBNIZ bisweilen auch «elementa veritatis aeternis» oder «notae indisputabiles». Auf sie müssten im Idealfalle alle wahren Sätze zurückgeführt werden können. Da uns absolute Grundbegriffe, zumindest bis jetzt, nicht bekannt sind, müssen wir uns mit vermeintlichen Grundbegriffen begnügen, die für das zu behandelnde Problem *als* Grundbegriffe gelten sollen, eben als «notae indisputabiles». Sie wären dann durch ein zweckmässig gewähltes Zeichensystem darzustellen und dem Kalkül zu unterwerfen. Käme dieser «methodus» zur vollkommenen Durchführung, so brauchten wir in strittigen Fällen nur noch zu sagen: «Calculemus!» – lasst uns rechnen. Die Kühnheit einer so gedachten Wissenschaft als Prinzipien- und Beweistheorie hat zweifellos etwas Faszinierendes. Wie weit der moderne Logikkalkül LEIBNIZENS Idee einer «scientia generalis» verwirklicht hat, bleibe dahingestellt. Jedenfalls hat er sie selbst nicht zur Ausführung gebracht. Sie rührt an Probleme, die auch die moderne Wissenschaftstheorie nicht hat bewältigen können.

Auch wenn LEIBNIZ seine wissenschaftstheoretischen Überlegungen nie als gesonderte Disziplin betrachtet hat, sie vielmehr im Rahmen seiner Philosophie in die Frage nach der Möglichkeit wissenschaftlicher Erkenntnis einbezog, so hat seine Idee einer allgemeinen Grundwissenschaft nun doch die moderne Wissenschaftstheorie, zumal über BOLZANO,

FREGE und HUSSERL, aufs stärkste beeinflusst. Wenn das Grundphänomen der reinen Wissenschaft der Zusammenhang ihrer Sätze ist und dieser Zusammenhang zur Folge hat, dass gewisse Sätze aus anderen bewiesen werden können, dann ist es die Aufgabe der Wissenschaftstheorie, diesen Zusammenhang als solchen zu bedenken. Dass LEIBNIZ diese Aufgabe klar erkannte, die im Anschluss an die Elemente EUKLIDS immer schon diskutiert worden ist, beweisen seine vielfältigen genialen Entwürfe über Axiomatik und Widerspruchsfreiheit wissenschaftlicher Systeme, die COUTURAT vor 65 Jahren z. T. veröffentlicht hat. Beim Durchdenken dieser Aufgabe stösst LEIBNIZ auf den fundamentalen Unterschied finiter und infiniter Systeme. Seiner kombinatorischen Begriffstheorie zufolge handelt es sich im Bereich apriorischer Wissenschaften (Logik, Mathematik, Metaphysik) um Begriffe, von endlich hoher Zusammensetzung, die prinzipiell einer Analyse fähig und somit einer Demonstration zugänglich sind. Dagegen handelt es sich im Bereich der Tatsachenwissenschaften um Begriffe («vérités de fait») von unendlich hoher Zusammensetzung, deren Auflösung nur in beschränkter Weise möglich ist. Es hat so den Anschein, als bestünde eine unüberbrückbare Kluft zwischen den «vérités de raison» und den «vérités de fait» bzw. zwischen den rein rationalen und den empirischen Wissenschaften. B. RUSSEL hatte seinerzeit den Standpunkt von LEIBNIZ in diesem Sinne dargestellt, wonach nur die Sätze der apriorischen Wissenschaften analytische Sätze seien, während die Sätze der Tatsachenwissenschaften synthetische Sätze seien. Das trifft aber nur für den frühen LEIBNIZ zu. Für den LEIBNIZ der Monadologie sind auch die kontingenten Wahrheiten der analytischen Urteilstheorie unterworfen, wenn auch mit der grundsätzlichen Einschränkung, die aus der infiniten Natur dieser Begriffe für unseren endlichen Verstand sich ergibt. An der Geschöpflichkeit des menschlichen Wesens finden so auch die kühnsten wissenschaftstheoretischen Pläne von LEIBNIZ ihre natürliche Schranke, jedoch im tiefen Bewusstsein: «finitum est capax infiniti.»

15. Sektion für Pharmazie

Wissenschaftliche Kommission des Schweizerischen Apothekervereins

Der Schweizerische Apothekerverein veranstaltete keine Sektionssitzung

16. Sektion für Vererbungsforschung

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Vererbungsforschung gemeinsam mit dem Schweizerischen Verein für Physiologie, physiologische Chemie und Pharmakologie und der Schweizerischen Gesellschaft für Zell- und Molekularbiologie

Samstag, 28. September 1968

Präsident: Prof. Dr. H. ULRICH (Zürich)
Sekretär: Prof. Dr. G. STALDER (Basel)

H. G. HERS (Louvain, Belgique) – *La pathologie génétique des lysosomes*

17. Sektion für Physiologie, physiologische Chemie und Pharmakologie

Gemeinsame wissenschaftliche Sitzung des Schweizerischen Vereins für Physiologie, physiologische Chemie und Pharmakologie mit der Schweizerischen Gesellschaft für Vererbungsforschung

Samstag, 28. September 1968

Präsident: Prof. Dr. J. POSTERNAK

Die Gesellschaft beteiligte sich am Symposium: Mechanisms of Synaptic Transmission

18. Sektion für Biochemie

Schweizerische Gesellschaft für Biochemie

Präsident: Prof. Dr. A. E. RENOLD (Genf)
Sekretär: Prof. Dr. G. SEMENZA (Zürich)

Die Gesellschaft führte keine eigene Sitzung durch, beteiligte sich aber am Symposium: Mechanisms of Synaptic Transmission

19. Sektion für Zellular- und Molekularbiologie

Schweizerische Gesellschaft für Zell- und Molekularbiologie

Präsident: Prof. Dr. CH. ROUILLER (Genf)
Sekretär: Prof. Dr. G. SIMON (Genf)

Die Gesellschaft beteiligte sich an der Sitzung der Gesellschaft für Vererbungsforschung und am Symposium: Mechanisms of Synaptic Transmission

20. Sektion für Mikrobiologie

Schweizerische Mikrobiologische Gesellschaft

Präsident: Dr. J. ROGGO (Freiburg)

Die Gesellschaft hält ihre eigene Jahresversammlung ab. Referate und wissenschaftliche Kommunikationen erscheinen in einem Sonderheft von « Pathologia et Microbiologia » (Karger Verlag).

Mechanisms of Synaptic Transmission

Morphological, Biochemical, Pharmacological and Physiological Aspects
International Symposium, 29/30 September 1968, in Einsiedeln

Under the Sponsorship of the
Swiss Society of the Natural Sciences

Organized by the

Swiss Society of Physiology
President: Prof. S. WEIDMANN (Bern)
Swiss Society of Biochemistry
President: Prof. C. MARTIUS (Zürich)
Swiss Society of Cellular and Molecular Biology
President: Prof. CH. ROUILLER (Genève)
Swiss Society of Pharmacology
President: Prof. H. LANGEMANN (Zürich)
Swiss Society of Physiology, Physiological Chemistry and Pharmacology
President: Prof. J. POSTERNAK (Genève)

Program Committee

K. AKERT (Zürich), M. DOLIVO (Lausanne)
A. PLETSCHER (Basel), J. POSTERNAK (Genève), CH. ROUILLER (Genève)
P. WASER (Zürich)

Sunday, 29 September 1968, Morning session

Chairman: J. POSTERNAK (Genève)

Opening remarks

1. J. TAXI (Paris) – *Morphological features of synaptic areas, especially in the autonomic nervous system*

2. J. AXELROD (Bethesda) – *Uptake, release and metabolism of noradrenaline in sympathetic nerves*

3. J. P. TRANZER, H. THOENEN (Basel) – *Recent developments on the ultrastructural aspect of adrenergic nerve terminals in various experimental conditions*

4. A. PLETSCHER, M. DA PRADA, J. P. TRANZER (Basel) – *Storage and release of biogenic amines at subcellular organelles of blood platelets*

5. A. CARLSSON (GÖTEBORG) – *Pharmacology of synaptic monoamine transmission*

6. W. HAEFELY (Basel) – *Effects of catecholamines in the cat superior cervical ganglion and their postulated role as physiological modulators of ganglionic transmission*

Sunday, 29 September 1968, Afternoon session

Chairman: A. CERLETTI (Basel)

7. U. TRENDELENBURG (Boston) – *Factors influencing the concentration of noradrenaline at the receptors of adrenergically inervated organs*
8. W. LICHTENSTEIGER, H. LANGEMANN (Zürich) – *Microfluorimetric investigations of catecholamine containing neurons*
9. M. G. LARRABEE (Baltimore) – *Activity metabolism of a sympathetic ganglion*
10. M. DOLIVO, CH. ROUILLER (Lausanne/Genève) – *Changes in ultrastructure and synaptic transmission in the sympathetic ganglion during various metabolic conditions*
11. V. GISIGER (Lausanne) – *Influence of various functional states upon RNS synthesis in the isolated cervical sympathetic ganglion of the rat*
12. Y. DUNANT (Lausanne) – *Electrophysiological analysis of pre- and postsynaptic events in the sympathetic ganglion of the rat*

Monday, 30 September 1968, Morning session

Chairman: B. DROZ (Paris)

13. E. G. GRAY (London) – *Electron microscopy of excitatory and inhibitory synapses: a review*
14. P. G. WASER, E. NICKEL (Zürich) – *Electronmicroscopic studies of normal and denervated endplates*
15. D. R. CURTIS (Canberra) – *Pharmacology of spinal postsynaptic inhibition*
16. F. A. STEINER (Basel/Zürich) – *Comparative microelectrophoretic studies of invertebrate and vertebrate neurons*
17. G. M. YASARGIL, J. DIAMOND (Zürich/London) – *Synaptic mechanisms at the Mauthner cell of the goldfish*
18. V. P. WHITTAKER (Cambridge) – *The use of subcellular fractionation techniques in the study of chemical transmission*
19. K. AKERT, H. MOOR, K. PFENNINGER, C. SANDRI (Zürich) – *Contribution of histochemistry and freeze etching to the problems of synaptic fine structure*
20. W. LEUZINGER (New York) – *Structure and function of acetylcholinesterase*

Monday, 30 September 1968, Afternoon session

Chairman: M. DOLIVO (Lausanne)

21. L. TAUC (Paris) – *Polyphasic transmission processes*
22. L. HÖSLI, O. CREUTZFELDT, K. MAEKAWA (Basel/München) – *Comparison of synaptic potentials in neurons of pericruciate cortex elicited from different inputs*
23. S. WEIDMANN (Bern) – *Electrical coupling between myocardial cells*

24. L. GIRARDIER, A. HYDE, A. MATTER (Genève) – *Electrotonic transmission in heart muscle: physiological and morphological aspects*
25. F. BAUMANN, T. G. SMITH, M. G. F. FUORTES (Genève/Bethesda) – *Electrical coupling between visual cells*

Die Referate des in Einsiedeln gehaltenen Symposiums «Mechanisms of Synaptic Transmission» werden erscheinen in: Progress in Brain Research. Synaptic Mechanisms, Vol. *31* (K. AKERT und P. G. WASER, Herausgeber). Elsevier Publishing Company, Amsterdam.

Alphabetisches Namenregister der Autoren
Liste alphabétique des auteurs
Indice alfabetico degli autori

Ackerknecht E. H. 134
Ackermann F. 87
Aerni K. 145
Aeschlimann A. 126, 128
Amiet J.-P. 87
Ammeter J. 105
Anderegg G. 105
Arigoni D. 104
Aufdermaur A. N. 96
Ayrton St. 107

Bachmann R. 88
Bächtiger K. 109
Badoux H. 107
Balmer H. 135
Balsiger H. 68
Bänziger H. 128
Barsch D. 138, 139
Baumann P. 127
Baumgartner A. 106
Bayer G. 109
Benjamin R. W. 87
Benoît W. 88
Bernardo M.I. 106
Bernasconi J. 88
Besmer P. 104
Bieri H. P. 82
Binder R. 105
Bocquet G. 114
Bouvier P. 86
Bovet D. 86
Bozzato G. 105
Brändle R. 122, 124
Brändli G. 88
Brändli H. P. 86
Brun R. 127
Brunner B. 104
Brunner J. 130
Brunold Ch. 124
Bugmann E. 138
Bünzli-Trepp U. 104
Busch G. 88
Büttiker W. 128

Charollais J. 107
Chen P. S. 127
Chiovini J. 105
Clayton D. 17
Conrad M.-A. 107
Corlett M. 109
Cosandey M. 105

Dändliker R. 86
Diehl P. 126
Dietschy H. 130
Dirren H. 87
Dulakas H. 106
Durisch J. E. 86, 87
Dürsteler-Meyer A. 105
Dütsch G. 117
Dütsch H. U. 71

Eberbach W. 105
Eberhardt P. 68
Ebnöther A. 104
Egger J.-P. 87
Ehrat R. 88
Eichenberger G. 126
Eichhorn O. 128
El Mikacher S. 109
Endress P. 113
Eppenberger H. M. 127
Erhard P. J. 85
Erismann K. H. 122, 124

Finger A. 124
Fischer Esther 135
Fischer E. 88
Fischer J. 126
Fleckenstein J. 147
Foroughi F. 87
Franz G. 117
Frey E. 126
Frey M. 109
Fueter E. 131, 135
Funk H. 107

Gasser M. 87
Geiss J. 68
Gençkan S. 114
Gerlach H. 104
Gigon A. 117
Ginsburg Th. 99
Gobbi A. 87
Golay M. 65
Govindachari T. R. 104
Graf E. 87
Griessen R. 88
Grob E. C. 104
Grossmann F. 114
Gubser A. W. 135
Gygax F. N. 87

Haefelin J. 82
Haefer R. A. 86
Haerdi W. 106
Hagedorn R. 51
Hägler K. 130
Harbeke G. 88
Hekel H. 108
Herlach U. R. M. 87
Hers H. G. 165
Hess P. 82
Hofmann W. 105
Hofstetter-Narbel M. 126
Hollenstein H. 105
Homberger E. 128
Hörning B. 126
Hornyak F. W. 87
Huber A. 87
Huber O. 87
Huber P. 88

Jaggi R. 88
Jalanti T. 88
Jenefsky R. 87
Immler R. 126
Indermühle 139
Ionescu A. 87

Kaufmann Hélène 129
Kaupp G. 105
Keller F. 109
Keller H. 88
Keller R. 121
Ken Hsu 107
Kern J. 87
Knoth H. 87
Koelbing H. M. 132
Kopp E. 68
Kopp J. P. 88
Kummer W. 105
Kündig-Steiner W. 143
Künzi H. P. 82

Labhart T. 109
Landolt E. 114
Lang J. 87
Lapierre H. 109
Läuchli H. 155
von Ledebur T. 87
Leemann Ch. 88
Lehmann M. 73
Leisi H. J. 87
Liardon M. R. 105
Lietz M. 88
Löffler W. 133
Lombard A. 107
Lunke C. 87

Marcantonatos M. 106
Marmier P. 87
Mathieu E. 86
Matter U. 87
Mauron G. 87
Meier H. 117
Menti W. 87
Messerli B. 139
Meyer E. 88
Meyer R. W. 155
Michaud B. 87
Moll H. 104
Monnier D. 106
Monnier M. 106
Müller Edith A. 66
Müller R. 87

Nagarajan K. 104
Niklaus P. 104
Nio Swie-Djin 109
Nissen H. U. 109

Oeschger H. 86

Pavoni N. 107, 109
Perighetti G. 85
Persoz M.-F. 108
Perrenoud J. L. 87
Perret M. E. 142
Pesaro M. 105
Pesmen H. 114

Pfander H. 104
Pfeiffer W. 126
Pfiffner A. 105
Piccard Sophie 82
Poretti G. 75
Porret F. 88
Portmann Marie-Louise 131
Posternak M. 88
Primault B. 94
Prinzbach H. 105
Probst P. 126

Rajappa S. 104
Reid J. S. G. 117
Reinhardt B. 109
Ribeaud M. 105
Rinderer L. 88
Rocci G. 109
Rohrer U. 88
Rossel J. 87
Roth P. H. 108
Rottenberg M. 105
Rudin H. 88
Ruedin Y. 88
Rybach L. 109

Salgo R. C. 87
Sauter M. R. 129
Sauter W. 128
Siegenthaler Ch. 107
Siegenthaler R. 86
Siegrist M. 86
Siegrist R. 105
Sigrist F. 85
Süess R. 104
Süsstrunk A. 89
Suter 106

Schaller L. A. 87
Scheffrahn W. 130
Schiess P. 106
Schindler C. 107
Schlatter Ch. 105
Schmid H. 105
Schröder R. 107
Scholl A. 127
Schudel P. 105
Schüepp O. 111
Schürer M. 77
Schürmann P. 121
Schwieter U. 105
Schwinn F. L. 122

Staub H. H. 87
Steinemann S. 88
Steigmeier E. F. 88
Stiefel E. 64, 79
Stoll A. 104
Strasser R. 122
Strässler S. 88
Streckeisen A. 109
Studer M. 105

Tardent P. 126
Thiévent G. 87
Treibs W. 104
Trommsdorff V. 109
Troxler F. 104
Trummer V. 105
Trümpy R. 107
Tschudi Th. 86

Unsöld A. 35

Virieux Antoinette 147
Vogel W. 128
Vogler K. 104

Wachter P. 88
Wahlen M. 86
Wall M. 128
Wandeler A. 126
Weber H. P. 86
Weber M. 109
Wehner R. 126
Wehrli H. 105
Wehrli L. 88
Weibel H. 88
Weiss N. 126
Wenk E. 109
Wild U. 105
Wildbolz Th. 128
Wittwer Ch. 104
Wyler H. 105
Wyttenbach A. 106

Zanetti G. 104
Zangger C. 87
Zeh H. D. 87
Zeybeck N. 114, 121
Zingg Th. 94
Zünd K. 9

Nekrologe verstorbener Mitglieder
der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft
und Verzeichnisse ihrer Publikationen

Notices biographiques de membres décédés
de la Société helvétique des sciences naturelles
et listes de leurs publications

Necrologie di soci defunti
della Società elvetica di scienze naturali
e liste delle loro pubblicazioni

Leere Seite
Blank page
Page vide



Nahrung zu schaffen für alle Menschen ist eines der brennendsten Probleme unseres Jahrhunderts. In jeder Stunde sterben tausend Menschen irgendwo in der Welt an Hunger und Unterernährung. Kinder vor allem, Greise, Frauen, Kranke. Nur eine intensive Landwirtschaft, die hohe Ernteüberschüsse erzielt, ist in der Lage, die rasch wachsende Weltbevölkerung zu ernähren. Pflanzenschutzmittel von Geigy, zum Beispiel die selektiven Unkrautvertilger, helfen mit, Ernteerträge beträchtlich zu steigern – ein wirksamer Beitrag im Kampf gegen den Hunger in der Welt.

Zukunft mit Geigy

J. R. Geigy A.G., Basel
Produkte für die Landwirtschaft
und den Haushalt, Industrie-Chemikalien,
Farbstoffe, Heilmittel

Überall in der weiten Welt

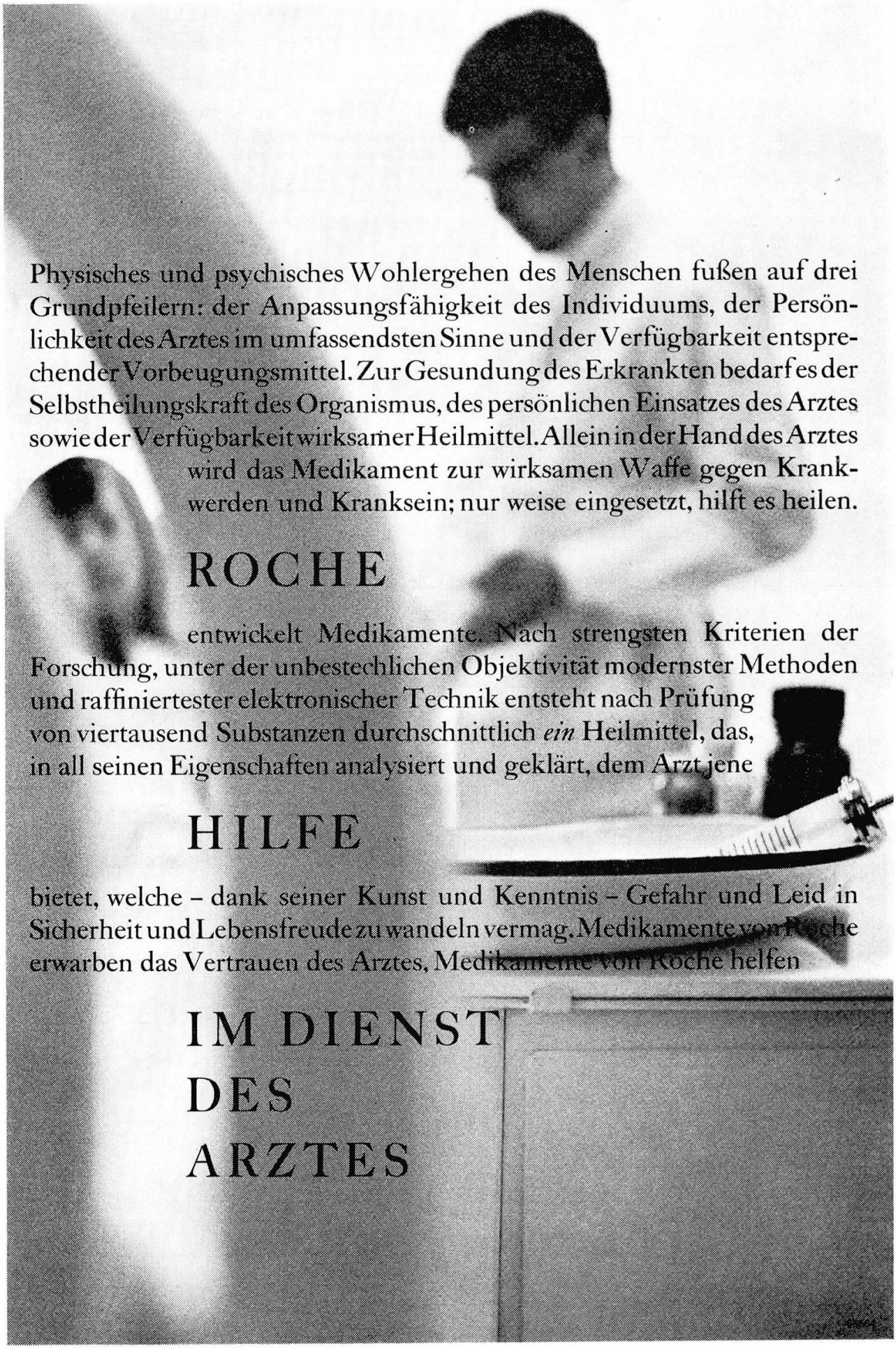
wo thermische oder elektrische Maschinen und Apparate benötigt werden, in Zentralen, Atomkraftwerken, Industrieanlagen, Bahnen, Rundfunk- und Fernsehanlagen, finden Sie Brown Boveri Erzeugnisse

Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden

Vertretungen in den meisten Ländern der Erde



BROWN BOVERI



Physisches und psychisches Wohlergehen des Menschen fußen auf drei Grundpfeilern: der Anpassungsfähigkeit des Individuums, der Persönlichkeit des Arztes im umfassendsten Sinne und der Verfügbarkeit entsprechender Vorbeugungsmittel. Zur Gesundung des Erkrankten bedarf es der Selbstheilungskraft des Organismus, des persönlichen Einsatzes des Arztes sowie der Verfügbarkeit wirksamer Heilmittel. Allein in der Hand des Arztes wird das Medikament zur wirksamen Waffe gegen Krankwerden und Kranksein; nur weise eingesetzt, hilft es heilen.

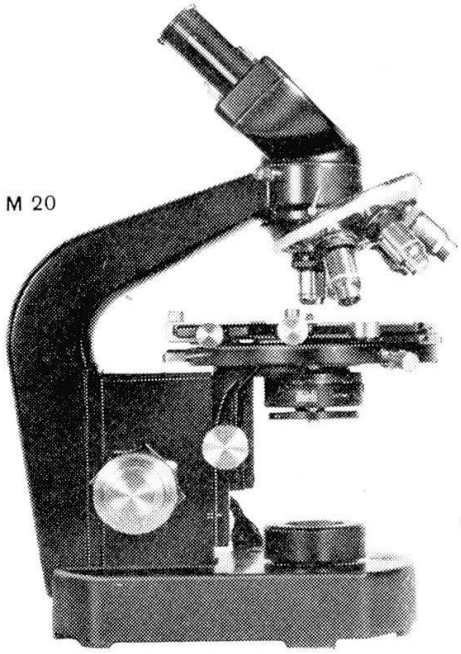
ROCHE

entwickelt Medikamente. Nach strengsten Kriterien der Forschung, unter der unbestechlichen Objektivität modernster Methoden und raffiniertester elektronischer Technik entsteht nach Prüfung von viertausend Substanzen durchschnittlich *ein* Heilmittel, das, in all seinen Eigenschaften analysiert und geklärt, dem Arzt jene

HILFE

bietet, welche – dank seiner Kunst und Kenntnis – Gefahr und Leid in Sicherheit und Lebensfreude zu wandeln vermag. Medikamente von Roche erwarben das Vertrauen des Arztes, Medikamente von Roche helfen

IM DIENST DES ARZTES



M 20

Moderne Mikroskope mit leistungs-fähiger Optik



M 21



M 11



M 4



M 5

Die Wild-Mikro-Optik ist erstklassig berechnet, wird mit hoher Präzision hergestellt und zeichnet sich aus durch brillante Bildschärfe.

Wild-Mikroskope bieten erstaunlich viele Ausbau- und Anwendungsmöglichkeiten.

Die Wild-Stative:

M 20 Arbeits- und Forschungs-Mikroskop,
M 21 Polarisations-Mikroskop,
M 11 Kurs-, Reise- und Labor-Mikroskop,
M 4 und M 5 Stereo-Mikroskope.

Prospekte und Offerten durch

WILD
HEERBRUGG

Wild Heerbrugg AG., 9435 Heerbrugg/Schweiz

Werke für Optik und Feinmechanik

LONZA

Organische technische Produkte
Organische Zwischenprodukte
Kunststoffe
Lösungsmittel
Stickstoffprodukte
Stickstoff-Dünger Kombinierte Dünger

Calciumcarbid
Siliciummetall
Siliciumcarbid
Graphit

LONZA AG BASEL



Der Urquell aller technischen Errungenschaften ist die göttliche Neugier und der Spieltrieb des bastelnden und grübelnden Forschers und nicht minder die konstruktive Phantasie des technischen Erfinders.

Albert Einstein

C I B A

Heilmittel
Farbstoffe
Technische Applikationsprodukte
Kunststoffe
agrochemische Produkte
photochemische Materialien
Farbfernsehen in Grossprojektion
hochreine Metalle

Kern-Instrumente
erprobt und bewährt
in aller Welt

Vermessungsinstrumente
Photogrammetrische Geräte
Reißzeuge, Feldstecher, Fernrohre
Stereo-Mikroskope
Photo- und Kino-Objektive



Kern & Co. AG Aarau
Werke für Präzisionsmechanik
und Optik

Zweck der SNG und Bedingungen für den Beitritt als Mitglied

Auszug aus den Statuten

§ 3, Al. 2. Die Gesellschaft sucht alle naturwissenschaftlichen Bestrebungen der Schweiz in sich zu vereinigen...

§ 4. Die Gesellschaft erreicht ihren Zweck:

a) Durch Abhaltung jährlicher Versammlungen mit wissenschaftlichen Vorträgen und Mitteilungen an wechselnden Orten des Landes.
b) Durch Ernennung von Kommissionen zur Ausführung bestimmter Aufgaben.
c) Durch Herausgabe und Tausch von Veröffentlichungen sowie durch Unterhalt einer Bibliothek.
d) Durch Verwaltung der ihr anvertrauten Naturdenkmäler, prähistorischen Stätten, Stiftungen usw.
e) Durch Mitwirkung an internationalen naturwissenschaftlichen und mathematischen Bestrebungen.
f) Durch Vertretung der Schweiz in internationalen Vereinigungen der Akademien, in den Unionen sowie im internationalen Rat der wissenschaftlichen Unionen usw.

§ 5, Al. 2. Wer als Mitglied aufgenommen zu werden wünscht, muss entweder von einer Zweiggesellschaft oder von zwei Mitgliedern der Gesellschaft beim Zentralvorstand schriftlich angemeldet werden.

§ 8. Die Mitgliederversammlung beschliesst die Höhe des Jahresbeitrages.

Studenten, die sofort als Mitglieder in die SNG aufgenommen zu werden wünschen und einen ihrer Professoren unter ihren Paten haben, zahlen während drei aufeinanderfolgenden Jahren einen Mitgliedsbeitrag in der Höhe der Hälfte des gewöhnlichen Mitgliedsbeitrages.

Durch einmalige Einzahlung eines Pauschalbetrages, der jeweilen von der Jahresversammlung festzusetzen ist, wird jedes Mitglied von der Aufnahmegebühr und von ferneren Jahresbeiträgen befreit. Es wird hierdurch Mitglied auf Lebenszeit.

But de la SHSN et formalités d'adhésion

Extraits des statuts

§ 3, al. 2. La Société s'efforce d'unir toutes les disciplines de l'activité scientifique de Suisse concernant l'étude de la nature...

§ 4. Pour atteindre son but, la Société procède comme il suit:

a) Elle organise des sessions annuelles, avec conférences et communications scientifiques, dans différentes localités du pays.
b) Elle nomme des commissions chargées de tâches déterminées.
c) Elle publie des études, mémoires, etc., en fait l'échange et entretient une bibliothèque.
d) Elle administre tout ce qui a trait aux monuments naturels, stations préhistoriques, fondations, etc., qui lui sont confiés.
e) Elle coopère aux organisations et travaux internationaux dans le domaine des sciences naturelles, physiques et mathématiques.
f) Elle représente la Suisse dans les Associations internationales des Académies, dans les Unions internationales, dans le Conseil international des Unions scientifiques, etc.

§ 5, al. 2. Pour se faire recevoir membre de la Société, il faut être proposé, par écrit, au Comité central, par une société affiliée ou par deux membres de la SHSN.

§ 8. Le montant de la cotisation annuelle est fixé par l'assemblée générale.

Les étudiants désirant devenir sans tarder membre de la SHSN et qui auront parmi leurs parrains un de leurs professeurs, seront admis avec une cotisation réduite pendant trois années consécutives à la moitié du montant ordinaire.

Il est loisible aux sociétaires de se libérer du paiement des cotisations annuelles par un versement unique. Ils deviennent par là membres à vie.

Geschenke und Tauschsendungen

für die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft
sind zu adressieren:

An die Bibliothek der
Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft
Stadt- und Hochschulbibliothek Bern
(Schweiz)

Les dons et échanges

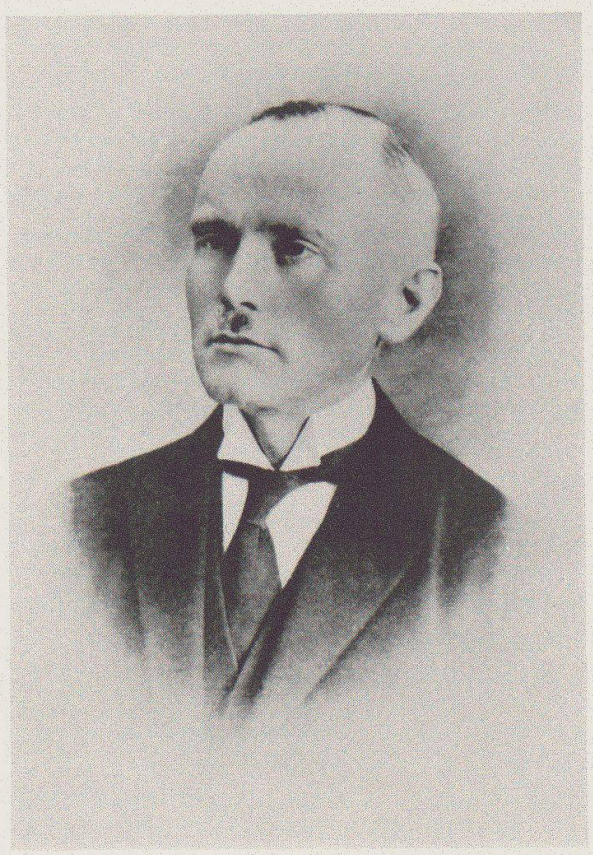
destinés à la Société helvétique des sciences naturelles
doivent être adressés:

A la Bibliothèque de la
Société helvétique des sciences naturelles
Bibliothèque de la ville de Berne
(Suisse)

Doni e cambi

destinati alla Società elvetica di scienze naturali
vanno indirizzati:

Alla Biblioteca della
Società elvetica di scienze naturali
Biblioteca municipale di Berna
(Svizzera)



MORITZ BLUMENTHAL

1886–1967

1

Moritz Blumenthal

1886–1967

Am 22. September 1967 verschied in Locarno nach längerem Leiden der Geologe Dr. Moritz Blumenthal, der sich während vieler Jahrzehnte als weitgereister Forscher grossen Ansehens erfreute.

Moritz Blumenthal erblickte das Licht der Welt am 1. November 1886 in Chur. Sein Vater war Postkassier und gehörte der alten Familie der Blumenthal an, die schon im frühen Mittelalter ihren Stammsitz in Surcasti (Oberkastels) hatte, wo auch unser Kollege im Grabe seines Vaters am 26. September 1967 zur letzten Ruhe gebettet wurde.

Der Verstorbene besuchte in Chur die Kantonsschule und bezog alsdann die Universitäten Wien und Leipzig, anschliessend die Zürcher Hochschule. Als seine erste geologische Veröffentlichung erschien 1911 in den «Beiträgen zur geologischen Karte der Schweiz» unter der Ägide seines Lehrers Professor Albert Heim die Dissertation über die «Tektonik der Ringel-Segnes-Gruppe», ein Jahr später die Abhandlung «Der Calanda». Die geologische Aufnahme wurde in die 1920 erschienene Karte der Glarner Alpen von J. Oberholzer einbezogen. Schon die beiden ersten Texte lassen die sorgfältige Arbeitsweise erkennen, die auch alle späteren Abhandlungen kennzeichnet. Da die Geologische Kommission die Neubearbeitung der Flyschbildungen der Karte verlangte – ein kaum erfüllbarer Wunsch –, versuchte J. Oberholzer eine Neuaufnahme, deren Herausgabe mit Text bis 1920 und 1923 hinausgeschoben werden musste. Unterdessen, und zwar schon im März 1911, war M. Blumenthal in den Dienst der Royal Dutch/Shell getreten. Bis 1919 arbeitete er für diesen Konzern als Erdölgeologe auf den Philippinen, in Borneo und Java. Nach einem Europaaufenthalt sehen wir Dr. Blumenthal von 1920–1923 in Venezuela. Seine Berichte gelten jetzt noch als erstklassige Dokumente, so die Ergebnisse von Untersuchungen in der Cordillere von Trujillo und östlich des Maracaibo-Sees. Sein Nachfolger in diesen Gebieten bewunderte 25 Jahre später die «grosse Arbeitskraft und die ausserordentliche Beobachtungsgabe dieses ausgezeichneten Geologen».

Das von den Erdölgesellschaften damals allgemein ausgeübte Vetorecht gegen Veröffentlichungen der Mitarbeiter und sein freiheitlicher Sinn mögen Veranlassung gewesen sein, dass M. Blumenthal der praktischen Tätigkeit entsagte und sich zunächst mit dem Grenzgebiet zwischen West- und Ostalpen befasste, worauf er sich der Erforschung der

Mittelmeerländer zuwandte. Malaga war während der Jahre 1927–1935 sein Hauptquartier. Die Bearbeitung der Betischen Cordillere von Granada bis Gibraltar und von deren Fortsetzung gegen Westen und südwärts nach Marokko hinein war die grosse Aufgabe, die er weitgehend zu lösen vermochte. In teilweiser Zusammenarbeit mit französischen Geologen, vor allem mit P. Fallot, wurden wichtige Probleme gelöst. M. Blumenthal hat als erster Geologe in den südspanischen Gebirgen Reliefüberschiebungen bis in die Einzelheiten konstatiert. Er vermochte nachzuweisen, wie das relativ plastische malagensische Betikum (vorwiegend Altkristallin) über ein starres triasisches Kalkgebirge weggefahren ist, wobei letzteres zerbrochen und marmorisiert wurde. Das anschliessende Literaturverzeichnis mag ein Bild der vielseitigen und verdienstvollen Tätigkeit vermitteln.

Als Blumenthal 1937 schon in sein letztes und grösstes Arbeitsgebiet, die Türkei, übergesiedelt war, wohin ihn die dortige Regierung berief, konnte er 1949 seine Forschungsergebnisse in Spanien zum Abschluss bringen. Die spanische geologische Landesanstalt veröffentlichte damals die Resultate seiner Untersuchungen in den Gebirgen westlich von Malaga. Dem von farbigen Profilen und einer Karte begleiteten Text gab J. G. Siñerez als Direktor der Landesanstalt ein anerkennendes, dankerfülltes Begleitwort mit.

Über seine Tätigkeit in der Türkei, die ihn bis auf den Ararat-Vulkan und nach Syrien hinein führte, hat M. Blumenthal ausführlich publiziert. Er referierte auch über die Aufnahmen für die achtblättrige Übersichtskarte 1 : 800000 der Türkei vor der Schweizerischen geologischen Gesellschaft. Vielseitig interessiert und reich an anderswo gewonnenen Erfahrungen, befasste sich Blumenthal auch mit praktischen Problemen seines Gastlandes, so u.a. mit Erdbebenkatastrophen und mit Bodenschätzen (Bauxit, Erdöl, Asphalt, Mineralquellen).

Während mehr als zehn Jahren wohnte M. Blumenthal schliesslich in Minusio, immer wieder Reisen und Exkursionen unternehmend. 1952 veröffentlichte er die Ergebnisse seiner Wanderungen zwischen Leventina und Simplon und über die Kalkalpen zwischen Luganersee und der Sesia. Später besuchte und beschrieb er die Kanarischen Inseln und Madeira. Ein Augenleiden beeinträchtigte seine Arbeit immer mehr. Kennzeichnend für seine Energie ist die Tatsache, dass er trotz Abraten des Arztes von einem Aufenthalt in Malaga nach Äthiopien reiste, um dort, als Fremdling mit dem Rucksack bestaunt, das höchste Gebirge des Semien aufzusuchen. Er berichtete darüber in einem schön illustrierten Artikel in den «Alpen» (1962). Noch nahm er an der Einweihung der auf seine Kosten erbauten Ringelspitzhütte der Sektion Raetia des SAC teil.

Als er das Ende seiner Laufbahn nahen fühlte, liess M. Blumenthal verschiedenen wissenschaftlichen und gemeinnützigen Institutionen grosszügig Vergabungen zukommen. Wir erwähnen hier nur die zur ersten Kategorie gehörenden, an die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft angeschlossenen Vereinigungen, die Schweizerische geologische

Gesellschaft und die Naturforschende Gesellschaft Graubündens, die er mit Publikationsfonds bedachte. Nicht vergessen sei ein grosszügiges Legat für den Bau eines Naturhistorischen Museums in Chur.

Seine wissenschaftliche Laufbahn führte Moritz Blumenthal aus den heimatlichen Bündner Bergen in die weite Welt hinaus, als Erdölgeologen nach Südamerika und Indonesien. Durch seine Forschungen in Südspanien und Nordafrika, in Sardinien und Sizilien, in Griechenland und schliesslich in den kleinasiatischen Ketten- und Vulkangebirgen wurde er zum berufenen Bearbeiter und besten Kenner der Mittelmeerländer. Die Naturforscher, insbesondere die Geologen, werden ihm ein ehrendes und dankbares Andenken bewahren. *J. Cadisch*

VERÖFFENTLICHUNGEN

von Dr. M. BLUMENTHAL

Alpen

1911 Tektonik der Ringel-Segnes-Gruppe. Diss. Univ. Zürich.
- SA Beitr. geol. K. Schweiz, NF 33.

1912 Der Calanda. Beitr. geol. K. Schweiz. NF 39.

1924 Einige Gesichtspunkte geologischer Natur zur Beurteilung der Silserseefrage. Bü. Mo.

1925 Der Bergsturz von Monbiel bei Klosters aus dem Jahre 1770 und die Beschaffenheit seines Gehänges. Bü. Mo.

1926 Zur Tektonik des Westrandes der Silvretta zwischen oberstem Prättigau und oberem Montafun. Jahresber. Nat. Ges. Graub. *64*, 1925/26.
- Das Fenster von Gargellen (Vorarlberg). Ecl. geol. Helv. *20*, 1.

1931 Der Prättigauflysch und seine Stellung im Penninikum. Ecl. geol. Helv. *24*, 2.

1934 West-Rätikon: Die Falknis- und Scesaplana-Gruppe; Ost-Rätikon: Der Querschnitt des St.-Antönien-Tales. In: Fasz. 13, Geolog. Führer der Schweiz.

1936 Über die geologische Lage der Schamsererze und ihre Entstehung. Bü. Mo.
- Der Sedimentzug der Tschaggunser Mittagspitze und die Gliederung des ostalpinen Deckenkernes im Vorarlberger Rätikon. Jahresber. Natf. Graub. *74*, NF.
- Kurze Notiz über die stratigraphisch-tektonische Aufteilung der ultrahelvetisch-austriden Grenzzone im Vorarlberg und im Allgäu. Jahrb. geol. Bundesanst., Bd. 86, H. 3/4.
- Die Allgäu-Decke in den Bergen des Grossen Walsertales. Ecl. geol. Helv. *29*, 2.

1953 Beobachtungen über Bau und Verlauf der Muldenzone von Antrona, zwischen Wallisergrenze und dem Locarnese. Ecl. geol. Helv. *45*, 2, 1952.
- Über den Baustil der südlichen Kalkalpen zwischen dem Luganer See und der Sesia. Ecl. geol. Helv. *46*, 2.

Betische Kordilleren und Spanien

1927 Zum Bauplan betischer und penibetischer Decken im Norden der Provinz Malaga. Geol. Rundsch., Bd. 18, H. 1.
- Versuch einer tektonischen Gliederung der betischen Kordilleren von Zentral- und Südwest-Andalusien. Ecl. geol. Helv. *20*, 4.

1928 Sur le dispositif des nappes de recouvrement de la Serrania de Ronda. Ecl. geol. Helv. *21*, 2.
- Über den Deckenbau der Serrania de Ronda. Verh. Schweiz. naturf. Ges. S. 164.

1929 Sobre la disposición de los mantos de recubrimiento de la Serrania de Ronda. Conf. Res. Soc. Esp. Hist. Nat. *4*, 3.
- Le miocène d'Antequera (Andalousie) et son importance au point de vue de la date des recouvrements. C.r. Soc. géol. Fr. N° 10, p. 148–151.
- Über das Alter der ersten postorogenetischen Sedimente in den westlichen betischen Kordilleren und die dadurch festgelegte Hauptphase der Gebirgsbildung. Geol. Rundsch. 21.
- L'existence du Bétique de Malaga dans la région de Grenade. C.r. Ac. Sc. T. 187, p. 1959.
- Sur les relations tectoniques entre le Bétique de Malaga et le Bétique de Grenade. C.r. Ac. Sc. T. 188, p. 69.
- Sur la succession et la répartition des unités tectoniques du versant méditerranéen des Cordilleres Bétiques entre Grenade et Gibraltar. C.r. Ac. Sc. T. 188, p. 185.

1930 Beiträge zur Geologie der betischen Kordilleren beiderseits des Rio Guadalhorce. Ecl. geol. Helv. *23*, 1.
- Sur la structure de la chaîne pénibétique entre Antequera et Loja. C.r. Ac. Sc. T. 191, p. 952.
- Sur les rapports des zones subbétique et pénibétique à la hauteur d'Archidona-Alfarnate. C.r. Ac. Sc. T. 191, p. 1018.
- L'extension transversale de la masse Bétique charriée dans la «Hoya de Malaga». C.r. Ac. Sc. T. 191, p. 1354.
- (Avec P. Fallot) Sur l'interprétation tectonique du nord-ouest du Rif espagnol. C.r. Ac. Sc. T. 191, p. 1463.
- (Avec M. Marin et Paul Fallot) Observations géologiques sur le nord-ouest du Rif marocain. Extr. Bull. géol. Fr. 4e sér., T. 30, p. 659–735.

1931–33 Das Westende des Betikums nördlich des «Campo de Gibraltar». G.M.O. *4*, 2 (II).

1931 Géologie des chaînes pénibétiques et subbétiques entre Antequera et Loja. Bull. Soc. géol. Fr. 5e sér., T. 1er.

1933 Sur les relations tectoniques entre les zones bétiques, pénibétique et subbétique du sud-ouest de l'Andalousie. C.r. Ac. Sc. T. 197, p. 1138.
- Sur l'autochthonie du pénibétique dans la province de Cadix. C.r. Ac. Sc. T. 197, p. 1668.
- Geologie der Berge um Ronda. Ecl. geol. Helv. *26*, 1.
- Das Paläozoikum von Malaga als tektonische Leitzone im alpidischen Andalusien. Geol. Rundsch. *24*, H. 3/4.

1934 Sur l'existence de poussées Antibétiques en Andalousie. C.r. Ac. Sc. T. 001, p. 189.
- Remarques sur la stratigraphie des abords du recoin d'Estepona. C.r. Soc. géol. Fr. N° 15.
- La direction subméridienne dans le bord occidental du recoin d'Estepona. C.r. Soc. géol. Fr. N° 16.
- Die Grenzverhältnisse zwischen sub- und penibetischer Zone im Grenzgebiet der Provinzen Malaga, Sevilla und Cadiz. Ecl. geol. Helv. *27*, 1.
- Reliefüberschiebungen in den westlichen betischen Kordilleren. G.M.O. Vol. IV, Nr. 8 (partiell).

1935 Allure de la tectonique locale et définition du «double pli» Gaditan. Bull. Soc. géol. Fr. T. 5, 5e sér.
- Zur Mechanik der Reliefüberschiebungen. Ecl. geol. Helv. *28*, 2.

- (Avec PAUL FALLOT) Observations géologiques sur la Sierra Arana entre Grenade et Guadix. Mem. Soc. Esp. Hist. nat. T. 17.
- Antibetische Faltungen im Gibraltarbogen. Geol. Rundsch. *26*, 6.

1936/37 Le matériel stratigraphique du «double pli» Gaditan. Sur l'interprétation tectonique du «double pli» Gaditan. Bull. Soc. géol. Fr., 5e sér., T. 6 et 7.

1949 Estudio geologico de las Cadenas costeras al Oeste de Malaga entre el Rio Guadalhorce y el Rio Verde. Bol. Inst. Geol. Min. T. 62.

1950 Eine Übersicht über die tektonischen Fenster der Betischen Kordilleren. Libro Jubilar del Inst. Geol. y Minero de España.

1951 In den Granit- und Schiefergebirgen von Andorra (Ostpyrenäen). Die Alpen, Quartalsheft 3.

Marokko, Äthiopien

1927 Ein Vorstoss in den Hohen, den Mittleren und den Sahara-Atlas. Alpen *3*, H. 11.

1930 (Avec A. MARIN et P. FALLOT) Comparaison stratigraphique entre l'extrémité occidentale des zones subétique et pénibétique et le nord de l'arc Rifain. C.r. Ac. Sc. T. 191, p. 144.

- (Avec A. MARIN et PAUL FALLOT) Observations géologiques sur la chaîne calcaire du Rif espagnol du Djebel Musa a Xauen. C.r. Ac. Sc. T. 191, p. 382.
- (Avec A. MARIN et PAUL FALLOT) Sur la chaîne calcaire du Rif espagnol entre Xauen et l'Oued M'Ter. C.r. Ac. Sc. T. 191, p. 436.
- (Avec A. MARIN et P. FALLOT) Observations géologiques sur le nord-ouest du Rif maroccain. Bull. Soc. géol. Fr. 4e série, T. 30.

1932 Quelques observations stratigraphiques et tectoniques sur le Haut Kert. Bull. Soc. géol. Fr. 5e sér., T. 11.

- Les séries dites «lustrées» du Rif oriental. C.r. Soc. géol. Fr. No 7, p. 89.
- Les éléments structureux du Bokoya (Rif espagnol). C.r. Ac. Sc. T. 194, p. 1669.
- Le matériel stratigraphique de la nappe de Bokoya. C.r. Ac. Sc. T. 194, p. 1969.

1937 Esbozo geologico del Rif en la region de Bokoya. Bol. Inst. Geol. España, T. 54.

1958 (Avec MICHEL DURAND DELGA et PAUL FALLOT) Données nouvelles sur le Tithonique, le Crétacé et l'Eocène inférieur de la Zone schisteuse du Rif septentrional. Notes et Mem. du Service géol. du Maroc, No 143, Rabat 1958.

1960 Über vulkanische Bergpfade auf den Kanaren. Die Alpen, Quartalsheft, 1960.

1962 Ein Streifzug durch das Semien-Gebirge in Nordäthiopien. Die Alpen, Quartalsheft 2.

- Rasgos principales de la Geologia de las islas Canarias con datos sobre Madeira. Bol. Inst. geol. y Minero de España, T. 71, Madrid.

Türkei

1938 Der Erdschias-Dach. Die Alpen, H. 3.

- Die Grenzzone zwischen syrischer Tafel und Tauriden in der Gegend des Amanos. Ecl. geol. Helv. *31*, 2.

1940 Esquisse de la géologie du Taurus dans la région de Namrun et le gisement de Bauxite, découvert dans ces parages. M.T.A. Mem. No 4.

1941 Géologie des montagnes de la Transversale d'Eskipazar et leurs sources minérales. M.T.A. No 3.

- Un aperçu de la géologie du Taurus dans les Vilayets de Nidge et d'Adana. M.T.A. Mem. No 6.

1942 Le dispositif géologique du secteur pétrolifère du bassin de Boyabat. M.T.A. com. Sér. A, No 6.

1943 Zur Geologie der Landstrecken der Erdbeben von Ende 1942 in Nordanatolien und dortselbst ausgeführte makroseismische Beobachtungen. M.T.A. Mem. N° 1/29.
1944 Schichtfolge und Bau der Taurusketten im Hinterland von Boskir. Rev. Fac. Sc. Univ. Istanbul, Sér. B.T. IX, 2.
- Contribution à la connaissance du Permo-Carbonifère du Taurus entre Kayseri-Malatya. M.T.A. Mem. N° 1, 31.
- Büyuk Çakit Çayi Bočazini Kivrilma Diskordanslari. Résumé: Les discordances de plissement dans la grande gorge du Cakit Cay. Türk. Gogr. Derg. H. 6, 2. Jg.
- Un gissement de Bauxite dans le Permocarbonifère du Taurus oriental. M.T.A. Mem. N° 2.
1945 La ligne sismique de Ladik. M.T.A. Mem. N° 1.
- Die Kelkit-Dislokation südlich Niksar und ihre tektonische Rolle. M.T.A. Mem. N° 2/34.
- Sind gewisse Ophiolithzonen Nordanatoliens präliasisch? M.T.A. Mem. N° 1/33.
1946 Der Karanfil Dag, ein markantes Bauglied des Cilicischen Taurus. M.T.A. Mem. N° 2/36.
- Vorweisung der geologischen Karte der Türkei. Verh. Schweiz. Naturf. Ges. Zürich, S. 114.
1947 Die neue geologische Karte der Türkei und einige ihrer stratigraphisch-tektonischen Grundzüge. Ecl. geol. Helv. *39*, 2.
- Geologie der Taurusketten im Hinterland von Şeydisehr und Beyşehir. M.T.A. Mat. Carte géol., Sér. D, N° 2.
- Das paläozoische Fenster von Belemedik und sein mesozoischer Kalkrahmen. M.T.A. Mat. Carte géol., N° 3.
1948 Un aperçu de la géologie des chaînes nordanatoliennes entre l'Ova de Bolu et le Kizil Irmak inférieur. M.T.A. Mem. Sér. B, N° 13.
- Les lambeaux de recouvrement du Taurus occidental. Bull. Geol. Soc. Turkey, Vol. II, 1.
- Sur l'inconstance du déjettement tectonique dans la zone orogénique anatolienne. Reprinted from international Congress Report of the eighteenth session, Great Britain 1948, Part. 13, 23.
1949 Die Bauxitvorkommen der Berge um Akseki, Erörterungen über ihre geologische Position, Ausmasse und Genese. Publicat. M.T.A. Sér. B, N° 14.
1950 Im türkischen Hochgebirge: Aladag und Karanfil Dag. Die Alpen, H. 5.
- Beiträge zur Geologie der Landschaften am mittleren und unteren Yeşil Irmak. Beitr. z. geol. Karte der Türkei, Nr. 4dd., 25.XI.47.
1951 Recherches géologiques dans le Taurus occidental dans l'arrière-pays d'Alanya. Mat. pour la carte géologique Turquie, Sér. D, N° 5.
- Geologische Skizze der türkischen Öl- und Asphaltregion am mittleren und oberen Tigris. Bull. Ver. Schweiz. Petroleumgeologen u. -ingenieure *17*, Nr. 54.
1952 Das taurische Hochgebirge des Aladag, neuere Forschungen zu seiner Geographie, Stratigraphie und Tektonik. Beitr. z. geol. Karte der Türkei, Serie D, Nr. 6.
1955 Geologie des hohen Bolkardag, seiner nördlichen Randgebiete und westlichen Ausläufer. Beitr. z. geol. Karte der Türkei, Serie D, Nr. 7.
1956 Les chaînes bordières du Taurus au sud-ouest du bassin de Konya-Karaman et le problème stratigraphique de la formation schisto-radiolaritique. Bull. of the mineral research and exploration Institute of Turkey, Nr. 48, 1956.
- Die Vergletscherung des Ararat (nordöstliche Türkei). Geogr. helv. H.4, auch in Verh. Schweiz. Naturf. Ges. Basel.

1958 Vom Ağri Dag (Ararat) zum Kaçkar Dag. Die Alpen, H. 2.
- Der Vulkan Ararat und die Berge seiner Sediment-Umrandung. Rev. Fac. Sc. Univ. Istanbul, Sér. B, T 24, Fasc. 3–4.

1963 Le système structural du Taurus sudanatolien. Livre à la mémoire du Prof. FALLOT, T. 2, p. 611–662, Paris 1960.

1964 (Mit Dr. GERIT VAN DER KAADEN) Catalogue of the active volcanoes of the world incl. Solfatara fields, Part 17, Turkey. Internat. Association of Volcanology, Roma.

Griechenland, Italien, Jugoslawien

1929 Geologische Beobachtungen auf Sizilien (Monti Peloritani-Madonie). Ecl. geol. Helv. *22*, 2.

1931 Über den tektonischen Verband osthellenischer Gebirge. Ecl. geol. Helv. *24*, 2.

1933 Zur Kenntnis des Querprofiles des zentralen und nördlichen Peloponnes. N. Jahrb. Min. Beil. Bd. 70, Abt. B.

1934 Beeinflusste das alpine Orogen den geologischen Bau Sardiniens? Ecl. geol. Helv. *27*, 2.
- Über den Einfluss der alpinen Orogenfaltung auf Sardinien. Verh. Schweiz. Naturf. Ges. Zürich, S. 314.

1937 Drei Berggestalten im Peloponnes. Die Alpen, H. 2.

1964 Eine Umschau in dinarischen Bergketten Jugoslawiens. Die Alpen, Quartalheft 2.

Indonesien, Südamerika

1920 Bergwanderungen und Bergstudien auf der Insel Lombock. SAC-Jahrbuch *55*.

1923 In der Längsrichtung durch die venezolanischen Anden. SAC-Jahrbuch *57*.

1925 Bilder vom Werden eines Berges. Natur u. Technik *6*, H. 12.

1927 Der Klut (Ostjava), sein Eruptions- und Katastrophentypus und die getroffenen Präventivmassnahmen. Jahresber. Nat. Ges. Graub. *65*, 1926/27.

Nekrologe

1931 Professor Hans Schardt. Freier Rätier, Nr. 32, 7.II.31, abgedruckt in: Vjschr. Naturf. Ges. Zürich *76*, p. 511.

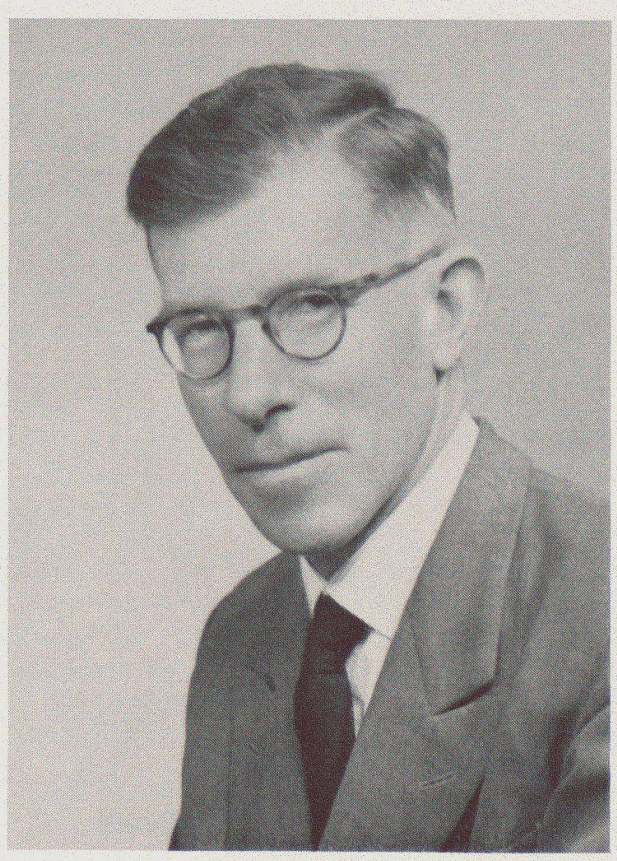
1952 Zur Erinnerung an H. P. Cornelius, Jahrb. Nat. Ges. Graub. *83*, 1951/52.

1953 Rudolf Gsell (1892–1953). Bull. Ver. Schweiz. Petroleumgeologen u. -ingenieure *20*, Nr. 50.

1958 Zum Gedächtnis an Dr. med. Joh. Ben. Jörger. Jahresber. Nat. Ges. Graub. *87*.

1959 Dr. Friedr. Weber (1878–1959). Bull. Ver. Schweiz. Petroleumgeologen u. -ingenieure *25*, Nr. 69.

1962 Zum Gedächtnis an Gustav Hail-Kuoni (1885–1961). Klubnachrichten Sektion Rätia SAC, Januarheft 1962.



Félix Fiala

1913–1967

2

Félix Fiala

1913–1967

Félix Fiala, professeur de mathématiques à la Faculté des sciences de Neuchâtel, est décédé subitement le 22 septembre 1967. Avec lui a disparu non seulement un savant dont les travaux et les activités honoraient l'université, mais un maître qui s'est toujours fait la plus haute et la plus noble idée de son métier d'enseignant, un homme qui jamais n'a cessé de s'interroger sur les conditions qui commandent l'exercice de la pensée.

Né le 20 février 1913 à Genève, Félix Fiala y a fait ses études primaires et secondaires. Titulaire d'une maturité classique, il va s'inscrire à l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich et obtient, en été 1936, le diplôme de la section pour l'enseignement des mathématiques et de la physique. Ses premières recherches datent de cette époque, puisqu'il publie, en collaboration avec J. Besse, une étude «Sur une démonstration de la transcendance du nombre e» qui parut dans *L'Enseignement mathématique* de 1935. Une note à l'Académie des Sciences de Paris, lue par Elie Cartan dans la séance du 4 décembre 1939, préludait à sa thèse de doctorat. Celle-ci, préparée sous la direction du professeur Hopf, s'intitulait *Le problème des isopérimètres sur les surfaces ouvertes à courbure positive.* Sa publication est datée du 31 mars 1941.

La qualité de cette thèse, celle des recherches qui lui firent suite, valurent à Félix Fiala d'être nommé, à trente ans déjà, titulaire de la chaire de mathématiques supérieures de l'Université de Neuchâtel. Il y succédait à Louis-Gustave DuPasquier, atteint cruellement par la maladie. Il y connut les charges et les honneurs de la carrière universitaire: doyen de la Faculté des sciences de 1949 à 1951, recteur de l'Université de 1957 à 1959.

Mais une circonstance antérieure, qui devait jouer un rôle fondamental dans la démarche intellectuelle de Félix Fiala, doit être soulignée. Sitôt son diplôme acquis, il fut nommé assistant du professeur Gonseth et il le resta durant quatre ans. Par-là s'explique que, à côté de travaux à proprement parler mathématiques: «Le problème des isopérimètres dans les plans de Riemann à courbure de signe constant» (*Commentarii mathematici helvetici 15*, 1942), «Sur les polyèdres à faces triangulaires» (*Ibid. 19*, 1946), il soit possible de relever toute une série d'études de nature épistémologique. Quelques titres, choisis au hasard, montreront mieux qu'un commentaire le souci philosophique qui les animait: «Dialectique

et stabilité du savoir », « Réflexions sur la métaphysique du calcul formel », « Structure formelle et signification extérieure de la notion de symétrie », etc., etc.

Membre du comité de rédaction de *Dialectica*, il trouva dans la philosophie ouverte le juste lieu où développer sa pensée. « Ouvert », en effet, Félix Fiala le fut aux idées, aux hommes, aux institutions. Jamais l'univers éclatant, cristallin mais froid de la rigueur mathématique n'altéra chez lui la chaleur humaine, jamais les vérités formelles ne se substituèrent pour lui à l'esprit de finesse, ni ne desséchèrent la générosité du cœur. Dans ses tâches de doyen, dans celles accablantes de recteur, dans toutes celles qu'il acceptait, à l'Université, dans les sociétés savantes auxquelles il appartenait, il fut tout à la fois ferme et humain, lucide et compréhensif.

Peut-être ceux qui ont eu le privilège de le connaître s'étonneront-ils qu'un homme aussi authentiquement et simplement modeste ait connu tant de fonctions publiques. C'est qu'il était généreux à l'égal de sa modestie et que, s'il se mouvait avec la plus extrême agileté dans le monde des idées, il était non moins attentif à inscrire dans la réalité ce qui, pour tant d'autres, reste souvent pure spéculation. Et, parce que la générosité lui était naturelle, jamais il n'a cessé de chercher les moyens les plus propres à transmettre aux autres – et d'abord à ses étudiants – les certitudes et les connaissances qu'il avait gagnées. Ainsi est-il à la fois significatif, et combien émouvant, de constater que sa leçon inaugurale de jeune professeur, prononcée le 21 décembre 1944, s'intitulait « Remarques sur l'enseignement des mathématiques » et que, vingt-trois ans plus tard, lorsque la mort le surprit, il rédigeait pour le Conseil de l'Europe un rapport sur les programmes de mathématiques dans les universités européennes.

Quel meilleur hommage rendre enfin à ce chercheur, qui fut tellement attentif à comprendre les autres et à n'esquiver jamais aucun dialogue, que de reproduire ici ce qu'il déclarait un jour pour ouvrir un colloque d'épistémologie. « Le but du dialogue n'est peut-être pas tant de convaincre l'interlocuteur, mais de chercher la transformation linguistique de forme ou de signification qui nous permet de passer d'une perspective philosophique dans l'autre. »

Jean-Blaise Grize

3

Otto Grütter

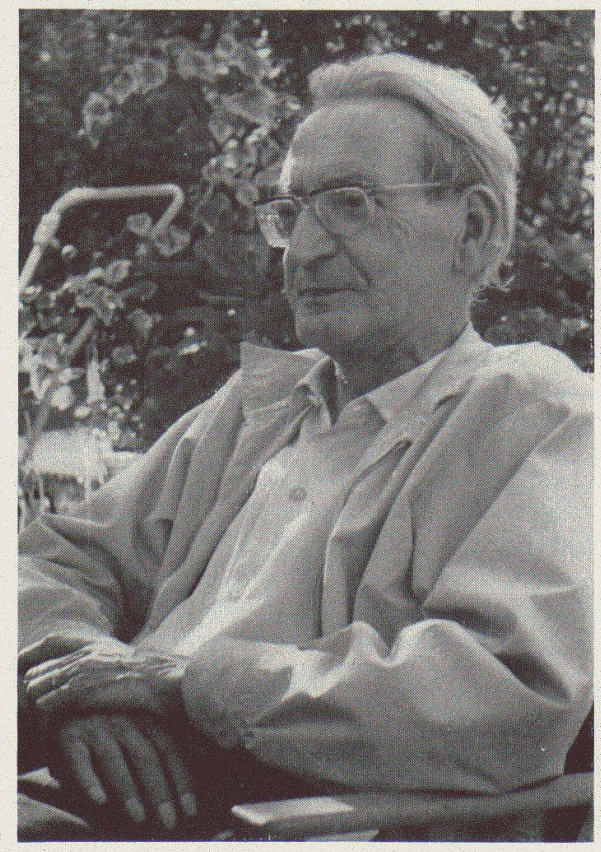
1898–1967

Am 20. Oktober 1967 starb in seinem Basler Heim nach längerem Leiden der Geologe und Mineraloge Dr. Otto Grütter. Er verkörperte den heute selten gewordenen Typ des Naturwissenschafters, der – frei von Ambitionen – anderen mit Rat und Tat zu Hilfe kam, selbst aber bescheiden in den Hintergrund trat.

Otto Grütter wurde am 3. November 1898 als Sohn des Tapezierermeisters Paul Grütter in Basel geboren, wo er zeitlebens wirkte. Nach Abschluss seiner vielbeachteten Dissertation über «Petrographische und geologische Untersuchungen in der Region von Bosco, Valle Maggia, Tessin» (1929) hat er drei Institutionen der Universität Basel während Jahrzehnten wertvolle Dienste geleistet: dem Naturhistorischen Museum, dem Mineralogischen Institut und der Volkshochschule.

Seine Arbeit am *Museum* – zuerst als Assistent, später als nebenamtlicher Abteilungsvorsteher – begann 1929 und dauerte bis zum Jahre 1967 – vier Jahre über die Pensionsgrenze hinaus. Der Verstorbene war der Dienstälteste im wissenschaftlichen Stab des Museums und hat in diesen 38 Jahren den ganzen Übergang aus der Epoche der von ehrenamtlichen Gelehrten geleiteten und betreuten Sammlung zu einer von Beamten geführten Institution in all ihren Etappen miterlebt. Er hat sich hier in geduldiger Kleinarbeit ein Denkmal gesetzt und durfte sich mit seiner Sammlung identifizieren, die ihm sehr am Herzen lag und der er viel Freizeit gewidmet hat. Diese Museumsarbeit entsprach auch seiner Wesensart, in aller Stille, fern von der Hast des Erwerbslebens und auch abseits von der anspornenden Konkurrenz in der Forschung und ohne die Hilfe anderer in Anspruch nehmen zu müssen, ruhig und beharrlich zu arbeiten.

Eine vollamtliche Beschäftigung am Museum liess sich in der Zeit zwischen den beiden Weltkriegen nicht einrichten, und so wurde O. Grütter 1934 zum wissenschaftlichen Assistenten und 1943 zum Abteilungsvorsteher am *Mineralogischen Institut der Universität Basel* ernannt, mit der Einräumung, dass seine Arbeit während der Semesterferien hauptsächlich dem Museum zugute kommen sollte. Diese Regelung hatte in bezug auf das gute Einvernehmen zwischen «akademischer Sammlung» und «Lehranstalt» grosse Vorzüge; sie brachte auch Nachteile.



Otto Grütter

1898–1967

Otto Grütter hat am Institut während 30 Jahren mitgeholfen, eine grosse Zahl von Studenten in den Praktika und gelegentlich in Vorlesungen in die Mineralogie einzuführen und hat sich manchen dankbaren Schüler erworben. Ihm oblag auch die Verwaltung und Ordnung der Mineralien-, Gesteins- und Instrumentensammlungen des Institutes, die er mit vorbildlicher Gewissenhaftigkeit betreute. Die durch die Pensionierung bedingte Übergabe aller Obliegenheiten an einen Nachfolger und der offizielle, nicht persönliche Abschied vom liebgewordenen Institut, in dem er eine Schlüsselperson geworden war, waren für ihn schmerzlich. Das Wirkungsfeld am Museum blieb ihm jedoch erhalten.

Eine grosse Zahl von Doktoranden und Kollegen erinnert sich dankbar an Rat und Tat und an all die Hilfe bei Bestimmungsarbeiten, die ihnen Otto Grütter hat angedeihen lassen. So viel Unterstützung hat er anderen gegeben und so viele Daten hat er im Laufe der Zeit zusammengetragen, dass es überraschen mag, dass er selbst nicht mehr veröffentlichte. Seine Bescheidenheit und sein kritischer Geist machten es ihm schwer, endgültige Entscheide zu treffen und eine begonnene Arbeit abzuschliessen. Er war zeitlos und hoffte stets, später mit besserem Wissen darauf zurückzukommen. So blieben viele der Untersuchungen, über die er mehr Information besass als irgendein anderer, unpubliziert. Aus gelegentlichen Äusserungen können wir schliessen, dass er selbst unter diesem Zwiespalt litt. Es seien besonders erwähnt: Studien über die Flussspatvorkommen im Jura, über die Pegmatitmineralien des Bergells, über die Optik des Bavenites oder über die Geologie des Gebietes zwischen Onsernone und Valle di Campo.

Ein Anliegen, das ihm ganz besonders am Herzen lag, war die Durchführung von Vorlesungen und Exkursionen im Rahmen der Basler *Volkshochschule*. Diese von ihm sehr sorgfältig vorbereiteten Kurse fanden begeisterte Zuhörer und waren überfüllt. Als Lehrer besass er ein besonderes Geschick, Fernerstehende und Liebhaber in die Geheimnisse der ihm so vertraut gewordenen Welt der Mineralien einzuführen. Nach seiner Pensionierung hat er sich mit erneutem Eifer – und bis seine Kräfte ihn verliessen – dieser Aufgabe zugewandt. Es war schicksalhaft, dass gerade in der Volkshochschule seine Stimme versagen musste.

Im Jahre 1933 trat Otto Grütter der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft bei, deren Geologischer Kommission er als freiwilliger Mitarbeiter bis zu seinem Tode gedient hat. Wir verdanken ihm u.a. die Kartierung eines grösseren Anteils der heute noch nicht ersetzbaren geologischen Spezialkarte 116 der Tessiner Alpen (1934). Leider blieb sein Hauptwerk, dem er viele Feldsommer gewidmet hatte, das Blatt Bosco-Gurin des Geologischen Atlasses der Schweiz, unvollständig.

Ab 1937 war Otto Grütter auch Mitglied der Schweizerischen Mineralogischen und Petrographischen Gesellschaft, in der er von 1953–1957 in vorbildlicher Gewissenhaftigkeit den Kassiersposten versah.

Otto Grütter war nicht von robuster Gesundheit. Er hat von sich verlangt, was sein Körper leisten konnte, und hat seiner Vaterstadt wertvolle und auf lange Zeit hinaus sichtbare Dienste geleistet. Alle, die den liebens-

würdigen Menschen gekannt, ihm beruflich zur Seite gestanden oder ihn als Lehrer geschätzt haben, werden ihn in bester Erinnerung behalten. Er selbst, der so manchen Freund und Kollegen überlebt und über die sich ständig weitenden Lücken nachgesonnen hat, würde uns jetzt mit seinem verständnisvollen, feinen Lächeln an die Vergänglichkeit erinnern.

E. Wenk

VERÖFFENTLICHUNGEN

Kristallographische Untersuchungen an dem Chlorhydrat des Ammonium-*o*-aminobenzoat und an dem Benzylidenmethylcamphanketon. Z. Kristallogr. *62*, 3/4; 1925.

O. GRÜTTER und H. PREISWERK: Bericht über die Exkursion der Schweizerischen Mineralogischen und Petrographischen Gesellschaft in die Vogesen. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. *VII*, 2; 1927.

Petrographische und geologische Untersuchungen in der Region von Bosco (Valle Maggia), Tessin. Dissertation. Verh. Naturf. Ges. Basel *XL*, 79–152; 1929.

Über einige Ergebnisse der geologischen Untersuchung der Kraftwerkanlage Monte Piottino (Tessin). Eclogae geol. Helv. *24*, 1; 1931.

Ein Skolezitfund in der Valle Maggia (Tessin). SMPM XI/2, 1931. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. *XI*, 2; 1931.

O. GRÜTTER und H. PREISWERK: Geologische Karte der Tessiner Alpen zwischen Maggia- und Bleniotal. Spezialkarte Nr. 116. Schweiz. Geol. Kommission, 1934.

O. GRÜTTER, P. NIGGLI, H. PREISWERK et al.: Geologische Beschreibung der Tessiner Alpen zwischen Maggia- und Bleniotal. Beitr. geol. Karte Schweiz NF 71, 1936.

Kristallographische Untersuchungen an Perchloraten der drei Basen:
1-Dimethylamino-6-hydroxy-dihydrocarvon (Base I)
1-Hydroxy-6-dimethylamino-dihydrocarvon (Base II) und
6-Dimethylaminocarvon (Base III).
Z. Kristallogr. (A) *102*; 1939.

Die Kluft- und Drusenmineralien im Juragebirge, in: Die Mineralien der Schweizer Alpen von P. NIGGLI, J. KOENIGSBERGER und R. L. PARKER, 1940.

Schweizer Salinen, in: Ciba-Zeitschrift *8*, 90 (Salznummer).

Vom Sammeln der Mineralien und Gesteine. I und II, in: Leben und Umwelt *3*; 1947.

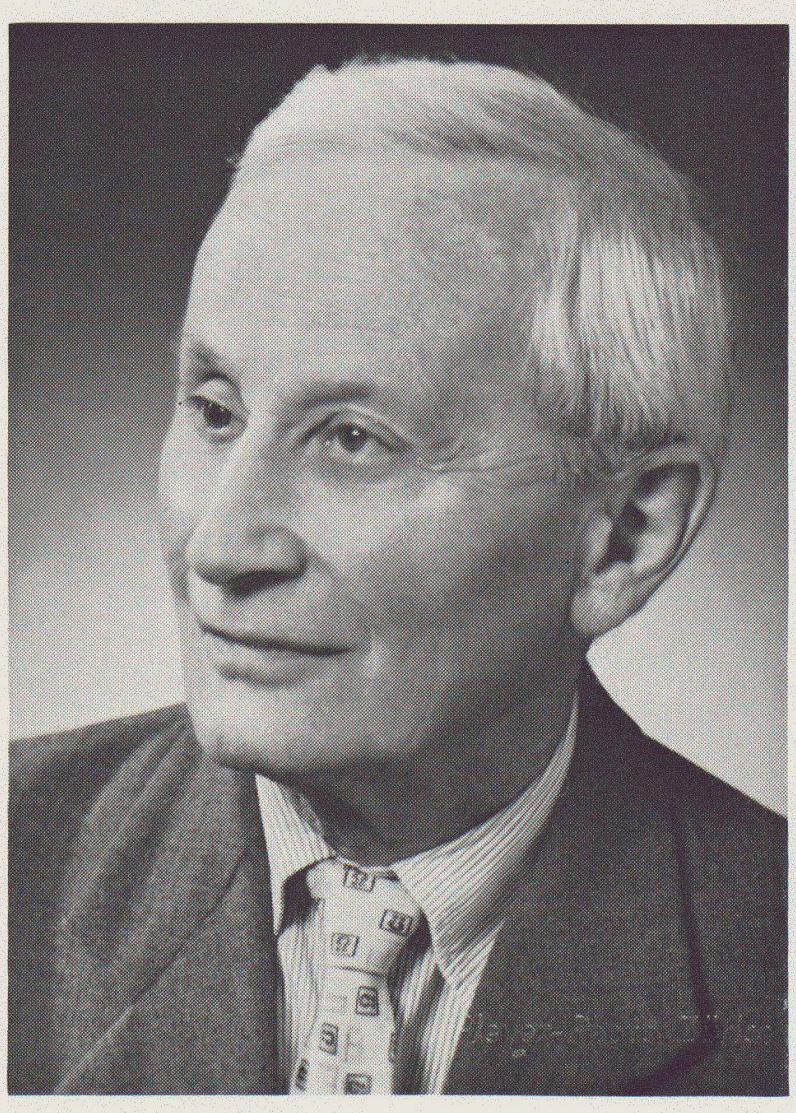
Georg Agricola (1494–1555). Zum 400. Gedenktag seines Todes am 21. November 1955. Experientia *XI*, 12, 501; 1955.

Bericht über die praktisch-geologische und technologische Exkursion im Juragebiet. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. *35*, 2; 1955.

Dr. Friedrich Marcus Hünerwadel, 1894–1960. Bull. VSP 72; 1960.

O. GRÜTTER, E. WENK und H. SCHWANDER: Labradorit aus Plateaubasalt von Ostgrönland. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. *41*, 53–63; 1961.

O. GRÜTTER, G. RUTISHAUSER, H. HEUSSER und H. SCHWANDER: Zur chemolytischen Behandlung von Harnwegskonkrementen. Schweiz. med. Wschr. *91*, 46; 1961.



Werner Lüdi

1888–1968

4

Werner Lüdi

1888–1968

Am 29. Februar 1968 ist in seinem Heim in Zollikon Dr. Werner Lüdi in seinem achtzigsten Lebensjahr entschlafen. Die schweizerische Floristik und Pflanzengeographie, die geobotanische und quartärbotanische Forschung, der schweizerische Naturschutz und zahlreiche wissenschaftliche Vereinigungen haben einen initiativen und ideenreichen Mann verloren.

Am 1. Oktober 1888 wurde Werner Lüdi als Sohn des Jakob Lüdi von Heimiswil und der Lina, geb. Lehmann, in Münsingen geboren. Sein Vater wirkte dort als Sekundarlehrer, seine Mutter längere Zeit als Primarlehrerin. Er erlebte mit zwei Geschwistern eine glückliche Jugendzeit, verlor aber durch ein tragisches Geschick mit vier Jahren beim Spiel ein Auge. Früh schon, stärker im Lehrerseminar Hofwil, galten seine besondern Interessen der Pflanzenwelt. Dem jungen Lehrer, der 1908–1911 die Gesamtschule in Mürren führte, tat sich in der Alpenflora eine Welt von Problemen und Erkenntnissen auf, die ihn zum Weiterstudium drängten.

Zunächst erwarb er sich das Sekundarlehrerpatent, widmete sich dann dem Studium der Botanik bei Prof. Ed. Fischer und dem damaligen Privatdozenten Dr. W. Rytz in Bern. Er schloss 1921, nach einem längern Aufenthalt in Montpellier, seine Studien mit höchster Auszeichnung ab mit dem Patent fürs höhere Lehramt und dem Doktorat. Seine Dissertation über «Die Pflanzengesellschaften des Lauterbrunnentales und ihre Sukzession» verhalf der dynamisch-sukzessionistischen Betrachtungsweise der Vegetation, wie sie R. Siegrist in den Auenwäldern der Aare und E. Furrer in seinen Studien im Bormiesischen angebahnt hatten, in der Schweiz zur allgemeinen Anerkennung. Reiche Anregung erhielt Werner Lüdi in Montpellier bei Flahault und J. Braun. Eine enge Freundschaft verband ihn schon damals mit Eduard Frey, dem Flechtenforscher, seinem Seminarkollegen und treuen Begleiter auf vielen Wanderungen und Hochtouren.

Fast 16 Jahre (1915–1931) wirkte Werner Lüdi als Biologielehrer erfolgreich an der Knabensekundarschule im Weissensteinschulhaus in Bern durch neuzeitlichen Arbeitsunterricht und einen vorbildlichen Schulgarten. In dieser Zeit reifte die Lehrerpersönlichkeit Werner Lüdis heran zu dem, was seine Schüler, die damaligen Mittelschüler und später die

Studenten, hoch schätzten oder gelegentlich fast fürchteten: streng wissenschaftliches Denken, Wirklichkeitssinn, Zielstrebigkeit bis zur Hartnäckigkeit, unermüdliches Vorwärtsdrängen.

Die Einsicht in die Notwendigkeit der Volksbildung, den engen Zusammenhang zwischen Natur und Mensch, zwischen Wissenschaft und Volkswirtschaft bestimmten zahlreiche wissenschaftliche, pädagogische und methodische Arbeiten, denen sich Werner Lüdi in diesen Jahren mit Hingabe widmete. Er trat für einen modernen Biologieunterricht in Lehrerkreisen und -zeitschriften mehrfach ein, für den Naturschutz, für den Kartoffelbau in Berggegenden, für die Gründung der Bernischen Botanischen Gesellschaft (1918), später für Alpweidenverbesserung.

Im Jahr 1922 verheiratete sich Werner Lüdi mit Leni Arm, die ihm drei Töchter schenkte und ihn auf seinen Forschungsreisen unzählige Male begleitete und umsorgte. Die Familie mit Kindern und Grosskindern war ihm lebenslang ein Quell der Erholung und Kraft.

Werner Lüdi habilitierte sich 1927 an der Universität Bern mit der Arbeit «Der Assoziationsbegriff in der Pflanzensoziologie» (Diels Bibl. Bot., Stuttgart 1928) und erhielt einen Lehrauftrag für Botanik, speziell Pflanzenökologie und Arbeitsmethoden des botanischen Unterrichts. Mit einfachsten Mitteln musste und konnte er Vorlesungen und Kurse durchführen. Anschaulichkeit, Wissenschaftlichkeit und praktische Tätigkeit kennzeichneten seinen Unterricht; nicht das, was wir im Kollegheft hatten, war ihm wichtig, sondern das, was wir uns aneigneten. In diese Zeit fällt die Gründung des Alpengartens Schynige Platte, an der er massgebend beteiligt war. Mit Prof. Rytz und Prof. Arbenz führte er 1932 die erste Kurswoche auf der Schynigen Platte durch; diese Kurswochen wurden zur festen Institution.

Zur Sukzessionsforschung Lüdis gesellten sich floristische Forschungen, vertieftes Eindringen in die Erfassung der Ökologie der Vegetation, begeisterte Aufnahme der neuen Methode der pollenanalytischen Vegetationsforschung. Das damals noch so strenge und enge Lehrstuhlsystem an unseren Universitäten und die starke Entwicklung der physiologischen und biochemischen Forschungsrichtung in der Biologie veranlassten Werner Lüdi 1931 zur Annahme der Stelle des Direktors am privaten Geobotanischen Institut Rübel in Zürich und zum Verzicht auf seine Dozentur im Jahr 1933.

Für die Mittelschule bedeutete seine Übersiedlung nach Zürich einen Verlust, für die Geobotanik eine Rettung und Verankerung. Wohl gestattete das Forschungsinstitut von Prof. Dr. Eduard Rübel keine direkte Dozententätigkeit. Der Initiative und der Bereitschaft Lüdis zu fachlichen und menschlichen Beziehungen gelang es, weltweite Beziehungen zu pflegen und der Geobotanik auch bei uns auf Grund unermüdlicher wissenschaftlicher Tätigkeit einen festen Platz innerhalb der spezialisierten Fachrichtungen der Botanik zu sichern. Auf dem Wege über Assistentenstellen am Geobotanischen Institut gelang ihm auch die Förderung des Nachwuchses, sind doch heute drei Professuren für Systematik und Geobotanik in der Schweiz mit seinen Schülern besetzt.

Während 27 Jahren (bis 1958) stand Werner Lüdi dem Geobotanischen Institut vor, wurde Redaktor der jährlich publizierten Berichte, die meist auf über hundert Textseiten zahlreiche wertvolle wissenschaftliche Arbeiten enthalten, wurde Redaktor der Veröffentlichungen des Geobotanischen Instituts Rübel, die zu einer achtunggebietenden Reihe angewachsen sind. Als Präsident der Pflanzengeographischen Kommission der SNG in den Jahren 1946–1963 war er vielbeschäftigter Redaktor der Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme. Vom Jahr 1936 an führte er 12 Kurse in Alpenbotanik durch. Als Mitglied der Kommission der Internationalen Pflanzengeographischen Exkursionen half er zahlreiche dieser Exkursionen organisieren und machte die Mehrzahl davon auch mit. Aus seinen eigenen Forschungsreisen seien diejenigen in den Apennin hervorgehoben, aus denen wertvolle wissenschaftliche Arbeiten hervorgingen. Reges Interesse konzentrierte er zusammen mit seinen Mitarbeitern am Geobotanischen Institut auf vegetationsgeschichtliche Untersuchungen; aus diesen Arbeiten seien nur diejenigen vom Grossen Moos, über die Sihltalmoore, über das Südtessin und die Schieferkohlen der Schweiz erwähnt.

Dem Naturschutz und dem Schweizerischen Bund für Naturschutz leistete Werner Lüdi in den letzten Jahrzehnten seines Lebens grosse und unschätzbare Dienste. Bei ihm, dem besten Kenner der Flora und Vegetation der Schweiz, waren Wahl und Begutachtung und Betreuung von Naturschutzgebieten in besten Händen. Er stritt mit Feuereifer für das als richtig Erkannte und gab Kraft und Zeit nicht nur an Nationalpark und Aletschwald, sondern auch an viele andere Objekte, wie sie insbesondere im Schweizerischen «Inventar der schützenswerten Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung» festgehalten sind. Dass er dabei oft seine eigenen Arbeiten aufschieben musste, ist zu bedauern (wir denken vorab an die grosszügigen und Jahrzehnte dauernden Untersuchungen über die Verbesserungsmöglichkeiten der alpinen Magerrasen vom Typ der Nardeten auf der Schynigen Platte). Werner Lüdi hat sich dabei verantwortungsbewusst gegenüber der Mitwelt für diese grosse, wichtigere Aufgabe entschieden, wie er sich auch den Aufgaben der Öffentlichkeit nicht verschloss, als er mit grossem Einsatz während zwölf Jahren das Amt eines Gemeinderates von Zollikon versah.

Wissenschaft und Öffentlichkeit und zahllose in- und ausländische wissenschaftliche Gesellschaften danken Werner Lüdi für seinen hingebenden Einsatz.

Max Welten

Die Liste der Publikationen Werner Lüdis bis 1958 ist niedergelegt im Festband zu seinem 70. Geburtstag:

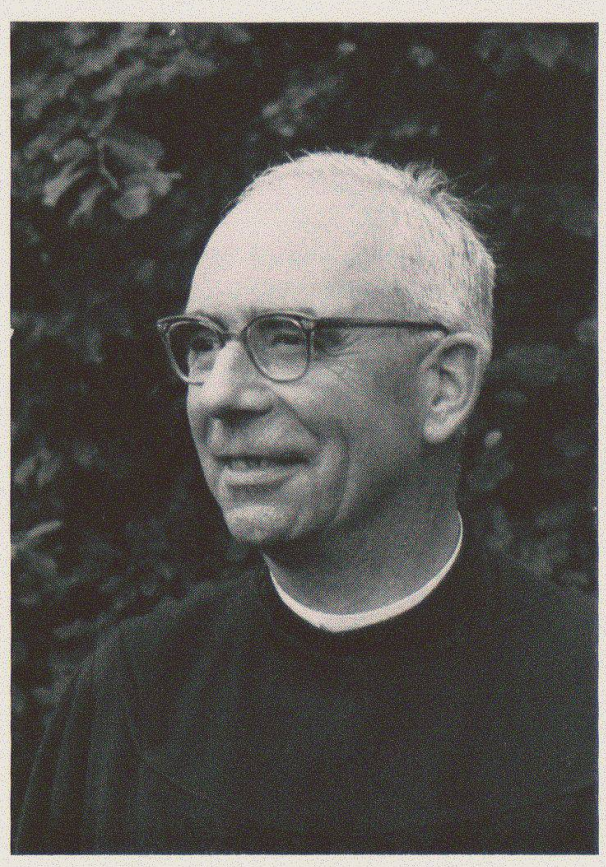
M. WELTEN und H. ZOLLER: Veröff. Geobot. Inst. Rübel *33*; Bern 1958.

Spätere Veröffentlichungen und Nachträge finden sich in:

E. LANDOLT: Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel *38*; 1968.

Eine Zusammenstellung weiterer Nachrufe gibt:

E. FURRER: 50 Jahre Geobotanisches Institut Rübel. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel *39*; 1969.



P. Coelestin Merkt

1906–1967

5

P. Coelestin Merkt

1906–1967

In der Nacht vom 18. auf den 19. Oktober 1967 starb in seinem Arbeitszimmer im Gymnasium, ganz einsam, Dr. P. Coelestin Merkt, der als Jahrespräsident für die Versammlung der SNG 1968 gewählt worden war.

P. Merkt war durch sein vielseitiges Wissen auf dem Gebiet der Naturwissenschaften weit über die Grenzen unseres Kantons hinaus bekannt. Seine innere Verbundenheit mit der Natur brachte er von zuhause mit. Er wurde am 8. April 1906 in Rheinau geboren, und oft erzählte er von seinen Wanderungen dem Rhein entlang, von seiner Begegnung mit der Pflanzen- und Tierwelt dieser schönen Gegend.

Nach vollendetem Theologiestudium schickte ihn der Abt nach Freiburg, wo er unter Professor Dr. P. Ursprung sein Studium der Botanik mit der Doktorarbeit «Untersuchung der Grenzplasmolyse bei Koniferennadeln» abschloss.

Im Sommer 1939 erlitt Dr. P. Damian Buck einen Schlaganfall, und P. Merkt wurde Hauptlehrer der Naturgeschichte am Gymnasium und Betreuer der naturwissenschaftlichen Sammlungen. – Bald wurde er auch Präsident der Naturforschenden Gesellschaft des Kantons Schwyz, der er bis zum Tode vorstand. Als guter Kenner der Pflanzen- und Tierwelt unseres Kantons verstand er es, das Interesse weiter Kreise durch zahlreiche Vorträge und Exkursionen zu wecken und setzte sich eifrig für Schutzgesetze für Pflanzen und Tiere in unserem Kanton ein und wirkte eifrig im Naturschutzbunde mit.

Als Präsident des Fischereiverbandes nahm er sich mit viel Geschick des Fischbestandes des Sihlsees an. Unermüdlich war sein Einsatz für den Gewässerschutz, auch wenn sein Mahnen oft wenig Gehör fand.

Sein vielseitiges Wissen erwarb er sich durch eifriges Studium der einschlägigen Literatur, durch den Besuch wissenschaftlicher Tagungen; so besuchte er regelmässig die Jahresversammlung der SNG.

Diese Verbundenheit mit der wissenschaftlichen Welt befruchtete seine Haupttätigkeit, seinen Dienst an der Schule. Sein Wissen um neueste Entwicklungen auf naturwissenschaftlichem Gebiet hielt seinen Unterricht lebendig und zeitaufgeschlossen.

P. Merkt war bei aller ernsten, wissenschaftlichen Tätigkeit auch ein froher, geselliger Mensch, der nach getaner Arbeit auch Zeit für frohe

Stunden hatte, und gerade in diesen frohen Stunden lernte man seine Güte in besonderer Weise kennen.

Es wäre falsch, wenn jemand glaubte, P. Merkt wäre in seiner naturwissenschaftlichen Tätigkeit ganz aufgegangen und hätte das Mönchsein vernachlässigt, er wollte auch als Priester wirken. So betreute er 20 Jahre lang – bis zu seinem Tod – den Gottesdienst im Bürgerheim, Jahr für Jahr segnete er nach kirchlichem Brauch die Alpen der Umgebung, und treu erfüllte er stets seine Pflichten als Mönch im Leben des Klosters.

Für all dies treue Wirken hat ihm der Herr über Leben und Tod den wohlverdienten Lohn gegeben. Wir aber wollen sein Andenken treu bewahren.

P. Kanisius Zünd

6

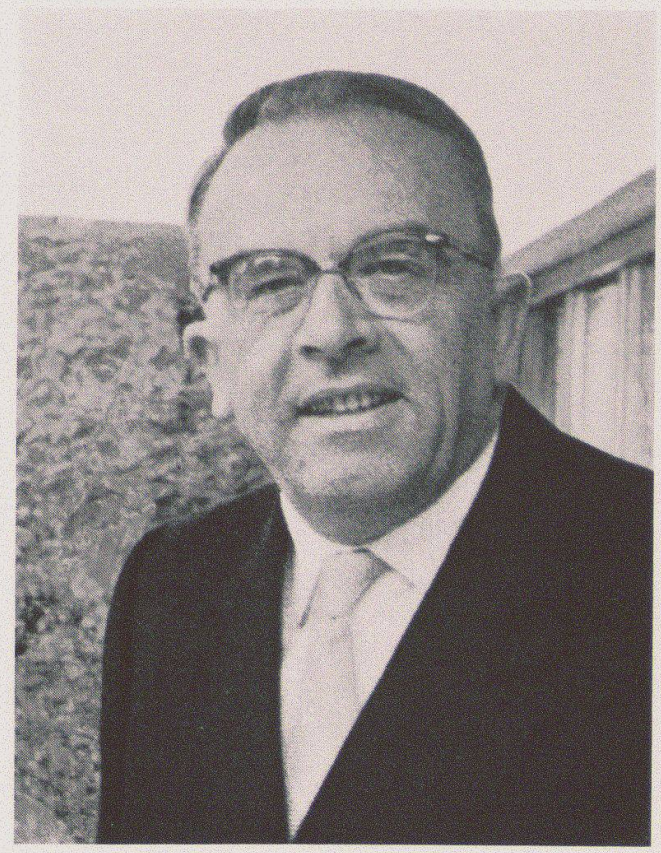
Alfred Rutishauser

1906–1967

Im Alter von erst 62 Jahren wurde Alfred Rutishauser am 16. November 1967 mitten aus seiner intensiven und rastlosen Tätigkeit als Forscher und akademischer Lehrer abberufen.

Er wurde 1906 als Bürger von Bottighofen TG in Schaffhausen geboren, wo er auch alle Schulen durchlief. Aus einfachen Verhältnissen stammend, ergriff er gleich nach Beendigung der Kantonsschule den Beruf eines Elementarlehrers und amtete während dreieinhalb Jahren im stillen Klettgauer Dorf Gächlingen. Die reiche Flora des Kantons Schaffhausen mag ihn wohl zur Wahl des Hauptfaches Botanik bewogen haben, nachdem er sich 1929 an der Universität Zürich immatrikuliert hatte. Alfred Rutishausers ganzes späteres Werk wurde hier in ausschlaggebender Art beeinflusst durch den damaligen Vertreter der allgemeinen Botanik, Professor Alfred Ernst. Dieser gab ihm als Dissertationsthema die Aufgabe, die Fortpflanzungsverhältnisse bei einer tropischen Verwandten unserer Mistel abzuklären. Alle Vertreter dieser Familie sind Halbparasiten und weisen nicht nur eine interessante Ernährungsart auf, sondern auch eigenartige Reduktionen im Bereich der Blüten. Solche Rückbildungen sind sowohl im Tier- wie im Pflanzenreich bei parasitärer Lebensweise anzutreffen. In einer vorbildlich klaren Dissertation legte A. Rutishauser in kürzester Zeit die Ergebnisse seiner Arbeit nieder. Seine Fähigkeit, rasch und genau zu arbeiten und ohne zu zögern die wesentlichen Resultate zu veröffentlichen, zeigte sich schon damals. Professor Ernst hätte den begabten Mitarbeiter gerne behalten; der Staat sparte aber an den Assistentengehältern derart, dass auch bei voller Tätigkeit ein Assistent davon kaum leben und vor allem nicht daran denken konnte zu heiraten. Angesichts der damaligen wirtschaftlichen Krisenzeit ist es verständlich, dass Alfred Rutishauser die Gelegenheit ergriff, an der Kantonsschule Schaffhausen eine Lehrstelle zu erhalten.

Aber auch nach seiner Wahl zum Kantonsschullehrer bewies er, dass in ihm das Feu sacré eines echten Wissenschafters brannte. Trotz der starken Belastung durch die Unterrichtstätigkeit suchte er sich ein eigenes schwieriges Forschungsthema, nämlich die Fortpflanzung der Fingerkräuter (Potentilla). Unter Aufopferung seiner Freizeit und seines Gartens hat er hier Ausserordentliches geleistet. A. Rutishauser konnte zeigen, dass der Pollen zur Entwicklung des Nährgewebes für den Embryo



ALFRED RUTISHAUSER

1906–1967

notwendig ist, hingegen nicht für die Eizelle. Diese selbst kann sich bei befruchtetem Nährgewebe, aber auch nur dann, selbständig ohne Befruchtung zu einem Embryo entwickeln. Mit einer Ausdauer, die nur der würdigen kann, welcher die Schwierigkeiten solcher Untersuchungen kennt, hat Rutishauser diese Pseudogamie bei den Fingerkräutern und später noch an andern Pflanzen untersucht. Mit einer grösseren Arbeit über dieses Gebiet hat er sich 1948 habilitiert. Als die Vermehrung der Studentenzahl eine Vergrösserung des Lehrkörpers am Institut notwendig machte, lag es nahe, den so erfolgreichen Wissenschafter aus Schaffhausen wieder an die Universität Zürich zurückzuholen und ihm den seiner Arbeitsrichtung entsprechenden Anteil an der Lehrtätigkeit zu übergeben.

Mit der ihm eigenen Energie und Tatkraft hat Professor Rutishauser nun die ihm gebotene Gelegenheit, Schüler heranzuziehen und ihnen neue Gebiete der wissenschaftlichen Botanik zu erschliessen, benützt und im Rahmen des Instituts für allgemeine Botanik ein zytologisches Laboratorium ausgebaut, das durch seinen bald international bekannten Leiter auch ausländische Studenten anzog. Mit Hilfe begabter Schüler erweiterte er sein ursprüngliches Forschungsprogramm vor allem in karyologischer Richtung. Ein von ihm entwickeltes Verfahren, die Chromosomenzahl im Nährgewebe zu bestimmen, ist heute zu einer Standardmethode in vielen Laboratorien geworden. Methoden sind aber für A. Rutishauser nie Selbstzweck gewesen, und auch hier hat er in einer Abhandlung gezeigt, in welcher Richtung der Fortpflanzungsbiologie mit Hilfe dieses Verfahrens wichtige Ergebnisse zu erwarten sind.

In verschiedenen Auslandsaufenthalten in Schweden und England nahm er Kontakt mit den hervorragendsten Zytologen auf. Zusammen mit dem englischen Zytologen La Cour entdeckte Professor Rutishauser die bemerkenswerte Unstabilität bestimmter Chromosomen im Nährgewebe von Bastarden, die besonders dann gross ist, wenn die Chromosomen sich in einem fremden Plasma befinden.

Viele Pflanzen besitzen neben den normalen Chromosomen noch winzig kleine akzessorische Chromosomen, deren Bedeutung man noch nicht kennt. Mit verhältnismässig wenigen, aber geschickt angelegten Kreuzungen konnte Professor Rutishauser zeigen, dass diese sogenannten B-Chromosomen über den Pollen normal an die Nachkommen verteilt werden, in den Nährgeweben jedoch in grösserer Zahl als theoretisch zu erwarten auftreten. Sie werden also wahrscheinlich von der weiblichen Seite bevorzugt übertragen.

Die intensive Beschäftigung mit der Chromosomen-Zytologie führte Professor Rutishauser fast automatisch in ein Gebiet, das wir heute der Molekularbiologie zuordnen, nämlich das Problem der Verdoppelung der Erbsubstanz in den Chromosomen, die ja einer Kernteilung vorangehen muss. In kürzester Zeit wurden auch hier die Methoden bewältigt und die Technik der radioaktiven Markierung als Standardmethode im Laboratorium eingeführt und in Doktorarbeiten ausgewertet.

Professor Rutishauser hat auch früh erkannt, dass die unorganisierte

Zellvermehrung, die in einem Krebsgewebe vor sich geht, nicht ohne Berücksichtigung der zytologischen Verhältnisse untersucht und verstanden werden kann. Mit der grossen Erfahrung in der Untersuchung pflanzlicher Chromosomen gewappnet, baute er in Zusammenarbeit mit Pathologen und Chemikern eine Krebsforschungsgruppe auf, die sich mit der zytologischen Wirkung kanzerogener und kanzerostatischer Substanzen befasste.

Seine grossen Erfahrungen und Kenntnisse in diesen verschiedenen Gebieten wollte Professor Rutishauser noch in zusammenfassenden Werken allgemein zugänglich machen. Diese Pläne konnte er leider nicht mehr vollständig verwirklichen. Trotz seiner schon schwer geschädigten Gesundheit gelang es ihm aber noch unter Aufbietung aller Kräfte, in einem Band des Handbuches der Protoplasmaforschung eine Übersicht über die Fortpflanzung und die Reduktionsteilung apomiktischer Blütenpflanzen zu geben. Wir müssen dem Schicksal dafür dankbar sein, denn hier konnte er seine eigenen Forschungen und die seiner Schüler auf diesem Gebiet zusammenfassend darstellen und in einem grösseren Rahmen mit den Ergebnissen anderer Forscher vergleichen. Jedem auf diesem Gebiete Tätigen wird das Buch eine grosse Hilfe sein. Professor Rutishauser hat sein Werk seinem nun über neunzigjährigen Lehrer Professor Alfred Ernst gewidmet, der vor über 50 Jahren ein Buch verwandten Inhaltes geschrieben hat. Dieses hat seinerzeit einen ausserordentlich stimulierenden Einfluss auf die Forschung ausgeübt, und es ist nicht zu bezweifeln, dass Rutishausers Arbeiten von ähnlicher Wirkung sein werden.

An den Exkursionen, die meist in die so geliebte Schaffhauser Landschaft führten, aber auch in den Kolloquien und in den Vorlesungen kamen seine Begeisterung für die Wissenschaft, aber auch sein unverwüstlicher Humor und seine Schlagfertigkeit immer wieder zum Durchbruch. Diese Züge seiner Persönlichkeit, aber auch seine didaktischen Erfahrungen auf verschiedenen Schulstufen, liegen seinem Erfolg als akademischer Lehrer zugrunde. Durch Lob und Ermunterung, nie durch verletzende Kritik, verstand es Professor Rutishauser, seinen Schülern Mut zur Bewältigung auch schwieriger Probleme einzuflössen.

Als vorbildlicher Lehrer, als Wissenschafter aus Leidenschaft, als ein Forscher, der trotz grosser gesundheitlicher Gefährdung unbeirrt seine sich selbst gestellten schweren Aufgaben löste, wird uns Professor Rutishauser in Erinnerung bleiben *Hans Wanner*

VERÖFFENTLICHUNGEN von Prof. Dr. A. RUTISHAUSER
von Dr. R. KELLER

1935 Entwicklungsgeschichtliche und zytologische Untersuchungen an Korthalsella Dacrydii (Ridl.) Danser. Ber. Schweiz. Bot. Ges. *44*, 389–436.

1937 Blütenmorphologische und embryologische Untersuchungen an den Viscoideen Korthalsella Opuntia Merr. und Ginalloa linearis Dans. Ber. Schweiz. Bot. Ges. *47*, 5–28.

– Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Thesium rostratum M. und K. Mitt. naturforsch. Ges. Schaffhausen *XIII*, 25–47.
1939 Zur Embryologie pseudogamer Potentillen. Mitt. naturforsch. Ges. Schaffhausen *XV*, 203–215.
1943 Untersuchungen über die Fortpflanzung und Bastardbildung apomiktischer Potentillen. Ber. Schweiz. bot. Ges. *53*, 5–83.
– Konstante Art- und Rassenbastarde in der Gattung Potentilla. Mitt. naturforsch. Ges. Schaffhausen *XVIII*, 111–134.
– Über die Entwicklungsgeschichte pseudogamer Potentillen. Arch. Jul.-Klaus-St. Vererb.forsch. *XVIII*, 687–691.
1945 Über die Fortpflanzung einiger Bastarde von pseudogamen Potentillen. Arch. Jul.-Klaus-St. Vererb.forsch. Erg. zu *XX*, 300–314.
– Zur Embryologie apomiktischer Potentillen. Ber. Schweiz. bot. Ges. *55*, 19–32.
1946 Über Kreuzungsversuche mit pseudogamen Potentillen. Arch. Jul.-Klaus-St. Vererb.forsch. *XXI*, 469–472.
– Über eine neue Planktonalge des Hochrheines. Mitt. naturforsch. Ges. Schaffhausen *XXI*, 44–46.
1947 Untersuchungen über die Genetik der Aposporie bei pseudogamen Potentillen. Experientia *III*, 204.
1948 Pseudogamie und Polymorphie in der Gattung Potentilla. Arch. Jul.-Klaus-St. Vererb.forsch. *XXIII*, 267–424.
1949 Untersuchungen über die Pseudogamie und Sexualität einiger Potentillen. Ber. Schweiz. bot. Ges. *59*, 409–420.
1950 Untersuchungen über die Zytologie des Endosperms. Arch. Jul.-Klaus-St. Vererb.forsch. *XXV*, 477–483.
1953 Chromosome breakage experiments with endosperm: Subchromatid breakage. Nature *172*, 501.
1953/54 Die Entwicklungserregung des Endosperms bei pseudogamen Ranunculusarten. Mitt. naturforsch. Ges. Schaffhausen *XXV*, 1–45.
1954 X-ray breakage experiments with endosperm. I. sub-chromatid breakage. Chromosoma *6*, 696–709.
– Entwicklungserregung der Eizelle bei pseudogamen Arten der Gattung Ranunculus. Bull. Schweiz. Akad. med. Wissenschaften *10*, 491–512.
– Weitere Beiträge zur Genetik der Aposporie pseudogamer Potentillen. Arch. Jul.-Klaus-St. Vererb.forsch. *XXIX*, 223–233.
1955 Das Verhalten der Chromosomen in arteigener und artfremder Umgebung. Vjschr. naturforsch. Ges. Zürich 17–26.
– Genetics of endosperm. Nature *176*, 210–212.
1956 Spontaneous chromosome breakage in endosperm. Nature *177*, 324–325.
– Spontaneous chromosome breakage in hybrid endosperms. Chromosoma *8*, 317–340.
– Zytogenetik des Endosperms. Ber. Schweiz. bot. Ges. *66*, 318–335.
– Genetics of fragment chromosomes in Trillium grandiflorum. Heredity *10*, Part 2, 195–204.
– Chromosome distribution and spontaneous chromosome breakage in Trillium grandiflorum. Heredity *10*, Part 3, 367–407.
1960 Untersuchungen über die Evolution pseudogamer Arten. Ber. Schweiz. bot. Ges. *70*, 113–125.
– Telocentric fragment chromosomes in Trillium grandiflorum. Heredity *15*, Parts 2 and 3, 241–246.
– Das Verhalten zentrischer Fragmente im Endosperm von Trillium grandiflorum. Arch. Jul.-Klaus-St. Vererb.forsch. *XXXV*, 413–418.

- Zur Genetik überzähliger Chromosomen. Arch.Jul.-Klaus-St.Vererb.forsch. *XXXV*, 440–458.
- Fragmentchromosomen bei Crepis capillaris. Festschrift Albert Frey-Wyssling (Beiheft zu den Z.Schweiz.Forstver. 30), 93–105.

1961 Apomixis and polyembryony in angiosperms-pseudogamous reproduction and evolution. Recent Advances in Botany, University of Toronto Press, 699–702.

1962 Chromosomenstudien an heterotransplantierten menschlichen Tumoren (Ges. der Ärzte in Zürich, ordentl. Sommersitzungen 1961 im Kantonsspital Zürich). Schweiz.med.Wschr. *92*, 180.

1963 Zytogenetik transplantabler tierischer und menschlicher Tumoren. Neujahrsblatt Naturforsch.Ges. Zürich, 85 S.
- Cytological investigations with a new class of cytotoxic agents: Methylhydrazine derivatives. Experientia *19*, 131.
- Genetics of B-chromosomes. Genetics Today. Proc. XI. Int. Congress of Genetics, The Hague, Netherlands, Sept. 1963. Pergamon Press Ltd.

1964 Boosting mechanism of B-chromosomes in Crepis capillaris. Chromosomes Today, Vol. I, 1st Oxford Chromosome Conference, July 28–31, p. 28–30.
- Cytogenetics of the endosperm. 10th Int. Bot. Congress, Edinburgh, August 1964. Abstracts of papers, T. & A. Constable Ltd., Edinburgh 1964 (Abstract 701, p. 302/303: Angiosperm reproduction III).

1965 Genetik der Pseudogamie bei Ranunculus auricomus s.l. W.Koch. Ber.Schweiz. Bot.Ges. *75*, 157–182.

1967 Untersuchungen über den Wirkungsmechanismus von Procarbazin (Natulan). Experientia 23, 222–228.
- Fortpflanzungsmodus und Meiose apomiktischer Blütenpflanzen. Protoplasmatologia VI (Kern- und Zellteilung)/F. (Die Chromosomen in der Meiose)/3.



WILLY SCHUDEL

1896–1967

7

Willy Schudel

1896–1967

«Freundschaft ist etwas, das wie Blutsverwandtschaft über alle andere, dem Menschen theuren Verhältnisse hinausgeht», schrieb Jakob Grimm am 12. April 1845 aus Berlin an Friedrich Christoph Dahlmann in Bonn. Er tat es, nachdem er den Freund nach einem Erlebnis so ganz wiedergefunden und an sich geschlossen hatte.

Wie habe ich nach Dir gesucht, teurer Freund, nachdem Du uns für immer verlassen hast! Vor nicht allzulanger Zeit hatte ich mir den Briefwechsel zwischen den Brüdern Grimm und Dahlmann und Gervinus wieder vorgenommen und dabei einiges, was mich besonders berührte, mit einem Bleistift am Rande angestrichen. – Gestern, am Sonntagnachmittag, als ich mit Deiner lieben Gattin und Deinem Sohne in Deinem Bücherzimmer sass und wir den schönen, kolorierten Stich der Stadt Bonn von der Wand nahmen und betrachteten, erinnerte ich mich dieser Briefstelle. Ich sah auch in Deine Bücherregale und die auf Deinem Arbeitstisch liegenden Bücher: Physik und wieder Physik, Buch an Buch und Reihe an Reihe. – Schon in der Kantonsschule warest Du unter Deinen Kameraden der «Physiker», und Professor Julius Gysel, der sehr viel experimentierte, durfte seine Freude an Dir haben, während wir andern den interessanten Vorgängen mehr als Zuschauer beiwohnten. Natürlich nicht alle; ich will keinen verletzen. Aber wo sind sie? Als wir am Samstag im Waldfriedhof Abschied nahmen und Pfarrer Kuster seine ergreifende Predigt unter den 36. Psalm, Vers 10 stellte: «Denn bei dir ist die Quelle des Lebens, und in deinem Licht sehen wir das Licht», waren nur noch ganz wenige Kameraden da, und mir wurde bewusst, dass die meisten uns vorangegangen.

Vor bald drei Jahren, nachdem Du noch ein grosses Lebenswerk – die Erweiterung der Wasserversorgung der Stadt Schaffhausen – bis ins einzelne konzipiert und zum grossen Teil auch durchgeführt hattest, zogest Du Dich mit 68 Jahren zurück und lebtest nur noch Deiner Familie, der Kantonsschule, der Du als Ephorus dientest, Deinen physikalischen Studien und der Naturforschenden Gesellschaft. Du tatest es, schon bald durch Krankheit geschwächt, aber Dich wieder erholend, langsameren Schrittes, den Stoff beschränkend, doch stets in ungebrochener, Dich erfüllender Anteilnahme. Erst jetzt, nachdem ich Dich nicht mehr be-

gleiten kann, erscheint es mir wie ein stilles Sichfügen und Beugen, wie eine Vorbereitung zur Heimkehr. So sich vollenden zu dürfen darf allen, die jetzt um Dich trauern, tröstlich sein.

Wir sassen seit der zweiten Schulklasse nebeneinander. Dein lieber Vater, der mit einem Bruder in Paris von Singapur aus ein Überseegeschäft betrieb, hatte Dich zu den Grosseltern Wischer, Malermeisters, im Haus «Zum Türmlein» in der äusseren Vorstadt gebracht, wo Du in Milde erzogen wurdest. Bald kehrte die Familie für ganz nach Schaffhausen zurück und zog ins Haus «Belvédère» neben dem Munot. Wir steckten viel beieinander, denn auch unsere Eltern waren befreundet, und unsere teilweise gestrengen, doch väterlich wohlwollenden Lehrer an der Kantonsschule, die Professoren Meister, Gysel, Kehlhofer, Haug, Kirchhofer, Wanner, zuletzt noch Aellen und Gehrig, sahen uns manches nach, wenn wir, vom «Brenner» gezeichnet, von unseren Weidlingfahrten in den Schultag zurückkehrten.

Während des Studiums in Zürich sahen wir uns nur selten, wohnten jedoch für ein Semester im gleichen Haus. Damals hatte ich mich entschlossen, von der Germanistik auf Forstwirtschaft umzusatteln, und Du halfest mir am Wiederaufbau der abgebrochenen Brücke.

Nach Erreichung des Diploms, Anfang der zwanziger Jahre, war es für einen tatenfrohen jungen Elektroingenieur schwierig, im Vaterlande eine ihn erfüllende Aufgabe zu finden. So zogest Du nach Dresden, in die Stadt mit den prächtigen Barockbauten, zahlreichen Brücken und grossartigen Kunstsammlungen, und fandest in den «Sachsen-Werken» eine Anstellung als Projektierungsingenieur. Darauf wurdest Du von der Stadtverwaltung geholt, zunächst als Bauleiter des Westkraftwerkes und anschliessend des hydroelektrischen Pumpspeicherwerkes Niederwartha. – In Fräulein Frieda Neumann, die dort als Sekretärin tätig war, fandest Du die Dich ganz verstehende und umsorgende Gattin.

Schon zu Beginn der dreissiger Jahre verdüsterte sich die Weltlage. Bei den baulichen Massnahmen waren die Vorkehren zu berücksichtigen, die im Kriegsfall den Betrieb einigermassen zu gewährleisten vermochten. So kehrtest Du, als Hans Käser von der Leitung der städtischen Gas- und Wasserwerke zurücktrat, um sich dem ihm anvertrauten Ständeratsmandat ganz widmen zu können, als sein Nachfolger in die Heimatstadt zurück.

Du fandest Dich auch in den neuen, anders gearteten Aufgaben bald zurecht. Der vieljährige Auslandsaufenthalt hatte Deinen Blick geweitet und Deine Kenntnisse gemehrt. Du warest zwar der alte, gerade, aufrechte und frohe Freund, aber Dein Blick hinter den runden Augengläsern war schärfer, bestimmter geworden, die aufrechte Haltung gestrafft, doch um den Mund erkannte ich den alten lieben Schalk.

Wie Du der Vaterstadt unter Auswertung Deiner Erfahrungen, verbunden mit unablässigem Fachstudium, als Direktor der Gas- und Wasserwerke gedient hast, das vermag viel besser als ich Dein Nachfolger, Direktor Gustav Schäfer, zu würdigen. Er schreibt mir über den teuren Heimgegangenen:

«Willy Schudel packte mit dem ihm bis zuletzt eigenen Elan die sich stellenden Aufgaben an. Das neue, 6000 Kubikmeter fassende Reservoir Breite war fertigzustellen. Im Monatsbulletin des Schweizerischen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern erschien darüber aus seiner Feder ein Bericht mit einer umfangreichen Studie über die günstigste Formwahl von Erdbehältern, und bei der Einweihung berichtete er in lebendiger Weise in Wort und Schrift über die Geschichte der Schaffhauser Wasserversorgung. Beide Publikationen zeigen uns seine Arbeitsweise: was er als praktisch tätiger Ingenieur unternimmt, überdenkt und prüft er zuvor mit wissenschaftlichen Mitteln. Mit Leichtigkeit bedient er sich dabei der Mathematik. Nie aber lässt er es bei Formeln bewenden. Durch die Beschäftigung mit der Geschichte und im Kontakt mit Menschen gewinnt er Erkenntnisse auf neuen Ebenen und das von ihm stets gesuchte, möglichst umfassende Bild des sichtbaren und unsichtbaren Geschehens.

Hatten die drohenden Kriegswolken ihn, der reiche Entfaltungsmöglichkeiten in Dresden vor sich sah, den Weg in die Heimat suchen lassen, so sah er hier seine erste Aufgabe in den Vorbereitungen für den Ernstfall. Er baute die verästelten Leitungsnetze zu Ringnetzen um, und er verstärkte das Wassernetz zusätzlich durch den Bau kilometerlanger, grosskalibriger Transportleitungen und schaffte gleichzeitig die für den Notfall erforderliche Organisation. – Als am 1. April 1944 Bomben auf Schaffhausen fielen, Wasser- und Gasleitungen barsten, bewährten sich die vorsorglich getroffenen Massnahmen. Die Versorgung der Stadt mit Gas und Wasser konnte aufrechterhalten werden. In einer vielbeachteten Publikation und in Vorträgen hat Willy Schudel die gemachten Erfahrungen ausgewertet und mitgeteilt.

Über den Kriegsbetrieb des Schaffhauser Gaswerkes, der ihm ein gerütteltes Mass an zusätzlicher Arbeit beim Aufbau des Ersatzstoffbetriebes brachte, berichtete er anlässlich der Jahresversammlung 1947 in Lausanne. Seine Feststellungen begründete er durch eine tiefschürfende mathematische Analyse.

Zum 100jährigen Bestehen des Gaswerkes verfasste er 1960 die Jubiläumsschrift ‹Hundert Jahre Gaswerk Schaffhausen›.

Die Mathematik und die Physik fesselten Willy Schudel zeit seines Lebens. Eine streng wissenschaftliche Arbeit ‹Über die Viskosität binärer Gasgemische› ist von ihm im Jahre 1941 in den ‹Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen› erschienen. Darin leitet er die Formel für die Viskosität binärer Gasgemische auf eine neuartige Weise ab und findet dabei die bisher unbekannte Beziehung zwischen den Konstanten dieser Formel, deren Berechnung aus molekularen Gegebenheiten ein Ziel der damaligen Viskositätsforschung war. In der Fachwelt ist diese Arbeit stark beachtet worden.

Willy Schudels eigentliches Lebenswerk aber stellt der Aufbau der Wasserversorgung dar. Als zu Beginn der fünfziger Jahre die Bevölkerung stark anwuchs, war dies für ihn der Anlass, ein auf weite Sicht angelegtes Ausbauprojekt zu erarbeiten. In den Jahren 1961 bis 1966 entstand nach seinen Plänen und unter seiner Leitung – mit einem Aufwand von 11,5

Millionen Franken – eine zweite, neue Wasserversorgung, die geschickt in die bestehenden Anlagen eingefügt war. Das neue Grundwasserpumpwerk Rheinhalde mit einer Förderkapazität von etwa 60000 Kubikmeter pro Tag, das Stufenpumpwerk Schützenhaus, die zwei grossen neuen Reservoire auf dem Säckelamtshüsli und auf dem Geissberg mit Inhalten von 4000 bzw. 12000 Kubikmeter und das neue grosskalibrige Leitungssystem verraten den hervorragenden Ingenieur. Bei der Einweihung im Jahre 1966 durfte der Erbauer den verdienten Dank der Behörden für ein Werk entgegennehmen, das auf Jahrzehnte hinaus der Schaffhauser Bevölkerung zum Segen gereichen wird.

Seine fundierten beruflichen Kenntnisse führten Willy Schudel von 1949 bis 1957 in den Vorstand des Schweizerischen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern, dessen Vizepräsident er während fünf Jahren war. Er arbeitete auch mit Einsatz in der Installations- und Normenkommission sowie in der Kommission für Erdungsfragen mit und präsidierte während 18 Jahren die Luftschutz-Kommission. Fünf Jahre gehörte er der Geschäftsprüfungskommission des Verbandes Schweizerischer Gaswerke an. In den Gremien, die das Problem der Erzeugung von Stadtgas aus Mineralölprodukten prüften, war er ein geschätztes Mitglied. Das erste generelle Projekt für eine regionale Gasversorgung in der Ostschweiz stammt von ihm.» Soweit sein Wirken im Hauptberuf.

Herr Max Peyer, Direktionspräsident der Ersparniskasse am Münsterplatz, schreibt:

«Die Hülfsgesellschaft der Stadt Schaffhausen, als Muttergesellschaft der Ersparniskasse, wählte 1942 Herrn Direktor Willy Schudel zum Direktionsmitglied. Die Wahl fiel ihr leicht, weil Herr Schudel in seiner Tätigkeit mit allen Bevölkerungsschichten in Berührung kam. Er verfügte über eine ausgezeichnete Intelligenz, Sinn und Verständnis für das Mögliche sowie eine gesunde soziale Einstellung. Der Charakter der Ersparniskasse machte ihm Freude. Sehr rasch nahm er regen Anteil an den Geschehnissen der Bank. Seine beruflich notwendige Vorsicht übertrug sich auf seine Tätigkeit im Kreise der Direktion. Seine Anregungen, Hinweise, auch seine Zurückhaltung geschahen stets in der Absicht, dem Wohle des Institutes zu dienen. – Die Belange aller Kunden lagen ihm am Herzen. Innerhalb der Direktion war er sehr geschätzt durch seine offene Art, seine saubere Freundschaft und seinen goldigen Humor, der auch in Sachgeschäften vielfach von Gutem war. – Allen, die mit ihm arbeiteten und ihn kannten, wird er unvergesslich bleiben.»

Es bleibt mir, teurer Freund, noch ein Wort zu sagen über Dein Wirken in der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen. Hier müsste ich weit ausholen; denn seit 1932, schon vor Deiner Heimkehr, arbeiteten wir Seite an Seite. Der Tip, der Wink, auch die auswärts und im Ausland schaffenden Schaffhauser zur Mitarbeit heranzuziehen, ging auf Professor Ernst Kelhofer zurück. Nicht nur zur Anlage und Erweiterung der Sammlungen wünschte er ihr Mittun, vielmehr ging es ihm um die Kontakte mit Menschen, die sich auswärts an Hochschulen und in der weiten Welt umgesehen und bewährt hatten. Solchen treuen Ratgebern verdankt un-

sere Gesellschaft viel. – Am 18. September 1967, nach Deinem Rücktritt aus dem Vorstand, verlieh Dir die Gesellschaft die Ehrenmitgliedschaft, die 28. in 95 Jahren. In der Urkunde, die Dir der derzeitige Präsident, Dr. Hans Hübscher, überreichte, heisst es:

«In Würdigung der vielseitigen, durch vorbildliche Sorgfalt und Klarheit ausgezeichneten Tätigkeit als Präsident der Technologischen Kommission, verbunden mit der Einrichtung des Heinrich-Moser-Zimmers im Museum zu Allerheiligen, als Präsident der Baukommission für die Schaffhauser Schul- und Volkssternwarte, als Vizepräsident der Gesellschaft, als Mitarbeiter an den ‹Mitteilungen›, als technischer Berater der Naturschutzkommission im Kampfe gegen das Kraftwerk Rheinau und – lieber Freund seit Jugendzeit – für Dein stets ausgleichendes, aufmunterndes Wirken, Deine frohe, mitreissende Art und Deine Treue.»

Es war für uns ein eigenes Gefühl, als wir nun, nachgerückt, hinter dem Experimentierkorpus standen und vor uns, in der ersten Bankreihe, unsere Lehrer sassen. Sie lächelten, klopften uns nachher ermunternd auf die Schulter und drückten uns die Hand. Dann war's überstanden; wir machten es so gut wir eben konnten. Ihr Dasein allein schon war uns eine feste Stütze. Und dann fehlte einer nach dem andern...

Ende 1951 wählte Dich der Regierungsrat auf Antrag des Erziehungsrates zum Ephorus der Kantonsschule. Nun war es Dir vergönnt, unserer obersten Schulanstalt etwas von dem zurückzuerstatten, was uns ihre Lehrer – von uns damals nicht immer verstanden – anerzogen, vermittelt und geschenkt hatten: tragende Grundlagen, väterliches Wohlwollen und treue Freundschaft. Noch lebt, still zurückgezogen, ein einziger dieser Freunde: Professor Walter Gehrig, unser Französischlehrer. – Über Dein Wirken als Ephorus der Kantonsschule, wo Du Dr. med. Robert Weibel aus Hallau ablöstest, schreibt Herr Rektor Dr. Albert Wüscher:

«Herr Dir. W. Schudel hat sein Amt während 15 Jahren mit vorbildlicher Gewissenhaftigkeit, mit grosser Sachkenntnis und feinem Einfühlungsvermögen ausgeübt. Der offizielle Rücktritt erfolgte am 31. Dezember 1966; doch wirkte Herr Ephorus Schudel noch als Experte mit bei den Maturitätsprüfungen im September dieses Jahres. – Die Kantonsschule verliert in Herrn W. Schudel einen Freund, der nicht nur den Unterrichtsgang an der Schule beaufsichtigte, sondern auf Grund seiner vielseitigen Interessen persönlich sich mit den Problemen der verschiedenen Wissensgebiete auseinandersetzte. Ganz zu Hause war er in Physik und Mathematik; aber auch geisteswissenschaftliche Fächer wie Geschichte und Philosophie vermochten ihn zu fesseln. Neben dem rein Stofflichen beschäftigte sich Herr Ephorus Schudel ebenso gründlich mit dem methodischen Vorgehen in einer Unterrichtsstunde. Dabei durfte mancher Lehrer aus den persönlichen Gesprächen mit dem Kantonsschulinspektor wertvolle Anregungen für die Unterrichtsgestaltung empfangen und vor allem auch das echte Interesse für die Anliegen der Schule und ein lebendiges, wohlwollendes Verständnis für die menschlichen Probleme verspüren. Wir werden Herrn Ephorus Direktor W. Schudel noch lange in dankbarer Erinnerung behalten.»

«Mein Freund, es gab eine Zeit, wo wir höher hinauswollten, wie fast jeder junge tätige Mensch, und Deine Gaben befähigten Dich auch dazu. Als ich jetzt Deine Bibliothek betrachtete, hätte es mir vor diesen Physikwälzern schwarz vor Augen werden können. Du hattest sie alle studiert, man sah es ihnen an, hattest nach Erkenntnis gerungen und fandest Dich in der Materie zurecht. Erst in der letzten Zeit stiegest Du herab in die Gefilde der ‹Forstmathematik›, zu Aufgaben, die wir in den obersten Klassen der Kantonsschule lösten, um das für unsere Maturanden Anregendste und für den Anschluss Brauchbare noch einmal festzuhalten. Du setztest Dich wieder in die Schulbank. – Und jetzt, in der Rückschau, über das Leben nachsinnend, denke ich wieder an die hohen Jugendpläne, an den Aufstieg zu selbständigem Wirken – später an das Sich-Einfügen und -Einordnen, an das Finden des Masses und Angemessenen, denn Dich zierte wahrhafte Bescheidenheit – und endlich an das Zurückstecken der Ziele, das Beschränken auf das den alternden Kräften Adäquate. Du tatest es getreu Deinem Wesen: schlicht, überlegen, heiter bis zuletzt, ausgesöhnt und dankbar für alles, was Dir ein reiches Leben geschenkt. – Leb wohl!» *A. U.*

8

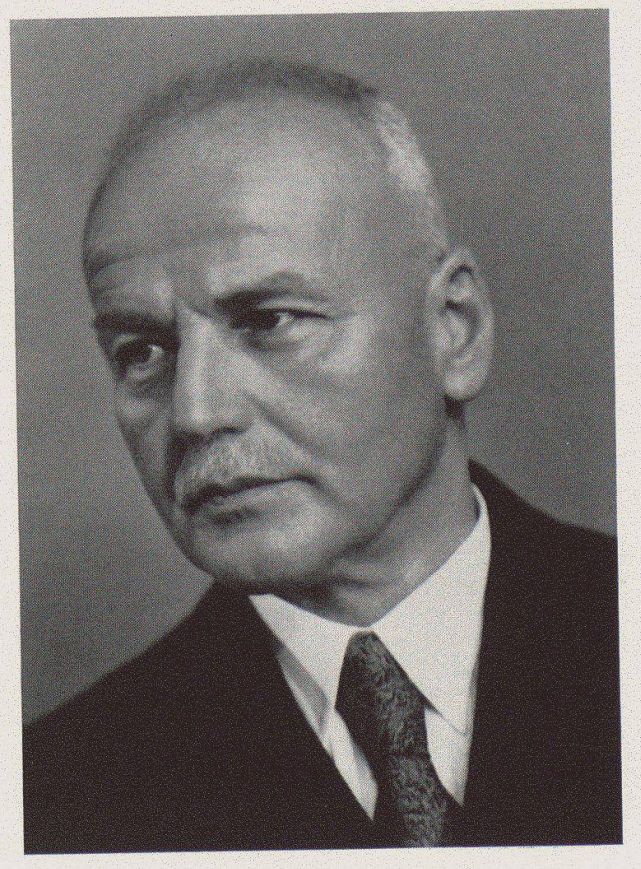
Alfred Steiner-Baltzer

1879–1968

Alfred Steiner wurde am 6. April 1879 als Sohn des Lehrerehepaars Hans und Anna Steiner-Wysshaar in Kramershaus im Dürrgraben geboren. Der Vater war ein Emmentaler. Als Kind eines Häftlimachers und zeitweiligen Schulmeisters, der für seine Familie nicht genug verdiente, hatte Hans Steiner in der Armenerziehungsanstalt Trachselwald eine traurige Kindheit erlebt, dann das Seminar Münchenbuchsee besucht und am Lehrerpult sein erstes Heim gefunden. Er führte als vorzüglicher Lehrer die Oberschule Kramershaus, hegte nebenher eine Baumschule und verkaufte den Bauern gute Obstsorten. Dann aber geriet er in Trunksucht und wurde 1898 abgesetzt. Die letzten Lebensjahre verbrachte er geistig umnachtet in der Anstalt Münsingen. Die Mutter, Anna Wysshaar, war eine lebhafte Seeländerin. Sie war mit zahlreichen Geschwistern in Lyss aufgewachsen, wo ihr Vater als Kleinbauer und Strumpfweber wohnte, und hatte in Bern das Seminar durchlaufen. Ihr war die Unterschule Kramershaus anvertraut, und obschon die Gicht sie zunehmend beschwerte, oblag sie ihrer Pflicht mit freudiger Hingabe und hielt in treuer Aufopferung für ihre Familie aus.

Alfred hatte einen ältern Bruder Hermann und eine jüngere Schwester Ida, die später wie er den Lehrerberuf ergriffen haben. Der Hort der Familie war das alte Schulhaus, worin sich oben die Wohnräume, unten die Schulzimmer befanden. Die Mutter nahm schon den Fünfjährigen mit in die Schulstube hinunter. Der Knabe liebte die Bücher, und eine Kiste mit alten Schriften im Estrich zog ihn an, obschon er sich droben immer ein wenig fürchtete. Oft betrachtete er dort einen alten Atlas, dessen blaue Meere in ihm den Eindruck der erschreckenden Meerestiefe hervorriefen.

Die Unter-, Mittel- und Oberschule umfassten je drei Jahrgänge. Alfred übersprang die dritte und sechste Klasse und landete bereits in der Oberschule bei seinem Vater. Vor dessen Jähzorn hatte er Angst. Als ein Tintenbächlein über eine Seite seines Singbuches geflossen war, wagte er es dem Vater nie zu sagen. Nach Ablauf des fünften Primarschuljahres konnte er in die Sekundarschule Sumiswald eintreten, die damals vier Jahrgänge umfasste und von zwei Lehrern betreut wurde. Der Schulweg zog sich eine Stunde weit über die Anhöhen hinweg. Im Walde trieb ein Taubstummer sein Wesen, und Alfred fürchtete sich in der Dämmerung



ALFRED STEINER-BALTZER

1879–1968

oft. Zu Mittag ass er in der «Tanne» in Trachselwald, von wo ein Mitschüler kam. Mehr als einmal aber geschah es, dass er mittags von der Unruhe erfasst wurde, es könnte der Mutter etwas zugestossen sein. Dann rannte er ohne Essen in den Dürrgraben hinüber, um zu sehen, ob sie noch lebe. Dumpf fühlte der Knabe, dass das Wohl der Familie von ihr abhing.

ImFrühling 1894 wurde er ins Seminar Hofwil aufgenommen und in 3½ Jahren zum Primarlehrer ausgebildet. Er war der Jüngste seines Jahrgangs und fand sich in der fremden Umgebung schwer zurecht. Nur wenige Lehrer waren liebenswürdig. Abends hatte man eine Studierstunde. Einmal schlief er über seinem Buche ein. Aufsichtslehrer Bohren hiess die andern leise hinausgehen, löschte das Licht, blies die Tabakspfeife zur Glut an und schrie ihm ins Gesicht: «Steiner, es brönnt!» Dieser schrak auf und rannte zur Tür hinaus. Als Bohren den Schläfer bei Direktor Martig verklagte, erwiderte dieser: «Es ist verzeihlich, wenn ein unentwickelter Knabe, der aus einem so abgelegenen Tale stammt, noch müde wird und schlafen kann.» Steiner hat es dem gütigen Manne nie vergessen, dass er ihn in Schutz nahm.

Der junge Lehrer wirkte 1½ Jahre in Huttwil. Dann begab er sich 1899 an die Lehramtsschule in Bern und studierte zwei Jahre Sekundarlehrer. Er hatte dies von Anfang an im Sinn gehabt, und die Mutter ermöglichte es. Sein Weg ging in mathematisch-naturwissenschaftlicher Richtung. Wie sein Bruder trat er der Verbindung Halleriana bei. Zwischendurch legte er in Luzern die Rekruten- und in Bern die Aspirantenschule zurück. Als er sein neues Lehrdiplom erhielt, waren keine Stellen frei. Er übernahm daher Stellvertretungen. Im Herbst 1902 bestand er einen dreiwöchigen Wiederholungskurs im Schützenbataillon 4. Der strebsame Leutnant wurde zur besonderen Verfügung des Divisionärs gestellt. Beim raschen Laufen strengte er sich übermässig an, und eine Lungeninfektion kam zum Ausbruch. Nach der Entlassung suchte er den Arzt Prof. Lüscher auf. Dieser erkannte eine Dämpfung der linken Lunge durch Tuberkulose und überwies ihn der Militärversicherung. Lungenblutungen stellten sich ein. Der junge Mann wurde bettlägerig mit hohem Fieber. Die nächsten 3½ Jahre blieb sein Leben gefährdet. Anfangs im Lindenhofspital, kam er bald nach Davos ins Alexanderhaus. Einmal rief man die Mutter herbei, weil man glaubte, er sterbe. Aber der Arzt, Dr. Luzius Spengler, tat sein Bestes. Er hatte Verständnis: «Sie sind nun lange in einer Ecke gelegen. Da Sie es wünschen, dürfen Sie – aber ganz vorsichtig – ein wenig aufstehen.» Nach und nach erholte er sich, und im Frühling 1906 wurde er entlassen.

Die linke Lunge blieb lahmgelegt. Aber die rechte atmete und trug sein Leben und sein Lebenswerk durch mehr als sechzig Jahre. Er hätte später jene Besinnungszeit nicht missen mögen.

Der eben erst Genesene hatte keine Aussicht, angestellt zu werden. Er nutzte die Zeit und studierte in Bern für das höhere Lehramt. Seine Fächer waren Botanik, Zoologie, Geologie und Mineralogie, seine Lehrer Eduard Fischer, Theophil Studer, Armin Baltzer und Emil Hugi. Er hatte

zu den richtigen Leuten gefunden und arbeitete mit Freude. Noch musste er immer wieder ruhen; in seiner Bude las und lernte er oft auf dem Liegestuhl. Am meisten schätzte er den Botaniker Fischer, der sich immer klar und genau ausdrückte und seine Doktoranden vorbildlich förderte. Unter seiner Anleitung prüfte Steiner die Frage, auf welchen Wirtspflanzen eine bestimmte Art Mehltau gedeihen könne. Er sammelte im Herbst ihre Sporenbehälter auf dem Taumantel und übertrug sie im nächsten Sommer auf 16 andere Pflanzen der Gattung Frauenmantel. 1908 wurde er Doktor, ein Jahr später Gymnasiallehrer, alles mit den besten Noten.

Seine erste Stelle fand er 1908 am Hochalpinen Lyzeum Zuoz, seine zweite am Freien Gymnasium Zürich. Hier wie dort blieb er zwei Jahre. Mitten in die Zürcher Zeit fiel seine Verheiratung mit der Krankenschwester Margarethe Baltzer. Sie war als Tochter des Geologen Armin Baltzer in Bern aufgewachsen. Da sie sich in Zürich fremd fühlte, meldete sich Steiner an die Knabensekundarschule I in Bern. So trat er 1912 wieder in den Dienst der Staatsschule. Er wohnte auf dem Kirchenfeld und unterrichtete im Schulhaus an der Brunngasse. Nach dem Tode Armin Baltzers zog die junge Familie 1914 in das Haus am Rabbental, wo noch im selben Jahr die alte Mutter Steiner in treuer Pflege starb. 1916 wurde Steiner ans Progymnasium am Waisenhausplatz gewählt, und 1920 erhielt er die Hauptvertretung für Biologie und Geologie an der Literar- und Realschule des Städtischen Gymnasiums. Dieses befand sich anfangs noch am Waisenhausplatz, seit 1926 im Neubau auf dem Kirchenfeld. Nun hatte er sein stetes Wirkungsfeld gefunden. Aus dem Hinterwaldbüblein war eine Persönlichkeit geworden, die an einem Schlüsselpunkt des öffentlichen Lebens wirkte und sich während voller dreissig Jahre allseitige Achtung erwarb.

Sowie er die höhern Klassen erhielt, war es sein erstes Anliegen, ein biologisches Praktikum und eine Präparatensammlung zu gründen. Es standen vier Mikroskope zur Verfügung, und er benutzte sie auf Fenstersimsen. Auf dem Kirchenfeld konnte ein Fachraum mit Praktikumszimmer bezogen werden. Den Widerstand eines Mitgliedes der Schulkommission gegen das Praktikum hatte er überwunden. Nach und nach erhielt jeder der Schüler ein Mikroskop. Was ihnen bald selbstverständlich schien, hatte er mühsam errungen. Die Anschauungsmodelle – etwa für den Insektenflug oder für den Kieferapparat der Giftschlangen – hatte er selber ersonnen. Er war ein Meister des Lehrens, der nicht bloss dozierte, sondern unterrichtete. An die Tafel schrieb er deutliche Zusammenfassungen, die in die Hefte eingetragen wurden.

Sowohl sein gesamter Lehrplan wie jede einzelne Stunde war sorgfältig aufgebaut und gut vorbereitet. Schon in den Ferien verteilte er den Stoff auf die Stunden. Sein Kurs begann mit der Lehre vom innern Bau und der Lebenstätigkeit der Pflanzen; das zweite Lehrjahr galt der Zoologie. Neben den Unterrichtsstunden lief das Praktikum, wo man stets etwas abzeichnete, das man im Mikroskop sah oder zergliederte. Der Lehrer und ein Assistent standen allen hilfreich zur Seite.

Im dritten Jahr folgte der Kurs über Geologie, der mit den Grund-

begriffen der Mineralogie anhob und mit einer Erörterung des Baues der Berner Alpen schloss. An die Stelle des Praktikums traten Lehrausflüge: ins Mittelland auf den Längenberg, in den Jura auf den Weissenstein, in die Voralpen auf den Sigriswilergrat.

Im letzten Jahr vermittelte er die allgemeine Biologie. Die Lebenserscheinungen, die man auf der untern Stufe im einzelnen und vorbereitend behandelt hatte, erschienen nun in grösseren Zusammenhängen. Abstammungslehre, Embryonalentwicklung, Nährstoffe und Verdauung, Vererbungslehre und anderes wurde dargeboten und gründlich wiederholt.

Obschon Steiner verschlossen und ganz dem Sachlichen zugewendet war, wirkte er stark auf seine Schüler. Er besass den Blick für das Wesen des einzelnen. Was er an Ängsten in der Kindheit, an Verlassenheit im Seminar durchlitten hatte, läuterte ihn zu einem tiefen Verständnis. In seinem Naturkundezimmer herrschte eine verinnerlichte Stimmung. Seine Hingabe blieb unvergesslich. Er betonte die Grundlagen, fesselte durch seine wissenschaftliche Denkweise, durch seine eindringlich abwägende Stoffbetrachtung. Immer blieb er sich gleich: gütig-streng, unbestechlich, gerecht.

Viele Jahre erteilte er den Lehramtskandidaten einen praktisch-didaktischen Kurs für Biologie. Hier konnte er seine Unterrichtserfahrung vermitteln. Ebenso bot er den Rotkreuzschwestern des Lindenhofspitals während einiger Sommer eine Einführung in die Lehre vom Leben.

Seine eigene Forschung stellte er auf die Freizeit zurück. Dann aber betrieb er sie mit ganzem Einsatz. In Zürich hatte er Carl Schröters Vorlesung über Pflanzengeographie gehört. Davon angeregt, hatte er sich nach seiner Übersiedlung nach Bern gefragt, welche Pflanzengesellschaft sich bei der Verlandung der Elfenau zusammengefunden habe. Er hatte hier Gelegenheit, erstmals eine Flussverlandung zu untersuchen. Es handelte sich um das Gebiet rechts der Aare zwischen Muri und Bern, und zwar um die 1,5 km lange Strecke zwischen dem Gehöft Bodenacker und dem Dählhölzli. Es umfasste einen Auenwald und einen Teich. Wie Steiner auf alten Plänen sah, hatte man 1830 den Lauf der Aare unterhalb der Einmündung der Gürbe geradegelegt, so dass ein Flussbogen abgeschnitten wurde und verlanden konnte. Um nicht nur die Geschichte des Geländes, sondern auch die Geschichte des Pflanzenkleides zu ergründen, nahm er auch am Kanderdelta eine Liste der Pflanzen auf, die sich dort noch in den Anfängen der Ansiedlung befanden.

Ein zweites eigenes Thema griff Steiner 1922 auf. Er verbrachte damals und in den nächsten Jahren mit seiner Familie die Sommerferien in einem gemieteten Ferienhaus in den Saanenmösern. Nicht weit davon erhoben sich Ameisenhaufen, und es nahm ihn wunder, wie warm es darin sei. Anfangs mit einem Thermometer, das er in dem Hause fand, dann aber mit vielen Stockthermometern, die er in Bern gekauft hatte, verfolgte er die Schwankungen der Temperatur im Innern der Ameisennester. Zum Vergleich mass er auch die benachbarten Luft- und Bodentemperaturen. Die Ablesungen geschahen vor Sonnenaufgang, gegen Mittag, nachmit-

tags und nach Sonnenuntergang. Es ergab sich, dass sich in einer Nesttiefe von 15–50 cm eine Wärme von 23–29° dauernd erhielt, auch wenn es ringsum kühler wurde. Bei der Abhorchung eines Nestes erlitt Steiner eine Blutung im Ohr, die fortan sein rechtes Ohr schwächte, was aber in der Schule und im Umgang mit einzelnen nicht bemerkt wurde.

Im Winter ziehen sich die Ameisen in die Tiefe ihres Erdnestes zurück und erstarren. Steiner verfolgte nun die Temperaturen an Ameisenhaufen im Grauholz und bewies, dass im Winter keine merkbare Eigentemperatur des Volkes mehr bestand.

Weitere Sommeraufenthalte verbrachte er in Pöschenried ob Lenk. Er richtete sich dabei nach den Ameisen und war ständig mit seinen Stabthermometern unterwegs. Namentlich prüfte er jetzt die Nester unter Steinen. Sooft er unter einem Stein eine Neststation entdeckte, schob er ein Thermometer darunter. Mit einem zweiten mass er die Temperatur an der Oberseite des Steines. Er beobachtete, wie die Ameisen, deren Nestmitte sich immer in einer gewissen Entfernung befand, bei bestimmten Temperaturen ihre Brut unter den Stein auslegten oder wieder ins Nest zurücktrugen. Dabei wirkte der Stein im Gegensatz zur Erdkuppel nicht als Wärmespeicher, sondern als Wärmeantenne, die rasch warm und rasch wieder kalt wurde. Wenn der Stein sich überhitzte, wurde die Brut eilig fortgebracht. Steiner rief den Vorgang auch künstlich hervor, indem er ein heisses Bügeleisen auf den Stein legte. Die Abkühlung konnte er ebenfalls künstlich bewirken, indem er einen feuchten Lappen auflegte oder die Sonne mit einem gespannten Tuch abblendete.

Von den Ameisen wandte er sich der Feldwespe zu. Er hatte eines Tages – schon 1925 in den Saanenmösern – an der weissen Hausmauer in praller Sonne ein Nest der Feldwespe bemerkt und sich gefragt, wie sie mit ihrer Brut diese Hitze aushalte. Die kleine runde Wabe war auf ihrer Rückseite mit einem waagrechten Stiel an die Wand geklebt. Es war leicht möglich, von vorn ein Thermometer waagrecht in eine der Zellen zu führen und so festzuhalten, wenn man es an einen Stecken band, den man vor der Mauer in den Boden rammte. Die Wespen liessen sich nicht stören. Der kleine Staat bestand anfangs aus der Königin allein; nach und nach schlüpften Hilfsweibchen und Männchen aus; aber es lebten selten über 20 Wespen beisammen.

1929 nahm er die Untersuchungen in Pöschenried wieder auf. Gottfried Jaggi, ein Bauer und Imker, der nebenan wohnte, schreinerte ihm Holzkästchen von 1 dm^3 Grösse, die oben offen waren. An deren innere Rückwand liessen sich gefundene Wespennester mit ihrem Stiel, den man mit der Pinzette ergriff, ohne weiteres wieder ankleben. Die Tiere blieben darin, und nun konnte man sie in der Wespengalerie im Garten beobachten. Durch die vordere Kastenwand führten waagrechte Thermometer, und zwar eines ins Nestinnere, die andern in dessen Umgebung. Steiner fand, dass die Nesttemperatur im Mittel etwas erhöht war.

An ganz heissen Tagen war es jedoch umgekehrt, und während die Temperatur ringsum auf 42° anstieg, blieb sie im Nest unter 38°. Steiner beobachtete, dass die Wespen mit den Flügeln fächelten. Bisher hatte

man geglaubt, diese Bewegung diene der Durchlüftung. Steiner nahm ein Kästchen ins Zimmer und bewegte es entlang einer einseitig erwärmten Eisenschiene aus kältern in wärmere Zonen. Das Fächeln setzte bei einer bestimmten Temperatur ein. Im Freien trat es schon bei niedrigerer Temperatur auf; das Licht wirkte wohl anregend.

Es fiel Steiner auf, dass während der heissesten Zeit die Königin viele kurze Ausflüge unternahm. Als er das Nest genau ansah, bemerkte er darin Wassertröpfchen. Sollte etwa die Königin Wasser eintragen und das Fächeln dessen Verdunstung und die damit verbundene Abkühlung beschleunigen? Als er ein Drahtnetz auf den Kasten legte und den Abflug der Königin 10 Minuten verhinderte, stieg die vorher geregelte Nestwärme rasch auf 40°. Dann aber flog sie zum Wiesenampfer, dessen Blätter von Tau benetzt waren.

Die Ferien gingen zu Ende, und Steiner nahm drei Kästchen mit Wespennestern mit sich nach Bern. Er trug sie in seinen Garten und stellte ein flaches Becken mit Wasser und getränkten Tüchern davor auf die Wiese. Zu seiner grossen Freude benutzte die Königin des ersten Volkes schon nach 1¼ Stunden die nahe Bezugsquelle. Die Königin des zweiten Nestes fand sie am zweiten, die des dritten am neunten Tage. Es war auffällig, dass die Hilfsweibchen sich nicht am Wassereintragen beteiligten. Als er aber am heissen 25. August eine Königin, die eifrig zwischen Becken und Wabe hin und her flog, abfing und eine Stunde vom Nest fernhielt, wurde es darin binnen einer halben Stunde 42° heiss, und nun übernahmen Hilfsweibchen den Wasserdienst.

Als kühlere Tage folgten, fragte sich Steiner, was geschähe, wenn er jetzt einen Wassertropfen in eine Zelle brächte. Die erste Wespe, die ihn bemerkte, saugte daran, begab sich zum Nestrand und liess aus ihrem Munde zwei kleine Tropfen auf den Kästchenboden fallen. Steiner tröpfelte noch mehr Wasser ein und beobachtete, wie oft mehrere Wespen sich um dessen Entfernung kümmerten, damit die Verdunstungskälte vermieden blieb. Er fing die ausgespuckten Tropfen mit einem Fläschchen auf und bestimmte den Kropfinhalt des Hilfsweibchens und den der Königin. Die schöne Arbeit über die Temperaturregulierung im Nest der Feldwespe erschien 1930 in der Zeitschrift für vergleichende Physiologie in Berlin. Der «soziale Wärmehaushalt» war Steiners Forschungsfeld. Er hatte diesen Begriff geschaffen.

Das Wassereintragen zur Abkühlung wurde bald auch bei den Bienen und Hummeln bestätigt. Als man in der Bienenstation Liebefeld isolierte Wabenstücke heizte, holten die Bienen Wasser und fächelten.

Steiner aber beobachtete im nächsten Sommer weiter das Leben der Feldwespen. Da sich das Wasserholen als Aufgabe der Königin erwiesen hatte, fragte er sich, wie denn überhaupt die Arbeit in dem kleinen Staate verteilt sei. Indem er einen geneigten Spiegel in das Kästchen stellte, konnte er das Nest von vorn und hinten gleichzeitig überblicken. Er unterschied den Dienst auf der Wabe, bestehend in Fächeln und Larvenfüttern, das Bauen, das Wassertragen und die Feldjagd zur Nahrungszufuhr. Die Hilfsweibchen entlasten die Königin zunächst im Waben-

dienst und übernehmen dann auch die Feldjagd, während die Königin sich auf das Wasserholen verlegt. Auch von den Arbeiterinnen sind einzelne mehr im Innenbetrieb, andere mehr draussen tätig. Jedes Tier war durch Farbtupfen markiert und daher als Einzelwesen kenntlich.

Nachdem diese Arbeit 1932 veröffentlicht war, schob sich eine neue Aufgabe in den Vordergrund. Sie drängte Steiner von der Forschung ab, und obschon er immer mit Sehnsucht wünschte, wieder zu ihr zu gelangen, musste er bis in sein Alter jene andere Bürde tragen.

In Deutschland hatte Hitler die Macht ergriffen und wollte das deutsche Volk zum Aufbruch rüsten. Dazu wurde der Biologieunterricht in Dienst genommen. Er sollte nicht mehr reine Erkenntnis, sondern eine Staatsgesinnung vermitteln. Die Einprägung einer zweckgerichteten Rassenkunde sollte das Ziel sein. Führende Gelehrte bekräftigten diesen Standpunkt, und in der Schweiz meldete sich Beifall. Steiner erkannte als einer der ersten, dass hier ein Unheil drohte. 1934 hielt er im Gymnasiallehrerverein einen Vortrag über «Forschung und Unterricht in der neueren Biologie». Er warnte vor den neuen deutschen Schulbüchern. Das Praktikum, wie er es bieten wollte, liebte einfache Objekte und sichere Beobachtungen; es ging nicht von vorgefassten Meinungen aus. «Beide, Forschung und Unterricht, sind, wie jede menschliche Tätigkeit höherer Art, nur dann Kulturfaktoren, wenn die Freiheit an ihrer Arbeitsstätte weilt.»

Aber es genügte nicht, Bedenken gegen die neuen Lehrmittel zu äussern; man musste eigene, bessere schaffen. Seit 1920 hatte Steiner der Lehrmittelkommission für Sekundarschulen und Progymnasien des Kantons Bern angehört. Jetzt aber, 1934, in der Stunde der Gefahr, übergab man ihm das Steuer. Schweren Herzens nahm er es in die Hand.

Eine lange Kette neuer Lehrmittel kam unter seiner Leitung heraus, zuerst Biologiebücher, dann aber auch die Hilfsmittel des Geographieunterrichtes: ein Buch über den Kanton Bern, die Schülerkarte und Schulwandkarte des Kantons Bern, zwei Atlanten, ein geographischer Bilderatlas. Auch für Chemie, Physik, Rechnen, Gesang erschienen Lehrmittel. 1952 konnte er den Vorsitz weitergeben; einige Verpflichtungen besorgte er bis 1965. Auf eidgenössischem Boden war er am Schulwandbilderwerk beteiligt, das 1936 zu erscheinen begann und worüber er viele Jahre im Berner Schulblatt berichtete, während er in der Schweizerischen Lehrerzeitung und in gelben Heften eingehende Kommentare zu einzelnen Bildern beisteuerte.

Da er mitgestaltend wirkte und die Geschäfte vorbildlich führte, hatte er viel Arbeit. Man hütete sich aber auch, unvorbereitet in einer Sitzung zu erscheinen, die er leitete. Man hätte sich sonst vor ihm geschämt. «Vor seinem scharfen Verstande habe ich gelernt, mich zusammenzunehmen, gründlich zu überlegen», schrieb einer seiner besten Mitarbeiter, Emil Wyss.

Trotz dieser Belastung konnte Steiner noch eine letzte grosse wissenschaftliche Abhandlung verfassen. Otto Morgenthaler, der Leiter der Bienenstation Liebefeld, bat ihn um eine Zusammenfassung über den Wärmehaushalt in Insektenstaaten. Mit gewohnter Umsicht bewältigte

Steiner das einschlägige Schrifttum über Wespen, Hummeln, Bienen und Ameisen. Seine Gesamtdarstellung erschien 1947.

Im Jahre 1950 nahm er an der Schriftleitung des Blattes «Feld, Wald und Wasser» teil. Menschliche Wärme leuchtet in seinen Beiträgen auf. Von 1946 bis 1963 übernahm er Besprechungen naturkundlicher Bücher für das Berner Schulblatt.

Hinter dieser öffentlichen Tätigkeit blieb sein Leben als Familienvater verborgen. Seinen vier Kindern blieb er oft entzogen, da er von der Schule eingesponnen war. Am Sonntagabend aber las er vor, den Kindern etwa Hebel, seiner Frau und ihren Schwestern Gotthelf, Keller, Meyer. Wenn ein Kind krank war, so hatte er mehr Angst als die Mutter. Dann stieg er jede Stunde von seiner Studierstube oben im Hause herunter und sah nach, ob es besser gehe. Dabei wurde fühlbar, dass der verhaltene Mann mit den Seinen innig verbunden war.

Die älteste Tochter war von Jugend auf zart. Sie wurde Säuglingsschwester. Dann aber bekundete sich das innere Krankheitserbe des Grossvaters, und sie musste in die Nervenheilanstalt eintreten. Der einzige Sohn wurde Kinderarzt. Von den jüngern Töchtern wurde die eine Laborantin und heiratete einen Mathematiker, Dr. Rutishauser; die andere wurde Haushaltungslehrerin und heiratete einen Gymnasiallehrer, Dr. Widmeier.

Wandern und Lesen gehörten zu Steiners liebsten Gewohnheiten. Jahrelang unternahm er täglich vor oder nach dem Nachtessen einen kurzen Streifzug ins Grüne. Oft traf er dabei Ernst Schneeberger, den Lateinlehrer. Steiner hatte viel gelesen. Reuter, den er in Davos plattdeutsch lesen gelernt hatte, gehörte zu seinen liebsten Dichtern. Aber er war auch ein genauer Zeitungsleser, der namentlich die wissenschaftlichen Berichte mit dem Bleistift in der Hand verfolgte und sich bis ins Alter auf dem laufenden hielt.

Es eigneten ihm Genügsamkeit und Selbstbescheidung. Ins Ausland gelangte er kaum, nur nach Deutschland ein wenig, nie aber nach Italien, nie nach Paris. Selber aus einfachen Verhältnissen stammend, fand er sich im Umgang mit einfachen Leuten gut zurecht. Am Ergehen des Milchmanns und der Waschfrau nahm er Anteil, und er redete gerne mit Bauern.

Ethische Grundsätze leiteten ihn. Als ein Handwerker ihm erklärte, er nehme die Bezahlung bar, um sie in der Steuererklärung zu verschweigen, wollte er nichts mehr von ihm wissen. Die Bürgerpflicht des Stimmens erfüllte er getreu. Er verzichtete, wenn ein Amt das Mass seiner Zeit überschritt. So wirkte er von 1917 bis 1919 in der Berner Naturforschenden Gesellschaft als Sekretär, von 1930 bis 1933 als Vizepräsident, schlug aber den Vorsitz aus.

«Jeder, der sich in die Natur vertieft, gelangt zu den Grenzen der Erkenntnis; an ihnen bleibt er mit Ehrfurcht gegenüber allem Seienden stehen.» Dies schrieb er in einer Besprechung von Werken Robert Stägers 1944. Was jenseits des Erkennbaren lag, sollte die Angelegenheit jedes einzelnen bleiben. Hier warb er für Duldung. Er schätzte die christliche

Gläubigkeit, obschon er sie nicht teilte. Es schien ihm nicht statthaft, alles andere unterschiedslos als materialistisch zu bezeichnen. Er hielt jedes ernste Suchen für achtbar. Nicht gelten aber liess er, wenn man innerhalb des Erkennbaren nach eigenem Gutdünken verfuhr. Die eigenwilligen Deutungen der Anthroposophen befremdeten ihn. Auch in der Malerei konnte er sich mit der künstlerischen Freiheit in der Wiedergabe naturwissenschaftlicher Dinge schwer abfinden.

Zum Bilde seiner Persönlichkeit gehörte die Treue. In seinen Beziehungen herrschte Beständigkeit. Mehrfach stand er in Briefwechsel mit einem Freunde, dann mit dessen Witwe, dann mit Nachkommen. Auch mit einzelnen seiner ehemaligen Schüler blieb er verbunden.

Der 80. Geburtstag ging vorüber. «Bei ordentlicher Gesundheit ein höheres Alter zu erreichen, ist eine Fügung des Schicksals, die zur Demut und Dankbarkeit verpflichtet», schrieb er damals. Im Alter fanden Mann und Frau näher zueinander. Er war der Lenkende und rührend um sie besorgt. Sie hatten sich in den Dachstock zurückgezogen. Am 24. Dezember 1963 freute sich seine Frau noch an der Weihnachtsfeier. Am andern Morgen wurde sie von einem Hirnschlag getroffen und starb tags darauf. Von nun an stand er allein. Er war dankbar, dass das Haus noch liebe Angehörige barg. Unten wohnten Rutishausers und drei Enkelkinder, im mittlern Stock die beiden Schwestern seiner Frau.

Sein Wesen wurde weicher. Er kam mehr auf die Menschen zu, erzählte aus seiner Jugend. Auch schrieb er viele Briefe. Seine deutliche Handschrift blieb sich gleich.

Ein letztes grosses Erlebnis wurde ihm Iseltwald. Er hatte mit seiner Frau dort in der «Alpenruh» die letzten Ferien verbracht und blieb diesem Orte treu. Im Herbst ging er dorthin. Die Landschaft, die heimelige Wärme beglückten ihn. Abends nahm er oft an den Andachten teil, die Pfarrer und Missionare hielten. Dabei gewann er einen letzten Freund, Pfarrer Flach von Guggisberg. Dieser war viele Jahre in Borneo gewesen und hatte dort eine landwirtschaftliche Schule gegründet. Mit diesem tätigen, nicht mit dem belehrenden Christentum wusste Steiner sich einig.

Seine Frische erhielt sich wunderbar. Oft war sein Geist auf grosse naturwissenschaftliche und weltanschauliche Fragen gerichtet. Gern verbrachte er einen Wochenabend im Gespräch mit alten Gefährten. «Wir kannten keinen Klügeren», sagte Prof. Werner Kasser. Auch mit seinem Schwager, dem Zoologen Fritz Baltzer, pflog er Umgang und freute sich allemal auf seine anregende Gegenwart.

Ausser wiederholten Bronchienentzündungen und einem Herzflimmern, das ihn zuweilen nachts heimsuchte, blieb er von Krankheiten verschont. Am 4. Januar 1968 aber erlitt er unerwartet eine Hirnblutung mit linksseitiger Lähmung. Im Viktoriaspital lag er drei Monate in Hinfälligkeit, in erschütternder Ergebung. Am Morgen vor seinem 89. Geburtstag ist er entschlafen. *Heinz Balmer*

VERZEICHNIS DER VERÖFFENTLICHUNGEN

von Dr. ALFRED STEINER-BALTZER (angelegt von ihm selbst)

A. Wissenschaftliche Abhandlungen

1. Die Spezialisation der Alchimillen-bewohnenden Sphaerotheca humuli (DC) Burr. Dissertation Bern. Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, II. Abt., XXI. Band, Gustav Fischer, Jena 1908. 58 S. und 1 farbige Tafel.
2. Verlandungen im Gebiete der Elfenau bei Bern. Mitteilungen der Naturf. Ges. in Bern 1914, S. 278–317. Mit Wasserstandskurven, Profilen, 11 Photos und 8 Planbeilagen.
3. Ueber die Temperaturverhältnisse in den Nestern der Formica rufa var. rufopratensis For. (Vorläufige Mitteilung.) Mitteilungen der Naturf. Ges. in Bern 1923, S. 61–66. Mit 2 Tafeln der Temperaturkurven.
4. Über den sozialen Wärmehaushalt der Waldameise (Formica rufa var. rufo-pratensis For.). Zeitschrift für vergleichende Physiologie, 2. Band, 1. Heft, Julius Springer, Berlin 1924, S. 23–56. Mit 18 Textabb.
5. Temperaturmessungen in den Nestern der Waldameise (Formica rufa var. rufopratensis For.) und der Wegameise (Lasius niger L.) während des Winters. Mitteilungen der Naturf. Ges. in Bern 1925, S. 1–12. Mit 5 Tabellen.
6. Ausgewählte Abschnitte aus der Tierpsychologie. In: Erziehung und Weltanschauung. Vorträge, gehalten am I. Zentralen Fortbildungskurs des Bernischen Lehrervereins vom 28. September bis 1. Oktober 1927 in Bern. Paul Haupt, Bern 1928. 48 S. mit 3 Abb.
7. Temperaturuntersuchungen in Ameisennestern mit Erdkuppeln, im Nest von Formica exsecta Nyl. und in Nestern unter Steinen. Zeitschrift für vergleichende Physiologie, 9. Band, 1. Heft, Julius Springer, Berlin 1929, S. 1–66. Mit 20 Textabb.
8. Die Temperaturregulierung im Nest der Feldwespe (Polistes gallica var. biglumis L.). Zeitschrift für vergleichende Physiologie, 11. Band, 3. Heft, Julius Springer, Berlin 1930, S. 461–502. Mit 9 Textabb.
9. Neuere Ergebnisse über den sozialen Wärmehaushalt der einheimischen Hautflügler. Die Naturwissenschaften, Jg. 18, Heft 26, Julius Springer, Berlin 1930, S. 595–600.
10. Die Arbeitsteilung der Feldwespe Polistes dubia K. Zeitschrift für vergleichende Physiologie, 17. Band, 1. Heft, Julius Springer, Berlin 1932, S. 101–152. Mit 10 Textabbildungen.
11. Neuere Untersuchungen über die Arbeitsteilung bei Insektenstaaten. Ergebnisse der Biologie, Zehnter Band, Julius Springer, Berlin 1934, S. 156–176.
12. Der Wärmehaushalt der einheimischen sozialen Hautflügler (Wespen, Hummeln, Bienen und Ameisen). Eine zusammenfassende Darstellung. Beihefte zur Schweizerischen Bienen-Zeitung, Band 2, Heft 16, Dezember 1947, S. 139–256. Mit 40 Abb. Verlag H. R. Sauerländer & Co., Aarau. – Erschien zugleich als: Beilage zum Jahresbericht über das Städtische Gymnasium in Bern 1947.

B. Didaktisch-methodische Aufsätze

1. Beobachtungen an Ameisen. Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht (Mitteilungen der Vereinigung schweizerischer Naturwissenschaftslehrer), Jg. 9, Heft 4, Zürich 1924/25, S. 49–55.
2. Schulexperimente über den Farbensinn der Honigbiene. Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht, Jg. 11, Heft 1, April 1926, S. 6–11.

3. Ergebnisse einer statistischen Erhebung über den Biologieunterricht an den höhern schweizerischen Mittelschulen. Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht, Jg. 11, Heft 4, Oktober 1926, S. 49–58. Mit 3 Abb.
4. a) Zwei geeignete Objekte für das biologische Praktikum (Keimlinge der Gartenkresse und Schimmelpilze). Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht, Jg. 12, Heft 4, Juli 1927, S. 71.
   b) Die Zucht unserer einheimischen Giftschlangen: Kreuzotter und Aspisviper. Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht, Jg. 12, Heft 4, Juli 1927, S. 71f.
5. Über einige Erfahrungen im biologischen Arbeitsunterricht. Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht, Jg. 12, Heft 5, Oktober 1927, S. 73–76.
6. Bemerkungen zu den von A. Stieger verfassten «Richtlinien für den naturwissenschaftlichen Unterricht an einem neuen Gymnasium». Schweizerische Lehrerzeitung, Jg. 79, Nr. 40, 5. Oktober 1934, S. 547–551.
7. Forschung und Unterricht in der neueren Biologie. Vortrag, gehalten an der Jahresversammlung des kantonalbernischen Gymnasiallehrervereins in Bern, am 7. November 1934. Schulpraxis, 25. Jg., Heft Nr. 1, Bern, April 1935, S. 1–24.
8. Die Besprechungen mit den Hochschullehrern über das Stoffprogramm in den naturwissenschaftl. Fächern. Einige Betrachtungen von A. Steiner, Städt. Gymnasium Bern. Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht, Jg. 21, Nr. 2, April 1936 (Beilage zur Schweizerischen Lehrerzeitung vom 3. April 1936), S. 245f.
9. Betrachtungen über die biologischen Grundlagen der heutigen Rassenlehre. Schweizerische Lehrerzeitung, Jg. 81, Nr. 21, 22. Mai 1936, S. 361–367.
10. Murmeltiere. Kommentar zu dem Schulwandbild von Robert Hainard 1936 (1. Bildfolge). Schweizerische Lehrerzeitung, Jg. 81, Nr. 30, 24. Juli 1936, S. 548f., und im Kommentar zum schweizerischen Schulwandbilderwerk, 1. Ausgabe 1936, S. 56–60.
11. Igelfamilie. Kommentar zum Schulwandbild von Robert Hainard 1937 (2. Bildfolge). Schweizerische Lehrerzeitung, Jg. 82, Nr. 38, 17. September 1937, S. 697–700, und im Kommentar zum schweizerischen Schulwandbilderwerk, 2. Ausgabe 1937, S. 22–31. Mit 2 Fig.
12. Faltenjura (Klus von Moutier). Kommentar zum Schulwandbild von Carl Bieri 1937 (2. Bildfolge). Schweizerische Lehrerzeitung, Jg. 82, Nr. 42, 15. Oktober 1937, S. 774–778, und im Kommentar zum schweizerischen Schulwandbilderwerk, 2. Ausgabe 1937, S. 7–21. Mit 6 Fig.
13. Stellungnahme eines Vertreters der Naturwissenschaften (zum Aufsatz von Willy Hug: Die Metamorphose der Schmetterlinge, Ein Beitrag zur Neugestaltung der Insektenkunde). Schulpraxis, Jg. 27, Heft Nr. 6, Bern, September 1937, S. 131–140.
14. Nochmalige Stellungnahme eines Vertreters der Naturwissenschaften (zum Aufsatz von Willy Hug: Die Metamorphose der Schmetterlinge, Antwort an Dr. A. Steiner-Baltzer). Schulpraxis, Jg. 27, Heft Nr. 11/12, Bern, Februar/März 1938, S. 268–284.
15. Zur Behandlung des Insektenfluges in der obern Mittelschule. Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht, Jg. 23, Nr. 5, September 1938, und Nr. 6, November 1938 (Beilage zur Schweizerischen Lehrerzeitung vom 23. September und 11. November 1938), S. 669–671 und 798–800. Mit 9 Abb.
16. Einige Bemerkungen über den Gebrauch von Modellen im Biologieunterricht. Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht, Jg. 24, Nr. 1, Januar 1939 (Beilage zur Schweizerischen Lehrerzeitung vom 20. Januar 1939), S. 45.
17. Ausländische Lehrmittel an schweizerischen Mittelschulen. Berner Schulblatt, Jg. 72, Nr. 2, 8. April 1939, S. 22f.

18. Juraviper (Aspisviper). Kommentar zum Schulwandbild von Paul André Robert, 1940 (5. Bildfolge). Schweizerische Lehrerzeitung, Jg. 85, Nr. 20 und 21, 17. und 24. Mai 1940, S. 337–343 (mit 6 Abb.) und S. 364–366, und im Kommentar zum schweizerischen Schulwandbilderwerk, 5. Ausgabe 1940, S. 6–33. Siehe Nr. 21.
19. Ein Modell des Kieferapparats der Giftschlangen. Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht, Jg. 25, Nr. 5, August 1940 (Beilage zur Schweizerischen Lehrerzeitung vom 23. August 1940), S. 589–591. Mit 2 Fig.
20. Ringelnattern. Ein neues Schulwandbild der Folge 1943. Kommentar. Schweizerische Lehrerzeitung, Jg. 88, Nr. 10, 5. März 1943, S. 153–160. Mit 8 Abb.
21. Zwei einheimische Schlangen: Juraviper (Aspisviper), Ringelnatter. Kommentar zu den 2 entsprechenden Bildern des schweizerischen Schulwandbilderwerks, 56 S. mit 13 Abb. – I. Teil: Juraviper (5. Bildfolge). 2., verbesserte und erweiterte Auflage. II. Teil: Ringelnatter (8. Bildfolge). 1. Auflage. Verlag Schweizerischer Lehrerverein, Beckenhof, Zürich 1943.
22. Das Bergsturzgebiet von Goldau: Die geographischen und geologischen Verhältnisse. Kommentar zu dem entsprechenden Schulwandbild (8. Bildfolge 1943). 46 S. mit 16 Abb. (S. 47–58 dieses Kommentars von Adolf Bürgi: Goldaus Untergang und Wiedererstehung.) Verlag Schweizerischer Lehrerverein, Beckenhof, Zürich 1943.
23. Ueber den synoptischen Unterricht in der Biologie. (Erster Aufsatz der «Beiträge zum Unterricht an der höhern Mittelschule».) Schulpraxis, Jg. 35, Heft Nr. 7, Bern, Oktober 1945, S. 121–130.
24. Blick über das bernische Mittelland. Kommentar zum Schulwandbild (18. Bildfolge 1953, Bild 77). 51 S. mit 16 Abb. Verlag Schweizerischer Lehrerverein, Beckenhof, Zürich 1953.

C. Kleinere Aufsätze verschiedenen Inhalts

1. Der soziale Wärmehaushalt der Honigbiene, Hornisse und Waldameise. Natur und Technik, Jg. 7, Heft 2, 1925, S. 49–60. Mit 7 Abb.
2. Aus dem Ameisenleben. Die Berner Woche, Jg. 17, Nr. 18, 1927, S. 260f. Mit 2 Abb.
3. Aus dem Leben der Mistkäfer. Die Berner Woche, Jg. 19, Nr. 43, 1929, S. 634. Mit 3 Abb.
4. Einige Eindrücke von der Ausstellung «Naturschutz und Schule». Berner Schulblatt, Jg. 70, Nr. 8, 22. Mai 1937, S. 136–138.
5. Zur Ausstellung «Naturschutz und Schule» in der Berner Schulwarte. Schweizerische Lehrerzeitung, Jg. 82, Nr. 25, 18. Juni 1937, S. 489f.
6. Das schweizerische Schulwandbilderwerk in seiner zweiten Bildfolge. Berner Schulblatt, Jg. 70, Nr. 9, 29. Mai 1937, S. 147–150. Mit 8 Abb.
7. Das schweizerische Schulwandbilderwerk in seiner dritten Bildfolge. Berner Schulblatt, Jg. 71, Nr. 12, 18. Juni 1938, S. 201–203. Mit 4 Abb.
8. Abschiedsansprache zum 24. September (an der Abschiedsfeier der Literar-Maturanden 1938). Gymer-Tribüne, VIII. Jg., No. 4, Bern, November 1938, S. 1–6.
9. Zur Ausstellung des schweizerischen Schulwandbilderwerks in der Berner Schulwarte (15. Januar–2. April 1939). Berner Schulblatt, Jg. 71, Nr. 42, 14. Januar 1939, S. 727–730. Mit 4 Abb.
10. Die 5. Folge des Schweiz. Schulwandbilderwerks. Berner Schulblatt, Jg. 73, Nr. 11, 15. Juni 1940, S. 175–177. Mit 4 Abb.
11. Das schweizerische Schulwandbilderwerk. 6. Bildfolge 1941. Berner Schulblatt, Jg. 74, Nr. 4, 26. April 1941, S. 55–58. Mit 4 Abb.
12. Das schweizerische Schulwandbilderwerk. 7. Bildfolge 1942. Berner Schulblatt, Jg. 75, Nr. 8, 23. Mai 1942, S. 108–110. Mit 4 Abb.

13. Wildtiere in Gefangenschaft. Ein Grundriss der Tiergartenbiologie von Dr. H. Hediger, 1942. Berner Schulblatt, Jg. 75, Nr. 39, 26. Dezember 1942, S. 584–586.
14. Das schweizerische Schulwandbilderwerk. Berner Schulblatt, Jg. 75, Nr. 46, 13. Februar 1943, S. 703–706. Mit 3 Abb. (Allgemeine Berichterstattung als 1. Teil einer Reihe von vier Aufsätzen über das Werk: Allgemeines; Berner Bauernhof aus der 7. Folge von 1942, bearbeitet von W. Howald; Vegetation an einem Seeufer, 1942, behandelt von Steiner; 8. Bildfolge 1943, behandelt von Steiner. Siehe Nr. 15 und 18.)
15. Das schweizerische Schulwandbilderwerk. Achte Bildfolge, 1943. Berner Schulblatt, Jg. 76, Nr. 6, 8. Mai 1943, S. 83–86. Mit 4 Abb.
16. Zu einem neuen schweizerischen Biologielehrmittel für Sekundar- und untere Mittelschulen. Schweizerische Lehrerzeitung, Jg. 88, Nr. 22, 28. Mai 1943, S. 385–387.
17. Naturgeschichte. Lehr- und Arbeitsbuch für Sekundarschulen und Progymnasien. Berner Schulblatt, Jg. 76, Nr. 9, 29. Mai 1943, S. 138–140.
18. Das schweiz. Schulwandbilderwerk. Zur Bildfolge 1942: Vegetation an einem Seeufer. Schulwandbild von P. A. Robert. Berner Schulblatt, Jg. 76, Nr. 16, 17. Juli 1943, S. 251–257. Mit 6 Abb.
19. Das schweizerische Schulwandbilderwerk. Neunte Bildfolge 1944. Berner Schulblatt, Jg. 77, Nr. 13, 24. Juli 1944, S. 207–209. Mit 4 Abb.
20. Vom schweizerischen Schulwandbilderwerk: Die zehnte Bildfolge 1945. Der diesjährige Wettbewerb. Berner Schulblatt, Jg. 78, Nr. 26, 29. September 1945, S. 369–371. Mit 4 Abb.
21. Neuere Werke von Dr. Robert Stäger. Schweizerische Bienen-Zeitung, 67. Jg., Nr. 4, April 1944, S. 204–207.
22. a) Buchbesprechung: Niggli P., Schulung und Naturerkenntnis. Eugen Rentsch, Erlenbach/Zürich 1945. Berner Schulblatt, Jg. 79, Nr. 27, 5. Oktober 1946, S. 442.
    b) Buchbesprechung: Portmann Adolf, Natur und Kultur im Sozialleben. Fr. Reinhardt, Basel. Berner Schulblatt, Jg. 79, Nr. 27, 5. Oktober 1946, S. 442.
23. Buchbesprechung: Kobel Fr., Vererbung und Leben. Büchergilde Gutenberg, Zürich 1947. Berner Schulblatt, Jg. 81, Nr. 3, 17. April 1948, S. 43.
24. Buchbesprechung: Jenny-Lips Heinr., Vegetation der Schweizer Alpen. Büchergilde Gutenberg, Zürich 1948. Berner Schulblatt, Jg. 82, Nr. 4, 23. April 1949, S. 57f.
25. Buchbesprechung: Hedi Fritz-Niggli, Vererbung bei Mensch und Tier. Büchergilde Gutenberg, Zürich 1948. Berner Schulblatt, Jg. 82, Nr. 6, 7. Mai 1949, S. 89.
26. Die geographischen Karten. Ausstellung in der Berner Schulwarte vom 2. Mai bis 30. Juli 1949. Berner Schulblatt, Jg. 82, Nr. 11, 11. Juni 1949, S. 163–167. Mit 2 Abb.
27. Kartenbesprechung: Handkarte des Kantons Thurgau. Herausgegeben vom Erziehungsdepartement; bearbeitet vom Geographischen Kartenverlag Kümmerly & Frey, Bern. Berner Schulblatt, Jg. 82, Nr. 20, 13. August 1949, S. 296.
28. Buchbesprechung: Adolf Portmann, Die Tiergestalt. Friedr. Reinhardt, Basel. Berner Schulblatt, Jg. 82, Nr. 25, 17. September 1949, S. 377.
29. Ansprache an die Maturanden, gehalten an der Entlassungsfeier für die Maturanden der Literarschule des Städtischen Gymnasiums Bern, am 30. September 1949. Jahresbericht über das Städtische Gymnasium in Bern 1950, S. 25–29.
30. a) Buchbesprechung: Adolf Portmann, Probleme des Lebens. Fr. Reinhardt, Basel 1949. Berner Schulblatt, Jg. 82, Nr. 43, 21. Januar 1950, S. 650.
    b) Buchbesprechung: Bernhard Milt, Die Entwicklung der Zürcher Naturwissenschaften und ihr Aufschwung durch den Geist von 1848. Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich auf das Jahr 1949, 151. Stück. Gebr. Fretz, Zürich. Berner Schulblatt, Jg. 82, Nr. 43, 21. Januar 1950, S. 650.

31. Natur und Landschaft. Sechs Hefte von Oberförster Ch. Brodbeck, Basel. Verlag Benno Schwabe & Co., Basel. Heft 1: Bienenweide. Berner Schulblatt, Jg. 82, Nr. 47, 18. Februar 1950, S. 707–709. Mit 5 Abb.

Feld, Wald und Wasser. Illustrierte Zeitschrift für Jäger, Fischer und Freunde der Natur. Bern, 1. Jg. 1950, 2. Jg. 1951 usw. Darin betreute Dr. Alfred Steiner-Baltzer vom Januar 1950 bis Januar 1951 den Abschnitt «Aus dem Leben und Weben der Natur». Er schrieb dafür selber mehrere Beiträge, die unter Nr. 32 bis 50 aufgeführt sind.

32. Eine gefährdete Baumart (Ulme). Feld, Wald und Wasser, 1. Jg., Nr. 1, Januar 1950, S. 25.
33. Der umstrittene Nutzen des Maulwurfs. Feld, Wald und Wasser, 1. Jg., Nr. 1, Januar 1950, S. 25f.
34. Von der Überwinterung und vom Winterschlaf der Tiere. Feld, Wald und Wasser, 1. Jg., Nr. 1, Januar 1950, S. 28–32. Mit 5 Abb.
35. Von der Ursprünglichkeit der Liebe des Menschen zu den Tieren. Feld, Wald und Wasser, 1. Jg., Nr. 2, Februar 1950, S. 60f.
36. Der Uhu (Bubo bubo L.). Feld, Wald und Wasser, 1. Jg., Nr. 2, Februar 1950, S. 63f. Mit Photo.
37. Natur und Landschaft. Von Ch. Brodbeck (Verlag Benno Schwabe & Co., Basel). Buchbesprechung. Feld, Wald und Wasser, 1. Jg., Nr. 3, März 1950, S. 93f. Mit 3 Abb.
38. Ertragen Bachforellen das Einfrieren im Eis? Feld, Wald und Wasser, 1. Jg., Nr. 3, März 1950, S. 94f.
39. Drei vogelkundliche Notizen: Der Fischreiher. Ein Vogel, der den Schnabel voll Futter hat, kann singen, ohne dieses fallen zu lassen. Krähen im Verkehrslärm der Landstrasse. Feld, Wald und Wasser, 1. Jg., Nr. 3, März 1950, S. 95f. Mit 2 Abb.
40. Der Edelmarder (Martes martes L.). Feld, Wald und Wasser, 1. Jg., Nr. 3, März 1950, S. 96. Mit Photo.
41. Tiere, die ihre Farbe rasch wechseln können. Feld, Wald und Wasser, 1. Jg., Nr. 4 und 5, April und Mai 1950, S. 125–127 und S. 157f. Mit 7 Abb.
42. Der Steinmarder als Stadtbewohner (Martes foina Erxl.). Feld, Wald und Wasser, 1. Jg., Nr. 5, Mai 1950, S. 158f.
43. Ein Insekt als Wärmezeiger und Frühlingsbote (Feuerwanze, Pyrrhocoris apterus L.). Feld, Wald und Wasser, 1. Jg., Nr. 5, Mai 1950, S. 159f. Mit 1 Abb.
44. Einführung zu einem Probetext aus Konrad Lorenz, Er redete mit dem Vieh, den Vögeln und den Fischen. Feld, Wald und Wasser, 1. Jg., Nr. 8/9, August/September 1950, S. 259.
45. Einführung zu einem Probetext aus J. B. Bavier, Schöner Wald in treuer Hand. Feld, Wald und Wasser, 1. Jg., Nr. 10, Oktober 1950, S. 293f.
46. Die Farben des Herbstes und der Blattfall. Feld, Wald und Wasser, 1. Jg., Nr. 11, November 1950, S. 325.
47. Formenschnitte an Blättern durch Insekten. Feld, Wald und Wasser, 1. Jg., Nr. 11, November 1950, S. 326–328. Mit 5 Zeichnungen vom Verfasser.
48. Vom Schwarzen Milan. Ein Beitrag zum Thema «Mensch und Tier». Feld, Wald und Wasser, 1. Jg., Nr. 12, Dezember 1950, S. 357–359. Mit 2 Abb.
49. Murmeltiere im Winterbau. Feld, Wald und Wasser, 2. Jg., Nr. 1, Januar 1951, S. 29. Mit 1 Abb.
50. Vogelschwärme stossen gegen einen Leuchtturm. Feld, Wald und Wasser, 2. Jg., Nr. 1, Januar 1951, S. 31.

51. Buchbesprechungen im Berner Schulblatt, Jg. 84, Nr. 2, 14. April 1951, S. 21–25:
a) H. Meierhofer, Lebensrätsel aus der Pflanzenwelt. Fretz und Wasmuth, Zürich 1949.

b) Adolf Portmann, Aus dem Wörterbuch des Biologen. Fr. Reinhardt, Basel 1950.
c) E. Heitz, Elemente der Botanik. Springer, Wien 1950.
d) J. B. Bavier, Schöner Wald in treuer Hand. H. R. Sauerländer, Aarau 1950.
e) Max Moor, Das Waldkleid des Jura. Helbing und Lichtenhahn, Basel 1950.
f) Jürg Klages, Lebendige Schönheit. Rotapfel, Zürich 1950.
g) F. R. Franke, Mein Inselparadies. Francke, Bern.
h) Max Loosli, Mikroskopieren mit einfachen Hilfsmitteln. Hallwag-Taschenbücherei, Bern.

52. Buchbesprechung: Bernhard Peyer, Goethes Wirbeltheorie des Schädels. Neujahrsblatt, herausgegeben von der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich auf das Jahr 1950. Gebr. Fretz, Zürich. Berner Schulblatt, Jg. 84, Nr. 7, 19. Mai 1951, S. 107f.
53. a) Buchbesprechung: Christoph Brodbeck, Natur und Landschaft, Heft 2: Jagd und Vogelschutz. Verlag Benno Schwabe, Basel. Berner Schulblatt, Jg. 84, Nr. 12/13, 23. Juni 1951, S. 198.
b) Buchbesprechung: Ed. Imhof, Gelände und Karte. Herausgegeben vom Eidgenössischen Militärdepartement. Eugen Rentsch, Erlenbach/Zürich 1950, S. 198f.
54. Hediger H., Jagdzoologie – auch für Nichtjäger. F. Reinhardt, Basel 1951. Schweizerische Lehrerzeitung, Jg. 97, Nr. 11, 14. März 1952, S. 262.
55. a) Zum 70. Geburtstag von Dr. Wilhelm Jost, Gymnasiallehrer. Der Bund, Nr. 138, 22. März 1952, S. 5. Mit Bildnis.
b) Dasselbe in etwas weiterer Form. Berner Schulblatt, Jg. 84, Nr. 50, 22. März 1952, S. 780f.
56. Geographischer Bilderatlas. Band 1: Europa. Schweizerische Lehrerzeitung, Jg. 98, Nr. 11, 13. März 1953, S. 295f.
57. Schülerkarte des Kt. Bern. 2. Auflage 1953. Berner Schulblatt, Jg. 86, Nr. 4, 25. April 1953, S. 55.
58. Buchbesprechung: K. Braeunig, Willensfreiheit und Naturgesetz. Sammlung Glauben und Wissen, Nr. 7, Ernst Reinhardt, Basel. Berner Schulblatt, Jg. 86, Nr. 19, 15. August 1953, S. 279f.
59. Buchbesprechungen: Konrad Lorenz, Er redete mit dem Vieh, den Vögeln und den Fischen. Konrad Lorenz, So kam der Mensch auf den Hund. Wien 1949 und 1950. Berner Schulblatt, Jg. 86, Nr. 21, 29. August 1953, S. 315f.
60. Buchbesprechungen im Berner Schulblatt, Jg. 87, Nr. 50, 5. März 1955, S. 830–833:
a) Gerhard Hennemann, Das Bild der Welt und des Menschen in ontologischer Sicht. Ernst Reinhardt, München/Basel 1951. Sammlung Glauben und Wissen, Nr. 8.
b) Adolf Portmann, Das Tier als soziales Wesen. Rhein-Verlag, Zürich 1953.
c) H. Hediger, Neue exotische Freunde im Zoo. F. Reinhardt, Basel.
d) H. Hediger, Skizzen zu einer Tierpsychologie im Zoo und Zirkus. Büchergilde Gutenberg, Zürich 1954.
e) Dr. h. c. F. Leuenberger, Die Biene. H. R. Sauerländer, Aarau. 3. Auflage, herausgegeben von O. Morgenthaler 1954.
f) Christoph Brodbeck, Natur und Landschaft, Heft 3: Wasserwirtschaft und Fischerei. Benno Schwabe, Basel 1955.
61. Buchbesprechungen im Berner Schulblatt, Jg. 89, Nr. 22, 18. August 1956, S. 333–335:
a) Paul Müller-Schneider, Verbreitungsbiologie der Blütenpflanzen. Veröffentlichungen des Geobotanischen Instituts Rübel in Zürich, Heft 30. Hans Huber, Bern 1955.
b) Julie Schlosser, Das Tier im Machtbereich des Menschen. Ernst Reinhardt, München/Basel 1954.
c) Konrad Bächinger, Josef Fisch, Justin Koller, Aus dem Leben der Bienen. Beihefte zu den Schweizer Realbogen, Nr. 14. Paul Haupt, Bern.
62. Kartenbesprechung: Kulturlandkarte der Schweiz 1 : 200000. Herausgegeben von der Abteilung für Landwirtschaft im EVD. Aufnahmen und Bearbeitung durch den

Produktionskataster, 1954. Berner Schulblatt, Jg. 89, Nr. 39/40, 24. November 1956, S. 650f.

63. «Geographie in Bildern.» Zweck, Aufbau und unterrichtliche Verwendung des vom Schweizerischen Lehrerverein herausgegebenen geographischen Hilfsmittels. Schweizerische Lehrerzeitung, Jg. 102, Nr. 7, 15. Februar 1957, S. 198–200. Mit 1 Photo.
64. Die Bildfolgen 1955 und 1956 des Schweiz. Schulwandbilderwerkes. Berner Schulblatt, Jg. 89, Nr. 54, 23. März 1957, S. 964–966. Mit 8 Abb. (Vier sinnstörende Druckfehler, berichtigt in der darauffolgenden Nummer vom 1. April 1957, S. 15.)
65. Zur Erstellung der neuen Atlanten für die Primar- und die Sekundarschulen. Berner Schulblatt, Jg. 90, Nr. 35/36, 14. Dezember 1957, S. 649–651. (Entgegnung auf eine ebendort abgedruckte Einsendung von E. Nyffeler, Lehrer in Dotzigen, betreffend Verzögerung der Herausgabe des Volksschulatlasses. Im Berner Schulblatt Nr. 17/18 vom 9. August 1958, S. 294f., rezensierte E. Nyffeler den im Frühjahr 1958 erschienenen «Volksschulatlas» in sehr zustimmender Art.)
66. Einige Ergebnisse der Virus-Forschung. (Nach E. Wecker, Was wissen wir heute über das Virus? in Band 342 der Dalp-Taschenbücher, A. Francke, Bern, und W. Weidel, Virus, die Geschichte vom geborgten Leben, in Band 60 der «Verständlichen Wissenschaft», Springer, Berlin/Göttingen.) Berner Schulblatt, Jg. 91, Nr. 28/29, 25. Oktober 1958, S. 493f.
67. Buchbesprechungen: Berner Schulblatt, Jg. 91, Nr. 28/29, 25. Oktober 1958, S. 508f. und 512:
   a) Christoph Brodbeck, Natur und Landschaft, Heft 4: Landwirtschaft und Meliorationen. Benno Schwabe & Co., Basel.
   b) Fünf Bände Dalp-Taschenbücher, A. Francke, Bern:
   Band 321. E. Hornmann, Wasser, Ein Problem jeder Zeit, 1956.
   Band 323. F. Brock, Bau und Leistung unserer Sinnesorgane. I. Haut-, Tiefen- und Labyrinthorgane, 1956.
   Band 335. C. von Regel, Die Klimaänderung der Gegenwart in ihrer Beziehung zur Landschaft, 1957.
   Band 341. F. Kaudewitz, Grundlagen der Vererbungslehre, 1957.
   Band 342. Forschung von heute. Herausgegeben von W. Theimer, 1958.
   c) Schulkarte der Schweiz 1 : 500000. Politische Karte. Bearbeitet von Prof. Dr. h. c. Ed. Imhof. Orell Füssli Verlag, Zürich.
68. a) Buchbesprechung: Christoph Brodbeck, Natur und Landschaft, Heft 5: Der Wald. Benno Schwabe, Basel/Stuttgart. Berner Schulblatt, Jg. 92, Nr. 48/49, 5. März 1960, S. 839f.
   b) Buchbesprechung: Adolf Portmann, Einführung in die vergleichende Morphologie der Wirbeltiere. Zweite, überarbeitete und erweiterte Auflage 1959. Benno Schwabe, Basel/Stuttgart. Berner Schulblatt, Jg. 92, Nr. 48/49, 5. März 1960, S. 840.
69. Alexander von Humboldt, Kosmische Naturbetrachtung. Sein Werk im Grundriss, herausgegeben von Rudolph Zaunick. Kröners Taschenausgabe Band 266, 1958. Besprechung im Berner Schulblatt, Jg. 93, Nr. 4, 30. April 1960, S. 57–59.
70. Buchbesprechung: Adolf Remane, Das soziale Leben der Tiere. Berner Schulblatt, Jg. 93, Nr. 26, 15. Oktober 1960, S. 494.
71. a) Charles Darwin, 1809–1882. 1. Teil: Eine Buchbesprechung (W. von Wyss: Charles Darwin. Ein Forscherleben. Artemis-Verlag, 1958). Berner Schulblatt, Jg. 93, Nr. 46, 18. Februar 1961, S. 855–858.
   b) Charles Darwin, 1809–1882. 2. Teil: Über die heutige Geltung der Darwinschen Evolutionslehre. (Selbständige Abhandlung, unabhängig vom im 1. Teil besprochenen Buch.) Berner Schulblatt, Jg. 94, Nr. 29, 4. November 1961, S. 535–540.

72. Buchbesprechung: Kurt Aulich, Pflanzenkunde. Band 1 der «Biologie», Lehr- und Arbeitsbuch für schweizerische Mittelschulen. 5. Auflage, 1961. Verlag H. R. Sauerländer, Aarau. Berner Schulblatt, Jg. 94, Nr. 45/46, 17. Februar 1962, S. 836.
73. Buchbesprechung: Christoph Brodbeck, Natur und Landschaft, Heft 6: Baum und Strauch in der Planung. Verlag Benno Schwabe & Co., Basel. Berner Schulblatt, Jg. 96, Nr. 31, 2. November 1963, S. 554f.

Zur Biographie Dr. Steiner-Baltzers:

O. Schneider-Orelli, Berichterstattung über: Alfred Steiner, Der Wärmehaushalt der einheimischen sozialen Hautflügler (Wespen, Hummeln, Bienen und Ameisen), Aarau 1947. In: Schweizerische Bienen-Zeitung, Jg. 1948, Heft 2, S. 60–64.

Würdigungen zum 75. und 80. Geburtstag sind am 6. April 1954 und 1959 im Bund, Bern, veröffentlicht worden.

Nachruf auf Oberst Hermann Steiner im Emmenthaler-Blatt Langnau, 6. September 1965.

Ein Nachruf auf Dr. Alfred Steiner-Baltzer erschien am 8. April 1968 im Bund, S. 31, in den Tages-Nachrichten Münsingen, S. 5, in etwas anderer Fassung im Emmenthaler-Blatt Langnau, S. 8f., und am 9. April in der Neuen Berner Zeitung, S. 3.

Nachruf von Prof. Werner Kasser im Hallerianer, November 1968.

Heinz Balmer, Die Herkunft des Gymnasiallehrers Dr. Alfred Steiner-Baltzer. Ahnentafel in: Der Schweizer Familienforscher, Jg. 35, Nr. 10/12, Beromünster, Dezember 1968.



REINHARD STRAUMANN

1892–1967

9

Reinhard Straumann

1892–1967

Der Verstorbene wurde am 3. November 1892 in Bennwil als Sohn der Eheleute Reinhard Straumann, damals Lehrer in Bennwil, und Anna, geborene Heinimann, geboren. Nicht lange darnach wurde der Vater als Lehrer nach Waldenburg gewählt, so dass der Verstorbene seine Jugendzeit mit zwei Schwestern in Waldenburg verbrachte. Hier durchlief er auch die Primar- und die Bezirksschule.

Von 1908 bis 1912 war er dann Schüler des kantonalen Technikums in Le Locle. Hier arbeitete er sich in die Uhrentechnik und die Feinmechanik ein. Nachdem er das Technikum absolviert hatte, betätigte er sich bis 1914 in Biel als Techniker.

Anschliessend daran bildete er sich in der Ecole supérieure d'aéronautique et de constructions mécaniques in Lausanne zum Ingenieur aus. Er verliess diese Schule mit dem Ingenieurdiplom.

Dann folgte mit dem Militärdienst seine Tätigkeit als Ingenieur im Dienste der technischen Betriebe der Fliegertruppe. Ihm oblag die Abnahme von Motoren und das Entwerfen und Konstruieren von Luftschrauben.

1916 trat er als Konstrukteur in Thommens Uhrenfabriken in Waldenburg ein, deren technische Leitung ihm später anvertraut wurde. Seine Bemühungen galten damals hauptsächlich der Einführung der Fabrikation von Armbanduhren und von Flugzeugbordinstrumenten.

Aus der Einsicht, dass die qualitative Weiterentwicklung der Uhr nicht nur von konstruktiven Massnahmen, sondern ebensosehr von der Verfügbarkeit neuer Werkstoffe mit spezifisch angepassten physikalischen Eigenschaften abhängt, fing er damals an, sich intensiv mit Forschungsarbeiten zu beschäftigen. In enger Zusammenarbeit mit der Vakuumschmelze in Hanau schuf er ein neues Material für Spiralfedern. Diese besassen temperaturunabhängige Eigenschaften.

Die industrielle Auswertung dieser Entwicklung übernahm zunächst die Firma Karl Haas in Schramberg und später auch die in St-Imier gegründete Nivarox SA.

In die Leitung dieses Unternehmens trat der Verstorbene 1934 als Delegierter des Verwaltungsrates ein und verblieb in dieser Stellung bis zu seinem Todestag.

1938 übernahm er die Firma Tschudin und Heid AG in Waldenburg. Unter seinem Präsidium erfolgte der Ausbau dieser Firma zum heutigen Stand:

Der Betrieb in Waldenburg für Präzisionsdecolletage und die Herstellung hydraulischer und pneumatischer Maschinensteuerungen.

Der Betrieb in Bretzwil mit der Aufgabe, Spezialwerkstoffe zu Teilen hoher Präzision zu verarbeiten.

Der Betrieb in Reinach zur Herstellung elektrotechnischer Artikel. In den Räumen der Waldenburger Firma begann der Dahingegangene mit dem Aufbau seines Forschungslaboratoriums. Das Ziel dieses Labors war die Entwicklung neuer Materialien und neuer Messmethoden für die Technik, speziell für die Uhrenindustrie.

1954 erfolgte die Umwandlung des Laboratoriums in die jetzige Aktiengesellschaft unter dem Namen: Institut Dr. Ing. Reinhard Straumann. Als direkte Folge der Entwicklung des Laboratoriums auf dem Gebiete der Federwerkstoffe entstand 1951 die Firma Nivaflex SA in St-Imier, deren Präsidium der Verstorbene von der Gründung bis zu seinem Todestag innehatte.

1919 verheiratete er sich mit Fanny, geborene Heid, die ihm in vielen Arbeiten eine treue und hilfreiche Sekretärin war. Den Eheleuten wurden dann zwei Kinder, ein Sohn und eine Tochter, geboren, deren sieben Kinder die grosse Freude des Grossvaters waren.

Neben der eigentlichen Tätigkeit beschäftigte sich der Verstorbene in der nicht sehr reichlich bemessenen Freizeit mit dem Studium der Mechanik des Skiflugs. 1926 schuf er in einer theoretischen und experimentellen Untersuchung über die Aerodynamik des Skifluges die Grundlagen für den Bau moderner Sprungschanzen.

Im Militär bekleidete er den Rang eines Oberstleutnants der Fliegertruppe. Eine Zeitlang betätigte er sich auch in der Politik, wurde Landrat und Landratspräsident.

Von seiner künstlerischen Begabung zeugen eigene Aquarelle aus der Studienzeit. Dann baute er eine wertvolle Sammlung der bekanntesten Schweizer Maler auf.

Als Waldenburg im Turnsaal einen akustisch günstigen Raum für Konzerte erhielt, unterstützte er kräftig die Abhaltung von künstlerisch hochstehenden Konzerten in unserem Städtchen und zeigte auch damit seine Neigung zur Kunst.

Seine Haltung gegenüber den Menschen war immer frei von jeder Pose. Sie wurde bestimmt durch eine andere Seite seiner Beharrlichkeit, durch die unerschütterliche Treue denen gegenüber, die sich seine Freunde nennen durften.

Seine Tätigkeit fand auch ihre Anerkennung in folgenden Ehrungen:

1936 wurde er Ehrenmitglied des finnischen Uhrenmacherverbandes mit der goldenen Verdienstmedaille

1948 erhob ihn die technische Hochschule Stuttgart zum Doktor honoris causa und 1961 zum Honorarprofessor

1959 zeichnete ihn der österreichische Gewerbeverein aus mit der Überreichung der Wilhelm-Exner-Medaille
1960 wurde er zum Ehrenmitglied des schweizerischen Skiverbandes ernannt
1966 wurde ihm die Ehrenmitgliedschaft des schwedischen Uhrenmacherverbandes und die Auszeichnung mit der Viktor-Kullberg-Medaille der Akademie für Ingenieurwissenschaften in Stockholm zuteil
Im gleichen Jahr erteilte ihm die Société Suisse de Chronométrie die Ehrenmitgliedschaft
1967 ehrte ihn die FIS, die Fédération internationale de Ski, mit der Ehrenmitgliedschaft, und in diesem Jahr schenkte ihm seine Heimatgemeinde Bretzwil, der er treu geblieben war, das Ehrenbürgerrecht.

Damit sind in aller Kürze die Stationen seines Lebenslaufes aufgezählt. Um mehr als eine Aufzählung konnte es hier nicht gehen, sonst wäre die Beschreibung seines Lebenslaufes zu lang geworden.

Und nun ist dieses reiche Leben abgeschlossen, für unsere menschlichen Begriffe zu früh. Sein Hinschied lässt eine Lücke entstehen, deren Grösse heute noch nicht zu ermessen ist. Der Verstorbene wird nicht nur in der Familie fehlen, sondern auch in mehr als einer menschlichen Gemeinschaft. Er erreichte ein Alter von 74 Jahren und 11 Monaten.

Für die Überlassung dieser Angaben danke ich seinem Sohne, Fritz Straumann-Schmidlin, Waldenburg. *Heinrich Althaus*



LEONHARD WEBER

1883–1968

10

Leonhard Weber

1883–1968

Am 30. Juni 1968 verstarb der Mineraloge Prof. Dr. phil. I und II Leonhard Weber. Er war während 30 Jahren, von 1925–1955, Direktor des Instituts für Mineralogie und Petrographie der Universität Freiburg, der zweite nach Gründung dieser Hochschule.

Der erste auf dem Lehrstuhl, H. Baumhauer, hatte das Freiburger Institut bekannt gemacht. Sein wissenschaftlich vielseitiger und methodisch geschulter Nachfolger Weber konnte es sich leisten, den «Institutsehrgeiz» weniger wichtig zu nehmen, um dafür stärker gesamtuniversitären Belangen zu dienen. Es war die Zeit, da eine kleine Universität den Übergang vom idealistischen Schwung der Gründergeneration zur Kontinuität zu vollziehen hatte.

«Papa Weber» war eine stadtbekannte Persönlichkeit, ein Patriarch mit Vollbart. Ein Manager seiner geliebten Universität, was die *Sache* anging, war Weber als *Person* das genaue Gegenteil eines Managers: eine auch im Äusseren alttestamentarische Gestalt, ein geduldiger, langmütiger, mitfühlender Prophet; aber auch der Mann der unbeugsamen Meinung, des heiligen Zornes, wenn die Gerechtigkeit verletzt war oder man sich dem Gemeinwohl nicht beugen wollte. Er war das personifizierte Gewissen weit über die Fakultät und den Senat hinaus, Schutzengel und heimlicher Betreuer vieler in der Stadt. – Angesichts seines Charakters beugte man sich vor der Objektivität des Anliegens, und so gelang Weber vieles zum Nutzen der Universität.

Gleichwohl ging auch im rein Fachlichen die Kontinuität weiter. Die Liste der 19 Dissertationen und der etwa 50 eigenen Arbeiten (zum Teil zusammen mit Mitarbeitern) beweist seine Aktivität. Mit mehr Hilfe im Institut wäre sein Name sicher in der rechnenden Kristallographie und Kristallmorphologie schnell bekannt geworden. Man hätte Weber dann vielleicht von Freiburg weggeholt (Angebote hat es mehrere gegeben), und es ist schwer zu sagen, was ihn mehr befriedigt hätte: die rein wissenschaftliche Forschung oder der selbstlose Einsatz für das von ihm mit Überzeugung vertretene Ideal der humanistisch-christlichen Universitas im Rahmen einer Universität, die sich – in einem katholischen Kanton gegründet – auf den katholischen Gedanken als Tradition stützt und dies als Rahmen einer internationalen Hochschule ansieht. Es ist ebenso evi-

dent, dass eine solche (kantonale) Hochschule heute dazu ausersehen ist, bewusst und institutionell das ökumenische Anliegen zu pflegen.

L. Webers Lebenslauf zeigt klar die Horizonte und die geistigen Zusammenhänge. Der als ältester Sohn des Sigristen A. Weber am 23. Januar 1883 zu Wohlen AG geborene Leonhard absolvierte nach Besuch der heimatlichen Volks- und Bezirksschule 1904 eine glänzende Matura in Sarnen und zog zum Studium der Philosophie nach Italien. Erst in Florenz, später in Rom studierte er neben Philosophie und Psychologie «mit besonderer Vorliebe Mathematik, Physik und Chemie» und dazu noch Hebräisch. Nach dem Dr. phil. an der Gregoriana (über «Allgemein gültige Erfahrungsurteile») im Jahre 1907 kehrte er in die Schweiz zurück, um, wie er sich ausdrückt, «im Interesse philosophischer Bestrebungen an der Freiburger Universität das begonnene Studium der Mathematik, Physik und physikalischen Chemie weiterzuführen». H. Baumhauer gewann ihn für die Mineralogie; 1909 wurde Weber bei ihm Assistent. 1911 vermählte er sich mit Maria Kündig. Drei Söhne entsprossen der überaus harmonischen Ehe. – Leider musste Weber während der schlechten Zeiten vor und während des Ersten Weltkrieges sein Brot abseits der Universität verdienen, so dass seine nunmehr zweite – preisgekrönte – These «Über die Prismenmethode zur Bestimmung der Brechungsindizes optisch zweiachsiger Kristalle ohne Absorptions- und Drehungsvermögen» erst 1916 abgeschlossen wird (Promotion 2. März 1917; Druck der These 1921).

1917 bis 1920 war Weber Assistent bei v. Groth in München, dann wechselte er zu dem anderen Grossen in der Mineralogie: Paul Niggli in Zürich, wo Weber als Konservator der mineralogischen Sammlungen angestellt war und als PD und kristallographischer Mitarbeiter beim Ausbau des Nigglischen grossen Lehrbuches wirkte. Im 1. Teil dankt Niggli «... seinem Kollegen und Assistenten ... für treue, unermüdliche Hilfe ... und wertvolle Anregungen und Verbesserungen». Im 2. Teil ist Weber als Mitautor genannt.

Durch die Berufung nach Freiburg (1925) verwächst Weber nun für 30 Jahre mit der von ihm überaus geschätzten Universität, deren Rektor er 1941 war. In drei Dekanaten (1930, 1938, 1948) und in vielen Kommissionen beweist er seine Gewissenhaftigkeit, Selbstlosigkeit und die Gabe, weltliche und kirchliche Regierungsstellen zu gesunden Initiativen zu veranlassen. – Weder Berufungen noch Ordensverleihungen haben ihn von seinen Verpflichtungen abgelenkt und ihn etwa zur «grauen Eminenz» gemacht. Still und bescheiden trat er 1955 von seinen Ämtern zurück und siedelte zu seinem ältesten Sohn nach Solothurn über. Schon 1957 traf ihn eine Hirnthrombose, von der er sich nicht mehr erholte. 1962 starb seine Frau, 1968 wurde er an der Seite der Gattin in Bürglen bei Freiburg zur letzten Ruhe gebettet.

Nachrufe in «Universitas Friburgensis» sowie im Bulletin der Freiburger Naturforschenden Gesellschaft, deren Ehrenmitglied er war (der SNG gehörte er seit 1914 an), unterstreichen seine Persönlichkeit noch durch Einzelheiten aus seinem Leben.

Eine Liste der Publikationen sowie der von ihm geleiteten Dissertationen findet sich im Nachruf der Schweiz. Mineral. Petr. Mitt. – Der Titel der Dissertation verrät den von der Mathematik herkommenden Physiker. Weber beschäftigen rechnerische Probleme der Kristalloptik und der Zusammenhang von Kristallphysik und Morphologie. Auch für das Diskontinuum (Raumgruppen) versucht Weber – stets in pädagogischer Absicht – «Anschauliche Darstellungen...» im Sinne der Stereometrie und der Symmetrie von Punktsystemen. In den zahlreichen morphologischen Studien zu bestimmten Mineralien weiss Weber immer das Interessante darzustellen. – Es ist schade, dass Weber sein pädagogisches Geschick nicht durch Herausgabe eines Lehrbuches betätigt hat. Dieses Werk wäre ganz sicher eine Fundgrube interessanter und eigenwilliger Ideen geworden, denn auch dort, wo Weber nur referiert, fliessen seine eigenen Ideen ein. So müssen wir uns mit dem Anteil am Nigglischen Lehrbuch zufriedengeben, eine Arbeit, die Weber selbst sehr hoch eingeschätzt hat.

Weber gab, wo er etwas zu geben hatte, ohne Vorbehalte. Wissenschaftliche Anerkennung war ihm kein Problem, den Ruhm hat er nicht gesucht. Aber in seiner wissenschaftlichen und menschlichen Haltung war er allen denen ein Vorbild, die ihrerseits wieder Lehre und Weisung zu erteilen haben. So lebt sein Zeugnis in vielen weiter, das Zeugnis eines Mannes, dem der Titel Professor noch so viel wie «Bekenner» bedeutet hat.

E. Nickel



CARL WEGELIN

1879–1968

11

Carl Wegelin

1879–1968

Im Vorwort seiner Geschichte des Kantonsspitals St. Gallen schreibt Carl Wegelin im Jahre 1953: «Wenn ich auch 41 Jahre lang meinen Wohnsitz in Bern hatte, so bin ich doch in St. Gallen aufgewachsen und stets mit meiner Heimat verbunden geblieben. Es lockte mich als Sohn eines der ersten Chefärzte, der als Freund und Kampfgenosse Dr. J. L. Sondereggers bei der Gründung des Spitals in vorderster Linie stand, die näheren Umstände dieser Gründung ausführlich darzulegen.» Die äusserst gründliche Schrift Wegelins ist weit mehr als nur eine Darstellung der Entwicklung des Kantonsspitals. Sie ist eine kulturhistorische Studie der Medizingeschichte des 19. Jahrhunderts im Rahmen der Entwicklung des sanktgallischen Staatswesens. Bis in sein hohes Alter hat Carl Wegelin das Interesse für alle Belange von Stadt und Kanton behalten. So verfolgte er die Vorarbeiten für eine sanktgallische medizinische Akademie sehr aufmerksam. Wenn er auch durch ein Augenleiden immer mehr an seine Klause an der Rorschacher Strasse gebunden war, so nahm er bis zuletzt Anteil an der Laufbahn seiner Schüler und an der grossen Entwicklung der medizinischen Wissenschaft, in welcher er früher eine führende Rolle gespielt hatte.

Eine zweite medizinhistorische Studie verfasste Wegelin 1958 über das damals 50jährige Ostschweizerische Säuglingsspital, mit dem er durch seinen Neffen Dr. Richard Rehsteiner sehr verbunden war. Noch vor kurzem hat er mit besonderer Freude dem neuen Kinderspital einen Besuch abgestattet.

Im hohen Alter von fast 90 Jahren ist Carl Wegelin nach einem philosophisch abgeklärten Lebensabend entschlafen. Er war ein hochstehender, überaus gütiger Mensch, ein klarer Wissenschafter und hervorragender Lehrer. Sein Hauptanliegen war die Erziehung junger Ärzte, die er als ordentlicher Professor der Pathologie an der Medizinischen Fakultät der Universität Bern in langen Jahren auf gründlichste Weise in die Grundlagen der Heilkunde einführte. Als Sohn des Arztes Carl Wegelin ist der Verstorbene in St. Gallen geboren, besuchte hier die Schulen und genoss am Gymnasium den Unterricht von Götzinger, Dierauer und Wartmann. In der «Rhetorika» fand er neben dem Erlebnis fröhlicher Stunden viele Freunde fürs Leben.

Das Medizinstudium beendete er in Bern, wo Kocher, Sahli, Langhans

und Jadassohn seine verehrten Lehrer waren, deren Kollege er später werden sollte. Nach dem Staatsexamen 1903 folgten Assistentenjahre bei Vonwiller in St. Gallen, bei Lichtheim in Königsberg und in Bern bei Jadassohn. Bald Erster Assistent bei Langhans, habilitierte er sich 1908 und wurde schon 1913 Nachfolger von Langhans als Chef des Pathologischen Instituts des Inselspitals. Als Lehrer hochverehrt, widmete sich Wegelin neben der Lehrtätigkeit der wissenschaftlichen Forschung. Die exakte Naturbeobachtung, die klare Fragestellung, die kritische Verarbeitung und straffe Formulierung waren die Grundpfeiler seiner Forschertätigkeit. Diese galt den verschiedensten Gebieten der pathologischen Anatomie, vor allen aber der Erforschung des endemischen Kropfes und Kretinismus, zum Teil in fruchtbarer Zusammenarbeit mit dem Chirurgen de Quervain. Eine enge Verbindung mit den klinischen Fächern brachte ihm die hohe Befriedigung, nicht nur als Wissenschafter tätig zu sein, sondern als Arzt den Menschen helfen zu können. Die Mitarbeit in der schweizerischen Kropfkommission und in der Nationalliga zur Bekämpfung des Krebses und die Gründung der bernischen Radiumstiftung zeigten das Bestreben, seine Erkenntnisse in den Dienst der Kranken zu stellen.

Im akademischen Leben spielte Wegelin eine führende Rolle, zweimal als Dekan und 1924/25 als Rektor der Universität. Nach der Gründung der schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften war Wegelin der prädestinierte erste Präsident dieser Institution von 1943 bis 1948.

Schwere Schicksalsschläge blieben Carl Wegelin nicht erspart. Seinen früh verstorbenen Vater hatte er nie gekannt, und seine Frau, die Schwester von Professor Werner Näf, auch eine St.-Gallerin, verlor er schon sehr früh.

Nach seiner Emeritierung als Professor in Bern kehrte Wegelin 1947 in seine Vaterstadt zurück. Hier durften seine weitere Familie und seine Freunde noch lange Jahre Anteil haben an der Ausstrahlung des Wesens dieses hochstehenden Menschen. Sein Wesen entsprach dem eines wahren Arztes und Forschers, wie es Peter Bamm bei der Betrachtung der Statue des Hippokrates in Kos formulierte: «Was diese Statue in hervorragender Weise darstellt, ist das Geistige jener Humanität, jenes Pflichtbewusstseins, jene eigentümliche Mischung wissenschaftlicher Kühle, menschlicher Güte und weiser Lebenserkenntnis, die das Wesen des Arztes ausmachen.»

Dr. P. Nef

Weitere verstorbene Mitglieder
Autres membres décédés
Altri soci defunti

AMSLER, RUDOLF, Forstingenieur, Schaffhausen

BERNARD, CH.-J., Dr ès sc., Genève

FAES, HENRI, Dr ès sc., Lausanne

FRANCESCHETTI, ADOLF, Prof. Dr méd., Genève

HAUSER, HANS, Prof., Spiegel BE

HEINIS, HUGO, Dr phil., Genève

HOELLING, JOACHIM, Berlin

ROCH, MAUR., Prof. Dr méd., Chêne-Bougeries

SCHLEICH, KARL, Dr. phil., Lindau

SCHUBIGER, ALBERT E., Dr. phil., Luzern

SCHULTHESS, WILLY, alt Bankdirektor, Zollikon

STAUB, HANS, Prof. Dr. med., Basel

WERENFELS, ALFRED, Dr. phil., Basel