Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 91 (1908)

Teilband: Wissenschaftlicher Teil

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 14.04.2026

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

ACTES

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES

91me SESSION

DU 30 AOÛT AU 2 SEPTEMBRE 1908

à GLARIS

VOL. I

CONFÉRENCES ET PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES.

EN VENTE

chez MM. H. R. SAUERLÄNDER & Co., AARAU

(Les membres s'adresseront au questeur.)

Leere Seite
Blank page
Page vide

VERHANDLUNGEN

der

Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft

91. Jahresversammlung

vom 30. August bis 2. September 1908

in Glarus

BAND I

Vorträge und Sitzungsprotokolle.

Kommissionsverlag

H. R. Sauerländer & Co., Aarau

(Für Mitglieder beim Quästorat.)

Buchdruckerei Emil Birkhäuser, Basel.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Allgemeines Programm der Jahresversammlung in Glarus . .	1
Protokolle der vorberatenden Kommission und der beiden Hauptversammlungen	3
Sitzung der vorberatenden Kommission	5
Erste Hauptversammlung	15
Zweite Hauptversammlung	19
Eröffnungsrede des Jahrespräsidenten und Vorträge gehalten in den beiden Hauptversammlungen	21
Glarnerische Naturforscher, Eröffnungsrede des Jahrespräsidenten, Ständerat Dr. *G. Heer*, Glarus	23
Schwerebestimmungen der Schweizerischen Geodätischen Kommission von Dr. *Th. Niethammer*, Ingenieur der Schweizer. Geodätischen Kommission	43
Die neueren Fortschritte auf dem Gebiete der Radioaktivität (von Anfang 1906 bis Mitte 1908) von Dr. *H. Greinacher*, Privatdozent an der Universität Zürich	63
Un puissant auxiliaire de la science et de l'industrie: l'arc voltaïque; son mécanisme et ses applications par *Ch. Eug. Guye*, professeur de physique à l'Université de Genève	99
Eine Exkursion nach den Canarischen Inseln, von *C. Schröter*, Professor am Polytechnikum Zürich	124
Die Pierre des Marmettes und die grosse Blockmoräne bei Monthey (Kanton Wallis) von Prof. Dr. *H. Schardt*	189
Anhang: Verzeichnis der freiwilligen Beiträge an die Erhaltungskosten der „Pierre des Marmettes“	202
Sur les Fougères des temps paléozoïques et leur signification dans la paléontologie (par extrait) par *R. Chodat*, professeur à l'Université de Genève	211
Vorträge gehalten in den Sektionssitzungen	215
I. Geologische Sektion	217
(J. Oberholzer, Alb. Heim 2 Mitteilungen, *Arn. Heim, H. Schardt* 2 Mitteilungen, *Prof. Becker, Maur. Lugeon.)*	

Seite

II. Botanische Sektion 226

(J. Wirz, A. Ernst, Ed. Fischer, J. Coaz, Th. Herzog.)

Ergebnisse neuerer Untersuchungen über den Embryosack der Angiospermen, von *A. Ernst*, Professor an der Universität Zürich 230

III. Zoologische Sektion 264

(C. Keller, E. A. Göldi, H. Goll, P. Steinmann, Franz Leuthardt, H. Fischer-Sigwart 3 Mitteilungen, *F. A. Forel, M. Musy* 3 Mitteilungen.)

IV. Chemische Sektion 276

(Ed. Schär 2 Mitteilungen, *L. Pelet, A. Werner, F. Reverdin, F. Fichter, G. Baume* 2 Mitteilungen, *J. Schmidlin, Ad. Grün, E. Briner* et *E. Mettler, E. Briner* et *E. Durand, E. Briner* et *A. Wroczynski, H. Rupe.)*

V. Physikalisch-Mathematische Sektion 281

(S. Mauderli, P. Weiss, A. Perrier, H. Zickendraht, A. Hagenbach, L. de la Rive, J. Beglinger.)

VI. Meteorologische Sektion 285

(J. Maurer, F. A. Forel, R. Gautier, A. de Quervain.)

VII. Medizinische Sektion 288

(Dr. *Rossel* 2 Mitteilungen.)

Contribution à la connaissance de la Maladie de Kahler (Myélomes multiples) par le Dr. *P. Conti*, médecin primaire à l'Ospedale Maggiore de Milan 290

Allgemeines Programm
der Jahresversammlung in Glarus.

Sonntag, den 30. August.

Nachmittags ½5 Uhr: Sitzung der vorberatenden Kommission im Landratssaal des Regierungsgebäudes.

Abends 8 Uhr: Empfang der Gäste in den „Drei Eidgenossen“ und Begrüssung derselben durch den Präsidenten der Glarner Naturforschenden Gesellschaft, Herrn J. Laager, Sekundarlehrer in Mollis.

Montag, den 31. August.

Vormittags ½9 Uhr: Erste Hauptversammlung im Landratssaal des Regierungsgebäudes.

1. Eröffnungsrede des Jahrespräsidenten.
2. Geschäftliches.
3. Vorträge der Herren:
   a) *Dr. Th. Niethammer, Basel:* Über die Schweremessungen der schweiz. geodätischen Kommission.
   b) *Prof. Dr. Eugen Guye, Genf:* Un puissant auxiliaire de la science et de l'industrie, l'arc voltaïque, son mécanisme et ses applications.
   c) *Dr. H. Greinacher, Privatdozent in Zürich:* Über die radioaktiven Substanzen.

Mittags 1 Uhr: Bankett im „Glarnerhof“.

Nachmittags ½4 Uhr: Spaziergang. (Klöntal, Schwändi—Schwanden).

Abends 8 Uhr: Freie Vereinigung im „Glarnerhof“.

Dienstag, den 1. September.

Vormittags 8 Uhr: Sektionssitzungen in der Aula und in den Lehrzimmern der Höhern Stadtschule Glarus.

Mittags 1 Uhr: Mittagessen nach Sektionen und zwar der geologischen und chemischen im „Löwen“, der botanischen, zoologischen und medizinischen in der „Sonne“, der physikalisch-mathematischen und meteorologischen in den „Drei Eidgenossen“.

Nachmittags 3 Uhr: Vortrag des Herrn Dr. Th. Herzog, Zürich, in der botanischen Sektion, über seine Reise in Südamerika, mit Projektionen.

Abends 8 Uhr: Gesellige Vereinigung im „Schützenhaus“ unter gefl. Mitwirkung des Sängervereins Frohsinn Glarus.

Mittwoch, den 2. September.

Morgens 8 Uhr: Abfahrt der Gesellschaft von Glarus nach Linthal.

Morgens 9 Uhr: Zweite Hauptversammlung im Bad Stachelberg daselbst. Vorträge der Herren:

a) *Prof. Dr. C. Schröter, Zürich,* über: Eine Exkursion nach den Kanarischen Inseln.

b) *Prof. Dr. H. Schardt, Neuenburg,* über: Die „Pierre des Marmettes“ und die grosse Blockmoräne von Monthey und Umgebung.

c) *Prof. Dr. R. Chodat, Genf,* über: Les fougères des temps paléozoïques, leur signification dans la paléontologie végétale moderne.

Mittags 2 Uhr: Bankett im Bad Stachelberg.

Mittags 3 Uhr: Fahrt nach Braunwald, Schlussakt im „Grand Hotel“ daselbst.

Protokolle

der

vorberatenden Kommission

und der beiden

Hauptversammlungen.

Leere Seite
Blank page
Page vide

I.

Sitzung der vorberatenden Kommission

Sonntag, den 30. August, abends halb 5 Uhr,

im Landratssaal des Regierungsgebäudes in Glarus.

Präsident: Herr Ständerat Dr. Gottfried Heer in Hätzingen.

Anwesend sind:

I. Zentralkomitee:

Präsident:	Herr Dr. Fr. Sarasin, Basel.
Vizepräsident:	„ Prof. Dr. A. Riggenbach, Basel.
Sekretär:	„ Dr. P. Chappuis, Basel.
Quästorin:	Frl. Fanny Custer, Aarau.
	Herr Prof. Dr. Hans Schinz, Zürich, Präsident der Denkschriftenkommission.

II. Jahresvorstand:

Präsident:	Herr Dr. G. Heer, Hätzingen.
Vizepräsident:	„ Prorektor J. Oberholzer, Glarus.
1. Sekretär:	„ Dr. H. Wegmann, eidg. Fabr.-Insp., Mollis.
2. Sekretär:	„ J. Laager, Sekundarlehrer in Mollis.
	„ Landrat J. Jenny-Studer, Glarus.
	„ Dr. H. Schäppi, Mitlödi.

III. Ehemalige Mitglieder des Zentralkomitees:

Herr Prof. Dr. F. A. Forel, Morges.
„ Prof. Dr. C. F. Geiser, Küsnacht-Zürich.
„ Prof. Dr. E. Hagenbach-Bischoff, Basel.
„ Prof. Dr. A. Kleiner, Zürich.
„ Prof. Dr. C. Schröter, Zürich.

IV. Ehemalige Jahrespräsidenten:

Herr Dr. G. Ambühl, Kantonschemiker, St. Gallen.
„ Dr. A. Fischer-Sigwart, Zofingen.
„ Prof. Dr. Alb. Heim, Zürich.
„ Prof. Dr. M. Musy, Freiburg.
„ Dr. Ed. Sarasin, Genf.
„ Dr. E. Schumacher-Kopp, Kantonschemiker, Luzern.

V. Präsidenten von Kommissionen und Sektionen der S. N. G.:

Herr Prof. Dr. H. Blanc, Lausanne, Zoologische Gesellschaft.
„ Prof. Dr. Fr. Fichter, Basel, Chemische Gesellschaft.
„ Prof. Dr. J. Früh, Zürich, Erdbebenkommission.
„ Prof. Dr. R. Gautier, Genf, Vizepräsident der Geodätischen Kommission.
„ Prof. Dr. F. Rudio, Zürich, Euler-Kommission.
„ Dr. P. Sarasin, Basel, Naturschutzkommission.
„ Prof. Dr. F. Zschokke, Basel, Hydrologische Kommission.

VI. Delegierte kantonaler Gesellschaften:

Aargau:	Herr	W. Holliger, Seminarlehrer, Wettingen.
Baselstadt:	„	Prof. Dr. C. Vonder Mühll, Basel.
	„	Prof. Dr. Aug. Hagenbach, Basel.
Baselland:	„	Dr. F. Leuthardt, Bezirkslehrer, Liestal.
Bern:	„	Prof. Dr. E. Fischer, Bern.
	„	Prof. Dr. Chr. Moser, Bern.

Freiburg:	Herr	A. Gremaud, Kantonsingenieur, Freiburg
	„	Prof. A. Haas, Freiburg.
Genf:	„	Prof. Dr. R. Chodat, Genf.
	„	Prof. Ch. Sarasin, Genf.
Graubünden:	„	Dr. P. Lorenz, Chur.
Luzern:	„	Prof. Dr. J. Businger, Luzern.
Neuenburg:	„	Prof. Dr. H. Schardt, Neuenburg.
Solothurn:	„	Prof. Dr. J. Bloch, Solothurn.
St. Gallen:	„	Dr. G. Ambühl, Kantonschemiker, St. Gallen. (Siehe oben.)
Tessin:	„	Jak. Seiler, Sekundarlehrer, Bellinzona.
Thurgau:	„	Prof. Dr. C. Hess, Frauenfeld.
Waadt:	„	Prof. Dr. F. A. Forel, Morges (s. oben).
	„	Prof. Dr. H. Blanc, Lausanne (s. oben).
Winterthur:	„	Prof. Dr. E. Seiler, Winterthur.
Zürich:	„	Dr. E. Rübel, Zürich.
	„	Prof. Dr. A. Ernst, Zürich.

(Entschuldigt die Herren: Prof. Dr. Fr. Burckhardt in Basel, Dr. J. Coaz, eidg. Oberforstinspektor in Bern, Oberst J. Lochmann in Lausanne, Prof. Dr. Th. Studer in Bern, Prof. Dr. A. Werner in Zürich.)

Verhandlungen.

---

1. Nach kurzer Begrüssung durch den Vorsitzenden erfolgt der Appell, auf den die vorhin genannten Mitglieder antworten.

2. Zu Stimmenzählern werden gewählt die Herren Prorektor J. Oberholzer und Sekundarlehrer J. Laager, als Übersetzer Herr Dr. H. Wegmann.

3. Herr Zentralpräsident *Dr. F. Sarasin* verliest den Bericht des Zentralkomitee. Derselbe wird mit gespanntem Interesse angehört und dem Verfasser bestens verdankt. Der darin enthaltene Antrag, Herrn Prof. *A. Wolfer* in Zürich zum Delegierten unserer Gesellschaft an die Internationale Polarunion zu ernennen, wird ohne Widerspruch angenommen.

4. Das Zentralkomitee stellt weiter folgende Anträge:

a) Der Druck der Verhandlungen wird vom Zentralkomitee besorgt, welches hiefür die Hilfe der Denkschriftenkommission in Anspruch zu nehmen befugt ist, wogegen das Sammeln der Manuskripte nach wie vor dem Jahresvorstand obliegt. Einstimmig angenommen.

b) Die Denkschriftenkommission legt ein neues Reglement vor, das vom Zentralkomitee in der Sitzung vom 15. Mai 1908 gut geheissen und den Mitgliedern bereits gedruckt zugestellt worden ist. Herr *Prof. Dr. Schinz, Zürich*, Präsident der Kommission, erklärt der Versammlung, welche Ursachen die neue Fassung wünschbar und nötig gemacht haben, er hebt die abgeänderten und neuen Bestimmungen hervor, worauf das Reglement einstimmig zu Handen der Hauptversammlung gut geheissen wird.

c) Im Mai dieses Jahres hat sich eine schweizerische physikalische Gesellschaft konstituiert. Sie hat heute bereits eine Versammlung abgehalten, ihre Statuten und Mitgliederverzeichnis eingesandt und wünscht, als Sektion der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft aufgenommen zu werden. Sie wird mit Freuden empfangen.

Dagegen wird die physikalische Gesellschaft Zürich sich als Tochtergesellschaft von uns ablösen.

5. Das Zentralkomitee legt den Plan einer Erweiterung der Organisation der Gesellschaft vor, in dem Sinne, dass es den Gedanken weiter verfolgen und in konkreterer Form der vorberatenden Kommission der nächstjährigen Versammlung vorlegen wird, wenn ihm die heutige einen solchen Auftrag erteilen will.

Die Neuerung bezweckt, der Leitung der Gesellschaft eine grössere Stabilität zu geben. Das soll erreicht werden durch Schaffung einer ständigen Behörde, eines Senates, der neben dem alle 6 Jahre neu zu bestellenden Zentralkomitee amten würde, und in den auch der Bundesrat einige Vertreter wählen würde. Die Rolle der neuen Instanz wäre eine konsultative, sie ist als ein alle Tätigkeitsgebiete der Gesellschaft repräsentierendes Beratungsorgan gedacht. In den Beziehungen mit den Bundesbehörden, mit dem Ausland, mit den internationalen Vereinigungen benötigen wir solchen Rat mehr und mehr. (Siehe hiezu den Bericht des Zentralkomitees.)

Der ausgesprochene Gedanke rief eine ziemlich lebhafte Diskussion hervor, an welcher sich die Herren Chodat (Genf), Forel (Morges), Fischer (Bern), Geiser (Zürich), Sarasin (Genf) beteiligten.

Nach allseitiger Aussprache konstatiert der Vorsitzende, dass die Anregung eine gute Aufnahme gefunden hat und somit das Zentralkomitee zur weitern Ausarbeitung des Projektes eingeladen wird.

6. Herr *Prof. Dr. A. Riggenbach* verliest den Kassabericht von Fräulein Fanny Custer. Der Präsident und 2 Mitglieder des Jahresvorstandes haben die Rechnung geprüft. Die Herren empfehlen, dieselbe zu genehmigen und der Quästorin für die treue Verwaltung und die genaue Rechnungsführung den Dank der Gesellschaft auszusprechen. Die Anwesenden pflichten diesem Antrag bei.

Die Revisoren sprechen den Wunsch aus, dass einige namhaft gemachte Titel durch staatlich garantierte Anlagepapiere ersetzt werden möchten.

7. Das Zentralkomitee empfiehlt, die folgenden Herren zu Ehrenmitgliedern der Gesellschaft zu ernennen:

1. Herr *Joh. Oskar Backlund*, Dr. ph. Exc. Staatsrat, Direktor der Sternwarte Pulkowo, Mitglied der St. Petersburger Akademie.
2. Herr *Eduard Brückner*, Dr. ph., Professor der Geographie in Wien.
3. Herr *Jean-Gaston Darboux*, Dr. ès. s., prof. de mathém. à la Sorbonne, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, Paris.
4. Herr *E. Delacoste*, Gemeindepräsident, Monthey.
5. Herr *F. Georg Frobenius*, Dr. ph., Geh. Reg.-Rat, Professor der Mathematik an der Universität Berlin, Mitglied der preussischen Akademie der Wissenschaften, Berlin.
6. Herr *Arthur Schuster*, Dr. phil., Professor der Physik an der Universität Manchester, Präsident der internationalen seismolog. Association, Manchester.
7. Herr *Karl Hermann A. Schwarz*, Dr. ph., Geh.Reg.-Rat, Professor der Mathematik an der Universität Berlin, Mitglied der preussischen Akademie der Wissenschaften, Berlin.
8. Herr *Alex. Seiler*, Nationalrat, Zermatt.

Herr *Prof. Dr. A. Riggenbach* begründet in jedem einzelnen Fall den Antrag des Zentralkomitees. Die Kommission macht denselben zu dem ihrigen.

8. Zur Aufnahme in die Gesellschaft waren 24 Personen angemeldet und empfohlen. Im Laufe der Verhandlungen kamen 8 weitere hinzu, sodass die Liste der Kandidaten 32 Namen aufweist. (Siehe unter „Veränderungen im Personalbestande der Gesellschaft.")

Die vorberatende Kommission nimmt mit Befriedigung Kenntnis von diesem Zuwachs und empfiehlt die angemeldeten Herren der Hauptversammlung zur Aufnahme.

9. Mit Akklamation wird Lausanne als Ort und Herr Prof. Dr. H. Blanc daselbst als Präsident der nächsten Jahresversammlung erkoren.

10. Der Vorsitzende teilt mit, dass an der gedruckten Tagesordnung der beiden Hauptversammlungen folgende Änderungen vorgenommen worden sind:

a) An Stelle des Herrn Prof. Dr. A. Riggenbach-Burckhardt wird Herr Ingenieur Dr. Th. Niethammer über die Schweremessungen der geodätischen Kommission sprechen.

b) Auf Wunsch des Zentralkomitees sollen alle geschäftlichen Traktanden wenn immer möglich in der ersten Hauptversammlung erledigt werden.

Die Kommission nimmt hievon Kenntnis und erklärt sich auch damit einverstanden, dass

c) in der ersten Hauptversammlung dem Herrn Prof. Dr. P. Weiss, Zürich, gestattet werde, ein kurzes Wort über den bevorstehenden ersten internationalen Kältekongress in Paris an die Anwesenden zu richten.

11. Die Berichte der Kommissionen pro 1907—08 liegen gedruckt vor und sind den Mitgliedern ausgeteilt worden. Auf Verlesen derselben wird daher verzichtet. Herr Zentralpräsident *Dr. Sarasin* hebt folgende Punkte daraus hervor:

a) Wahlen. Die Denkschriftenkommission bedarf 2, die Schläfli- und die Erdbebenkommission je 1 neues Mitglied. Es werden vorgeschlagen für die Denkschriften-

kommission die Herren Prof. Dr. E. Yung in Genf und Dr. H. G. Stehlin in Basel; für die Schläflikommission Herr Prof. Dr. C. Vonder Mühll in Basel; für die Erdbebenkommission Herr A. de Werra, kantonaler Forstinspektor in Siders.

Diese Vorschläge werden angenommen und der Hauptversammlung empfohlen.

b) Subventionen. Für das nächste Geschäftsjahr werden folgende Beiträge nachgesucht: Von der Erdbebenkommission Fr. 300.—, von der hydrologischen Kommission Fr. 200.— und von der Naturschutzkommission Fr. 500.—. Es wird beschlossen, denselben zu entsprechen.

12. Die Euler-Kommission hat einen gedruckten Bericht und vier Anträge eingebracht über die Herausgabe der gesamten Werke Leonhard Eulers (siehe im Bericht der Denkschriften-Kommission). Ihr Präsident, Herr *Prof. Rudio,* Zürich, beleuchtet diese Anträge noch mündlich, führt den Anwesenden die Tätigkeit der gleichnamigen Kommission der Deutschen Mathematiker-Vereinigung, sowie die bezüglichen Beschlüsse des IV. internationalen Mathematikerkongresses in Rom vor Augen und fügt bei, dass auf ergangene Anfrage 141 schweizerische Mathematiker schriftlich ihre Zustimmung zu den letztern erklärt haben. „Nicht nur die schweizerische, nein die ganze mathematische Welt schaut heute und morgen hierher nach Glarus und hofft, die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft werde zum guten Ende führen, was sie begonnen hat."

Herr Präsident *Dr. Sarasin* erklärt, das Zentralkomitee habe sich mit der Angelegenheit eingehend beschäftigt und einen Bericht darüber verfasst, der verlesen wird (siehe im Bericht des Zentralkomitees). Derselbe kommt zu dem Schluss, dass die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft zwar die Sache an die Hand nehmen, darüber aber heute noch nicht endgültig beschliessen solle. Eine ganze

Reihe von Fragen sind noch besser zu klären, die Finanzierung ist noch nicht gesichert, und wir müssen überzeugt sein, dass wir das Werk durchführen können, ehe wir es in Angriff nehmen.

Herr *Prof. Rudio* bittet, die Sache nicht zu verschieben. Er offeriert sich, auf eine ganze Anzahl der gestellten Fragen gleich zu antworten. So ist das Verzeichnis der Eulerwerke vorhanden, und die Kommission ist der Meinung, dieselben sollten so herausgegeben werden, wie Euler sie geschrieben hat, ohne kritisches Beiwerk.

Herr *Prof. Geiser* empfiehlt, Details wegzulassen, die prinzipielle Frage aber der morgigen Hauptversammlung in empfehlendem Sinne jedenfalls vorzulegen. Auf diese Weise wird man eine Einigung finden zwischen den Anträgen der Eulerkommission und denen des Zentralkomitees.

Herr *Prof. Riggenbach* macht aufmerksam, dass nicht nur die Finanzfrage eine schwierige ist, sondern dass auch die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft allein nicht über die nötigen geistigen Kräfte verfügt, um das weitschichtige Unternehmen durchzuführen. Wenn wir auch noch so begeisterte Mitarbeiter aus unserem Lande finden, so müssen wir doch noch auswärtige Hülfe suchen, für einzelne Gebiete bedarf es sogar der Spezialisten. Soll nun, trotz dieser Erkenntnis, die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft durch ihre Kommission den Modus der Publikation vorschlagen und dann die ausländischen Vereinigungen einladen, ihren Teil beizusteuern und Redaktoren zu stellen? Oder ziemt es sich der Schweiz nicht viel mehr, die gemeinsame Arbeit zu vermitteln, so, dass eine Vereinigung verschiedener Gesellschaften zustande kommt, von denen jede einen Teil der Arbeit übernimmt? Ein sofortiger Beschluss im Sinne der Eulerkommission dürfte uns in Verlegenheit bringen.

Herr *Prof. Hagenbach* verdankt und unterstützt die Anträge des Zentralkomitees. Wenn wir das Werk anfangen, müssen wir sicher sein, dass wir es zu Ende führen

können. Stecken zu bleiben, wäre eine höchst bedenkliche Sache. Zur Zeit sind die Mittel nicht beisammen, und wir wissen auch noch nicht, woher sie kommen sollen.

Die Herren *Prof. Schröter* und *Heim* finden, ein Kompromiss sei wohl möglich und zu erreichen durch Vereinfachung der Anträge des Zentralkomitees. Herr Prof. Heim besonders warnt davor, Details vor die Hauptversammlung zu bringen.

Das Zentralkomitee nimmt diese Anregungen entgegen, und der Vorsitzende konstatiert, dass die Anwesenden darüber einig sind, der Hauptversammlung zu beantragen, unter gewissen Vorbehalten die Anhandnahme der Herausgabe von Leonhard Eulers Werken grundsätzlich zu beschliessen. Zu diesen Vorbehalten gehört, dass, nach Beendigung der nötigen Vorarbeiten, der Gesellschaft ein genauerer Plan über die Durchführung der Arbeit vorgelegt werde. Es werden die folgenden Beschlüsse gefasst:

1. Die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft erklärt sich bereit, eine Gesamtausgabe der Werke Leonhard Eulers ins Leben zu rufen, unter der Voraussetzung, dass dieses Unternehmen durch die hohen eidgenössischen und kantonalen Behörden, sowie durch in- und ausländische gelehrte Körperschaften und Freunde der Wissenschaft ausreichend unterstützt werde und dass die zur Durchführung erforderlichen wissenschaftlichen Kräfte ihre Mitwirkung zur Verfügung stellen.

2. Die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft beauftragt die Euler-Kommission in Verbindung mit dem Zentralkomitee mit der Durchführung der Vorarbeiten.

3. Nach Beendigung der Vorarbeiten ist ein abermaliger Beschluss der Gesellschaft notwendig, um die Herausgabe in Angriff nehmen zu können.

Schluss $7^1/_2$ Uhr.

II.

Erste Hauptversammlung

Montag, den 31. August, morgens 8½ Uhr,

im Landratssaal des Regierungsgebäudes in Glarus.

---

1. Der Jahrespräsident, Herr *Dr. G. Heer,* begrüsst die Versammlung, die seit 26 Jahren nicht mehr im Lande Glarus getagt hat. In seiner Rede macht er die Anwesenden mit den glarnerischen Naturforschern älterer und neuerer Zeit bekannt, als deren grössten wir Dr. Oswald Heer feiern, dessen hundertstes Geburtsjahr heute anbricht.[1])

2. Der Jahrespräsident teilt die vorgenommenen Änderungen am Programm mit und stellt die Stimmenzähler und den Übersetzer vor.

3. Die Versammlung nimmt mit Dank Kenntnis vom Jahresbericht des Zentralkomitees. Die Beschlüsse der vorberatenden Kommission betreffend Delegation zur Internationalen Solar-Union, Druck der Verhandlungen, Reglement der Denkschriftenkommission und Angliederung der Schweizerischen Physikalischen Gesellschaft, werden ohne Widerspruch ratifiziert.

---

[1]) Diese Bemerkung veranlasste beim Mittagsbankett Herrn Prof. Dr. C. Schröter, Zürich, eine Sammlung zu veranstalten für einen am Pfarrhaus in Matt niederzulegenden Kranz. Dieselbe ergab Fr. 80. Man fand dann aber, eine Gedenktafel wäre einem bald verwelkenden Kranz vorzuziehen. Diese Idee fand Anklang und gleich auch tatkräftige Unterstützung.

4. Herr *Prof. Riggenbach* erstattet Bericht über die letztjährige Rechnung und den Stand des Gesellschaftsvermögens. Bericht und Rechnung werden genehmigt, und der Quästorin, Fräulein Fanny Custer, spricht die Gesellschaft einmütig Dank und Anerkennung aus für ihre Arbeit.

5. Lausanne als nächstjähriger Versammlungsort und Herr Prof. Dr. H. Blanc als Jahrespräsident für 1909 werden freudig begrüsst. Herr Prof. Blanc dankt der Versammlung für die Wahl und die bekundete Sympathie und ladet die schweizerischen Naturforscher ein, dem Ruf zur nächsten Jahresversammlung recht zahlreich zu folgen.

6. Herr *Prof. Dr. P. Weiss,* Zürich, führt den Anwesenden in gedrängter Kürze die Bedeutung des internationalen Kältekongresses vor, der vom 5.—12. Oktober d. J. in Paris abgehalten werden soll. Für Interessenten stellt er Programme und Broschüren zur Verfügung und ladet zur Teilnahme an dem Kongress ein.

7. Die Versammlung hört den sehr interessanten Vortrag des Herrn *Ingr. Dr. Th. Niethammer* in Basel an, der an Stelle von Herrn Prof. Dr. A. Riggenbach über die Schweremessungen der schweizerischen geodätischen Kommission spricht.

8. Ihm folgt der Vortrag des Herrn *Prof. Dr. E. Guye* in Genf. An Hand von bildlichen Darstellungen, Tabellen und Mustern verschiedener Metalle machte er die Versammlung bekannt mit dem Wesen, der Wirkungsweise und der praktischen Verwendung des elektrischen Lichtbogens. Zum Schluss gedachte er auch seines Erfinders, des englischen Gelehrten Sir Humphry Davy, der in Genf starb und begraben liegt.

9. Die Anträge der vorberatenden Kommission, bezw. des Zentralkomitees, betreffend die zu ernennenden Ehrenmitglieder werden zum Beschluss erhoben.

10. Zur Aufnahme in die Gesellschaft melden sich 32 Herren. Alle sind den Statuten gemäss empfohlen und werden einstimmig aufgenommen.

11. Die Gesellschaft hat im vergangenen Jahre 16 Mitglieder durch den Tod verloren (siehe Veränderungen im Personalbestande der Gesellschaft). Ihr Andenken wird durch Erheben von den Sitzen geehrt.

12. Die Ergänzungswahlen in die Denkschriften-, die Erdbeben- und die Schläflikommission, ebenso die Subventionsgesuche der Erdbeben-, der hydrologischen und der Naturschutzkommission werden im Sinne der Beschlüsse der vorberatenden Kommission erledigt.

13. Herr *Prof. Riggenbach* gibt der Versammlung die Anträge der Eulerkommission, die Abänderungsvorschläge des Zentralkomitees und den Beschluss der vorberatenden Kommission bekannt. Diesem letztern pflichtet die Versammlung stillschweigend bei.

Herr *Prof. Rudio* teilt mit, dass der Verein schweiz. Maschinenindustrieller telegraphisch einen Beitrag von Fr. 2000 zugesagt hat. Diese hochherzige Zuwendung wird mit lebhaftem Danke angenommen.

Sodann führt er Herrn *Prof. Stäckel* aus Karlsruhe ein, der sogleich das Wort erhält. Er bringt Gruss und Dank der Deutschen Mathematiker-Vereinigung und ihrer Eulerkommission. Dann führt er aus: „Mit Spannung haben die Mathematiker aller Länder diesem Beschluss der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft entgegen gesehen und mit Freuden und Sympathiebezeugungen begrüssen sie ihn. Er wird nicht verfehlen, tatkräftige Unterstützung anzuregen. Auf der Versammlung in Dresden 1907 wurde die Eulerkommission der Deutschen Mathematiker-Vereinigung ins Leben gerufen, und diese hat sich ungesäumt mit der schweizerischen Eulerkommission in Verbindung gesetzt. Der internationale Mathematiker-Kongress in Rom hat einstimmig die Herausgabe der Eulerwerke als eine der wichtigsten Forderungen bezeichnet und beschlossen, die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft einzuladen, die Initiative dafür zu ergreifen. Der Schweiz, dem Heimats- und Geburtsland Eulers, sollen die

Ehre und das Verdienst zu Teil werden. Als wichtigste Vorarbeit war ein genaues Verzeichnis der Schriften Eulers aufzustellen. Damit ist Prof. *Eneström* in Stockholm betraut. Dieses Verzeichnis wird gedruckt werden in den Schriften der Deutschen Mathematiker-Vereinigung. Bereits ist auch der Antrag gestellt, dass die nächste Jahresversammlung der Vereinigung in Köln einen Geldbeitrag beschliesse, und es besteht begründete Hoffnung, dass andere grosse Vereinigungen Geld zu diesem Zweck flüssig machen werden. Allseitig herrscht der beste Wille, das Unternehmen zu unterstützen, ein des grossen Gelehrten würdiges Denkmal zu schaffen, ein Monument, das der Schweiz zur grössten Ehre gereichen wird. Eulers Gedanken haben sich als ausserordentlich fruchtbar erwiesen, und wie vor hundert Jahren Lagrange seinen Schülern zurief: Lisez Euler! so hat mein Lehrer es uns zugerufen und — Euler wächst immer noch."

Lebhafter Beifall folgte diesen Worten.

14. Zum Schluss hörte die Versammlung mit gespanntem Interesse den Vortrag des Herrn *Dr. Greinacher,* Zürich, über die radioaktiven Substanzen. Wegen der vorgerückten Zeit musste derselbe leider etwas gekürzt werden, doch kamen die seit 1906 gemachten Fortschritte auf diesem schwierigen Gebiet zur Darstellung.

Schluss halb 2 Uhr.

III.

Zweite Hauptversammlung

Mittwoch, den 2. September, morgens 9 Uhr,

im Bad Stachelberg.

---

1. Der Jahrespräsident eröffnet die Verhandlungen. Im Namen der Société vaudoise des sciences naturelles legt er, zu Handen allfälliger Interessenten, eine Anzahl Exemplare des gedruckten Preisausschreibens auf, welches das Komitee des Agassiz-Fonds im Juni dieses Jahres erlassen hat.

Weitere geschäftliche Traktanden liegen nicht vor und es erhält daher das Wort:

2. Herr *Prof. Dr. C. Schröter,* Zürich, zu einem Vortrag über seine Exkursion nach den Kanarischen Inseln.

3. Nach ihm spricht Herr *Prof. Dr. H. Schardt,* Neuenburg, über die „Pierre des Marmettes" und die grosse Blockmoräne von Monthey und Umgebung. Sodann

4. Herr *Prof. Dr. R. Chodat,* Genf, über: Les fougères des temps paléozoïques et leur signification dans la paléontologie végétale moderne.

Alle drei Vorträge waren mit Lichtbilderprojektionen reich illustriert und ernteten grossen Beifall.

5. Herr *Prof. Dr. A. Riggenbach* votiert eine Danksagung an den Jahresvorstand, sowie an die kantonalen und städtischen Behörden und die Bürgerschaft von Glarus. Mit lautem Beifall bekundet die Versammlung ihre Zustimmung.

6. Um halb 2 Uhr schliesst der Vorsitzende die 91. Jahresversammlung mit dem herzlichsten Dank an die Vortragenden, an das Zentralkomitee, an alle, die dem Jahresvorstand geholfen haben, seine Aufgabe durchzuführen, an alle, die von nah und fern seinem Rufe nach Glarus Folge geleistet haben.

Der Jahrespräsident: *Pfr. Gottfr. Heer.*

Der I. Jahressekretär: *Dr. H. Wegmann.*

Für das Zentralkomitee:

Fritz Sarasin, Präsident.
Alb. Riggenbach, Vizepräsident.
P. Chappuis, Sekretär.

Eröffnungsrede

des

Jahrespräsidenten

und

Vorträge

gehalten

in den beiden Hauptversammlungen.

Leere Seite
Blank page
Page vide

Leere Seite
Blank page
Page vide

Hochgeehrte Versammlung!

Indem mir die ehrenvolle Aufgabe zu Teil geworden, unsere heutige Tagung zu eröffnen, soll ich zunächst im Namen des Jahresvorstandes Ihnen herzlichen Willkomm entbieten. Sie dürfen überzeugt sein, dass wir alle die Ehre zu schätzen wissen, die Sie uns erwiesen haben, indem Sie Glarus als Ort für Ihre 91. Jahresversammlung erwählten. Wir wissen zum voraus, dass uns durch Sie reiche Belehrung und Anregung zu Teil wird, und freuen uns von Herzen, wenn Sie in unserer Mitte Stunden verleben, die auch Ihnen Genuss und Anregung, Aufmunterung für mutiges Suchen und rastloses Forschen gewähren. Wir zweifeln auch nicht daran, dass das Zusammensein mit Arbeitsgenossen, der Gedankenaustausch, den Sie pflegen werden, Ihnen in der Tat den gehofften Gewinn bringen werde.

Mit dem Dank für Ihr Kommen muss ich aber doch zum voraus zwei Bitten verbinden. Wenn wir es gewagt haben, Sie zu uns nach Glarus einzuladen, so geschah es nicht ganz ohne Herzklopfen. Wir sind uns allsamt zum voraus klar bewusst, dass wir nicht die Gebenden, sondern die Empfangenden sein werden, dass wir Ihnen nicht das bieten können, was andere grosse und reiche Orte an vorausgehenden Versammlungen Ihnen geboten haben. Ich will von den materiellen Genüssen gar nicht reden; auch in Rücksicht auf geistige Darbietungen verhält es sich nicht anders. Glarus hat wohl breite Strassen, ist aber doch nur eine kleine Stadt, bis 1861 nur ein Dorf, entbehrt, was vor allem ins Gewicht fällt, einer höhern Schule, einer Kantonsschule oder gar einer Universität, die es

anderswo mit sich bringen, dass ein Stab von naturwissenschaftlich gebildeten Männern den Kern einer naturforschenden Gesellschaft bilden. Uns mangelt das. Wir können Ihnen darum leider auch keine reichen Sammlungen vorweisen. Dass die Botaniker oder Zoologen auch nur einen Blick in unser Naturalienkabinett werfen, dürfen wir Ihnen nicht zumuten, müssen vielmehr, im Bewusstsein unserer Dürftigkeit, Sie bitten, es nicht zu tun; aber auch die Geologen werden ausser einer Anzahl von Fischabdrücken aus dem Sernftal wenig genug finden, das ihr Interesse beansprucht.

Unsere glarnerische naturforschende Gesellschaft hätte es darum von sich aus gar nicht gewagt, Sie zu Ihrer Jahresversammlung nach Glarus einzuladen, hätte nicht das verehrte Zentralkomitee uns ausdrücklich versichert, dass es vielen Mitgliedern Ihrer Gesellschaft sogar angenehm sei, wenn mit den glänzend gestalteten Festen unserer Städte einfache, schlichte Versammlungen abwechseln, die zu intensiver Arbeit und kordialem Zusammensein mit Berufsgenossen mehr Raum gewähren. Deshalb müsste ich Sie, wenn Sie Ihre Erwartungen doch nicht erfüllt finden sollten, bitten, Ihre Reklamationen nicht an unsere Adresse, sondern an diejenige des löbl. Zentralkomitees zu richten, das den Gedanken, in Glarus zu tagen, ausgeheckt und uns zum Erlass einer Einladung aufgemuntert, uns aber auch grösste Einfachheit mündlich und schriftlich anbefohlen hat.

Ich weiss nicht, darf ich auch für meine zweite — persönliche — Bitte mich hinter Ihr Zentralkomitee verbergen. Da ich s. Z. als Präsident der glarnerischen naturforschenden Gesellschaft oft genug Anlass hatte, die Lücken meines naturwissenschaftlichen Wissens zu erfahren und durch dieses demütigende Bewusstsein auch zum Rücktritt von der Leitung unserer *kantonalen* Vereinigung veranlasst wurde, seither aber dieses Nichtwissen nur um so empfindlicher hinter den grossen Fortschritten der Naturwissen-

schaften zurückblieb, gehörte wohl in der Tat ein gewisser Leichtsinn dazu, das Jahrespräsidium einer *schweizerischen* naturforschenden Gesellschaft zu übernehmen. Wenn ich es dennoch getan, so geschah es einzig, weil sich aus unserm Kreise sonst niemand fand, der bereit war, diese Aufgabe zu übernehmen, und so stund denn schliesslich die Sache so, dass, wenn auch ich auf meiner Ablehnung beharrte, dann auf Glarus als Ort der Versammlung verzichtet werden musste. Unter diesen Umständen habe ich mich gefügt, und mussten Sie, wollten Sie nach Glarus kommen, mich mit in den Kauf nehmen. Deshalb hoffe ich denn um so zuversichtlicher auf Ihre gütige Nachsicht und Geduld.

Wenn unser Geologe Oberholzer oder Hr. Wirz als unser Botaniker mir für eine halbe Stunde ihr Wissen zur Verfügung stellen könnten, so würde ich wohl mein Eröffnungswort benützen, um Ihnen ein Bild unserer Glarner Flora vorzuführen oder Ihnen ein Kollegium über unsere glarnerische Geologie zu halten, über die Fragen, zu welchen die etwas reglementswidrige Aufeinanderfolge der geologischen Schichten in einem Teil unserer glarnerischen Gebirge Anlass bietet, wohl auch über die Erklärungsversuche, die in letzten Jahrzehnten, seit den Tagen eines Arnold Escher, unternommen wurden. Da aber ein solch geistiges Darlehen nicht zulässig erschien, habe ich meine guten Gründe, auf jene Erörterungen zu verzichten. Ich folge deshalb, indem ich „aus der Not eine Tugend mache", dem Beispiel einiger meiner Vorgänger, die Ihnen statt naturwissenschaftlicher Darbietungen historische Erinnerungen vortrugen, d. h. statt über die Natur ihres Landes zu reden, Ihnen über die naturwissenschaftlichen Leistungen ihrer Gesellschaften oder ihrer Landeskinder berichteten. So lassen Sie denn auch mich ein ähnliches versuchen, Ihnen vorführen, was die Glarner früherer Tage auf dem Gebiete der Naturwissenschaften geleistet haben.

Aus schon angeführten Gründen ist freilich auch die Zahl der glarnerischen Naturwissenschäftler nur eine höchst

bescheidene, und ausser dem einen Oswald Heer, auf den wir Glarner allerdings mit Recht stolz sind, sind es keine Sterne erster Grösse, die ich Ihnen vorführen kann. Strenge Kritik würde vielmehr wohl mehr als einem der von mir zu Nennenden den Namen Naturforscher rundweg absprechen, weil sie allerdings nicht zu denen zählen, welche in die Tiefen der Naturwissenschaft eindringend neue Gesetze entdeckten, der Wissenschaft irgendwie neue Bahnen wiesen. Es sind Männer, die, mit beschränktem Wissen ausgestattet, immerhin dem Leben der Natur reges Interesse entgegenbrachten und vor allem den Drang in sich spürten, das, was sie davon wussten und verstanden, auch den andern mitzuteilen, ihren Volks- und Zeitgenossen mit ihrem Wissen zu dienen und zu einer richtigern Erkenntnis der Natur behilflich zu sein. Indem ich ihr Gedächtnis erneuere, darf ich für diese etwas weitere Fassung des Begriffs eines Naturforschers mich vielleicht auf § 1 unserer Statuten berufen, der als Zweck unserer Gesellschaft nicht bloss Beförderung der Kenntnis der Natur überhaupt und der vaterländischen insbesondere, sondern auch die *Ausbreitung* und Anwendung dieser Kenntnis zum Nutzen des Vaterlandes bestimmt.

Diese weitherzige Fassung muss ich wohl zum voraus in Anspruch nehmen, wenn ich — mit dem 17. Jahrhundert beginnend — an erster Stelle nenne:

Heinrich Pfendler[1]) von Schwanden,

den Verfasser eines 1670 in Basel erschienenen Büchleins, das den Titel trägt: „Gründliche Beschreibung der hohen Bergen, sambt der sich darauff befindender Fruchtbarkeit, wilden Tieren, deren Natur und andern Wunderdingen des löblichen Orts und Lands Glarus.“ Wie schon dieser Titel

[1]) 1662—87 Pfarrer von Schwanden. 1686 wählte ihn die evangelische Synode zum Kammerer (Aktuar der Synode), aber ehe er ein erstes Mal als solcher geamtet, starb er am 13. August 1687.

verrät, möchte Pfendler seine Mitbürger in Basel und Zürich und andern Schweizerstädten durch sein Büchlein veranlassen, in die Berge zu kommen und da die Herrlichkeiten zu geniessen, die allda zu sehen sind und die er ihnen möglichst anschaulich beschreibt, die lieblichen Berge des Landes Glarus, die *lieblichen* — das ist sein immer wiederkehrendes Wort — die lieblichen Alpseen, wie die Hechte und Forellen, die in seinen Gewässern sich tummeln, die er selbst in dem dritthalb Stunden von der Ebene entfernten Diestaler-See (Engiseelein am Kärpf, 1900 m. h.) beobachten konnte, wie sie „herfür hüpfen, ihre Nahrung suchend, darunter etliche, deren einer sicherlich zwei Pfund an dem Gewicht, doch gewüss eine Augenlust, zur lieben Sommerzeit ohnvermerkt solchen lustigen Tieren an gar so wilden und ganz einsamen Orten zuzuschauen.“ Er beschreibt dann auch die Gletscher, wie in ihnen der alte, verlegene Schnee gefroren, hart als Stein, von vielen hundert Jahren zusammengedruckt, hell und klar, wie schöner Krystall. Nachdem er auch des Geographen Sebast. Münsters Behauptung, es scheine auf der Spitze der Berge stets still und ruhig zu sein, widerlegt, da auch die Bergesgipfel von wilden Stürmen umbraust werden, macht er seinen Lesern den Mund wässrig, indem er ihnen die Aussicht auf fern von uns gelegene Länder, Seen, Städte und Fluren beschreibt. Als Beispiele wählt er die uns hier in Glarus am nächsten gelegenen und heute ihrer Aussicht wegen auch viel besuchten Berge: „den *Schilt,* von dem aus man nicht nur durch das Zürichgebiet hinabsieht, sondern auch gegen dem Schwabenland, Bodensee etc., dass es über alle Massen anmuthig ist,“ und den *Glärnisch,* „von dem etwann Fremde aus Hörensagen eins und das andere zu reden wissen, der aber nicht so wild und hoch ist, als man einst vermeinte. Allein seiner Gelegenheit nach sihet man in die Weite und Ferne mit grosser Freude. Man spüret stets einen temperirten Luft, sei es in der Ebene so heiss, als es immer wolle. Dahero solch hohe

Berge zu besteigen, schon solcher kühlen Luft wegen erfreulich und erquickend.“ Und ganz besonders einlässlich erzählt er dann von dem muntern Volk der Gemsen, denen zuzusehen, wie sie in schnellstem Laufe die Felsen hinaufspringen, dass „lieblicheres gar nicht gesehen werden kann,“ und von den „Munken, mures Alpini,“ und ihrem wunderbaren Winterschlafe. Auch von edlen Kräutern und viel nutzlichen Wurzeln dieser hohen Alpen weiss er zu berichten.

Dies und das, was er in seinem Büchlein erzählt, möchte ja freilich naturkundige und wissensstolze Gymnasiasten von heute zum Spotte reizen. Wenn wir aber bedenken, dass es im Jahr 1670 war, da Pfendler sein Büchlein geschrieben, und uns gegenwärtig halten, wie viele Gelehrte damals nur von den „Schrecknissen“ der Alpen zu berichten wussten, möchte ich an meinem Teil es unserm Pfendler doch ganz entschieden zum Verdienst anrechnen, dass er seinen Lesern die Schönheit und *Lieblichkeit* der hohen Berge beschreibt und sie so eindringlich zum Besuche derselben aufmuntert, auch durch sein eigen Beispiel zum sinnenden Beobachten des Naturlebens sie anleitet. Wir können uns denken, wie sehr Pfendler sich freuen würde, könnte er heute beobachten, in wie reichem Masse sein Wunsch sich erfüllt hat, wie fleissig unser heutiges Geschlecht in die Berge hinaufsteigt und da droben über der Berge Lieblichkeit und ihren allezeit temperierten Luft sich freut, auch nicht bloss vom Schilt und Glärnisch, sogar vom König der Glarnerberge, von dem ihm als unersteiglich geltenden Tödi aus auf die „ferne gelegenen Länder und Seen“ ausschaut. Vierzig Jahre nach Heinrich Pfendler begegnet uns der Chronist

Heinrich Tschudi,[1])

wie Pfendler Pfarrer von Schwanden, ein überaus fruchtbarer Schriftsteller, der nicht bloss die erste Glarner-

[1]) cf. Allgemeine deutsche Biographien 38 Band, pg. 746—48.

chronik herausgab, der auch der erste Redaktor einer schweizerischen Zeitschrift war. Wenn wir heute die Zahl der nicht nur monatlich oder doch wöchentlich, sondern täglich, sogar täglich mehrmals erscheinenden Zeitungen überblicken und wissen, wie viele Tausende bald nichts andres mehr lesen, als ihre Zeitungen, so kommt es uns doch fast wunderlich vor, dass es erst 200 Jahre her sind, da im ganzen Gebiet einer löblichen Eidgenossenschaft keine Zeitung erschien, dass erst 1714 die erste Zeitschrift herauskam, und noch fast verwunderlicher, dass der Redaktor dieser Zeitschrift („Monatliche Gespräche") nicht in Zürich oder Basel, nicht in einer Stadt, wo doch das politische und wissenschaftliche Leben „in besonders regen Kreisen" zu zirkulieren pflegt, sondern im engen Tal der Linth, in Schwanden, wohnte. Nun, dieser Heinrich Tschudi, der erste schweizerische Zeitungsredaktor also, hat nicht bloss mit politischen und historischen, mit philosophischen und ethischen Fragen, sondern auch mit Medizin, mit der Lehre vom gesunden und kranken Menschen und damit ja doch auch mit einem Zweig der Naturwissenschaften sich beschäftigt. Schon 1710 hatte Heinrich Tschudi bei J. H. Lindiner in Zürich erscheinen lassen: „Das gesunde und lange Leben oder schrift- und vernunftmässige Diäta, worin gezeigt wird, wie der Mensch vermittelst einer wohl eingerichteten Lebensordnung und des Gebrauchs einiger bewährten Arznei-Mitteln seine Gesundheit erhalten und zu einem hohen Alter gelangen möge; anfangs zwar zu guter Freunden Dienst aufgesetzt und nur auf Begehren zu gemeinem Nutzen an Tag gegeben." Einleitend erzählt er, wie er in frühster Jugend „ein sehr schwache Complexion gehabt, wesswegen man ihn auch in ein gewisses nah gelegenes Frauenkloster gebracht, um mit Arzneien wider die besorgte Hectic oder das „Abnehmen" helfen zu lassen, auch nach der Zeit viel Zufälle und Schwachheiten erlitten und aus der Besorg der bedeuteten Krankheit ihm selbst zuweilen einen frühen Tod prognostizirt." Das wurde denn für ihn

Ursache, um so mehr acht zu haben auf das, was die Gesundheit fördert und was ihr hingegen schädlich wäre; da er denn durch Achthaben auf das, was der Gesundheit zuträglich, in der Tat gesund geworden und, wenn auch sine prominente ventre (ohne vorstehendes Bäuchlein), auch ohne rote Rosenwangen, wenig Ursache mehr hat, sich über viel Schwachheiten zu beklagen. Deshalb möchte er denn mit dem, was ihn eigene Erfahrung gelehrt, gerne auch den andern dienen, und so redet er in seinem Buche zunächst von der Gesundheit und dem Leben der Menschen insgemein, d. h. von dem hohen, alles übersteigenden Wert der Gesundheit und von der Torheit derer, die wohl auch wünschen gesund zu sein und doch so vieles tun, wodurch sie die ihnen verliehene Gesundheit verderben, da es doch so viel leichter wäre, die Gesundheit zu behalten, als wiederum zu erlangen, wenn sie verdorben ist. Nachdem er so durch allgemeine Erörterungen über den Wert der Gesundheit und sodann über den Bau und die Einrichtungen des menschlichen Körpers die Grundlage für seine Diäta gelegt, redet er zunächst von der *Luft*, zweitens von Speis und Trank, drittens vom Schlaf und Wachen, viertens von Bewegung und Ruhe, fünftens von Öffnung und Verstopfung und sechstens von den Gemütsbewegungen; in einem Anhang aber redet er noch vom Schrepfen und Aderlassen (und zwar sehr eifrig gegen das damals überschwänglich betriebene, sogar bei durchaus blutarmen Leuten praktizierte Aderlassen), vom Purgieren, Schwitzen etc., sowie vom Tabak, Tee, Kaffee und andern Genussmitteln.

Schon dass er zunächst von der Luft — der auch heute von so vielen nicht in ihrem hohen Wert erkannten Luft — redet und die subtile, von bösen Dünsten befreite, gesunde Luft als unser nötigstes Nahrungsmittel preist, darf doch vielleicht als Beweis gelten, dass Tschudi seine Aufgabe nicht nur mit Ernst, sondern auch mit wirklichem Verständnis erfasst hat. Dass er den erst 1772 entdeckten Sauerstoff noch nicht kennt und für dies und das freilich

noch recht seltsame Erklärungen beibringt, wird ihm kein Verständiger zum Vorwurf machen. Auf's Ganze gesehen, darf Tschudis Diäta als verdienstliches Werk gelten, das für seine Zeit ein gleiches Ziel erstrebte, wie 160 Jahre später die bekannten „Vorposten der Gesundheitspflege" des trefflichen St. Galler Hygienikers Sonderegger. Hätte schon 1710 eine schweizerische naturforschende Gesellschaft bestanden, so hätte unser H. Tschudi es verdient, unter ihre Ehrenmitglieder aufgenommen zu werden.

Nicht bloss Ehrenmitglied, sondern *wirkliches* und aktives Mitglied der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft, vielmehr einer ihrer Gründer war der dritte Glarner, dessen Gedächtnis ich heute erneuern möchte:

Joh. Rudolf Steinmüller,[1])

der Sohn eines glarnerischen Schulmeisters und selbst eifriger Schulmann. Von seinem Vater von Anfang an für den geistlichen Stand bestimmt, diente er zunächst in Mühlehorn, dem glarnerischen Nizza, nachher auf Obstalden, „der Stadt auf dem Berge", 1799—1806 im appenzellischen Gais und am längsten, 1806—35, im st. gallischen Rheineck. Neben seinem Pfarramt und seiner eifrigen Tätigkeit für Förderung des Erziehungswesens widmete er sich mit Vorliebe naturwissenschaftlichen Studien. Als 1799 der helvetische Minister Stapfer von sämtlichen schweizerischen Religionslehrern u. a. zu erfahren wünschte, welches ihre wissenschaftlichen Lieblingsbeschäftigungen wären, nannte Steinmüller als solche „die helvetische Zoologie und Mineralogie". Und dass er damit die Wahrheit bekannt, zeigt aufs deutlichste der von Prof. Dr. Dierauer veröffentlichte Briefwechsel unsers Joh. Rud. Steinmüller mit Hans Conrad Escher,

---

[1]) Geboren 11. März 1773, gestorben 28. Febr. 1835. Er war Mitglied des st. gallischen Erziehungsrates und seit 1831 Antistes der reformierten Kirche des Kantons St. Gallen.

dem Schöpfer des Linthwerkes, dem grossen, tatkräftigen Menschenfreund und einsichtigen Politiker, der durch seine naturwissenschaftlichen, speziell seine mineralogischen und geologischen Forschungen auch die meisten seiner Zeitgenossen um Haupteslänge überragte. Neben politischen Angelegenheiten und Erörterungen über Schul- und Erziehungsfragen nehmen in dieser Korrespondenz die Besprechungen naturwissenschaftlicher Gegenstände einen breiten Raum ein. Wir ersehen daraus, mit welchem Eifer Steinmüller seine mineralogischen und noch mehr seine ornithologischen Sammlungen fortwährend vermehrte, wie er, gleichzeitig ein Jäger und ein ausgezeichneter Läufer, Tage lang die Rheingegend durchstreift, aber auch aus andern Landesgegenden durch Kauf und Tausch, aber da und dort auch durch eindringliche Bitten immer neues Material sich verschafft. Dabei will er aber nicht blosser Sammler sein, nicht bloss Tiere erlegen und ausstopfen, sondern noch mehr liegt ihm daran, das *Leben* seiner Vogelwelt zu belauschen — dafür watet er in die Berge durch hohen Schnee und ist er Tage lang am Rhein und auch am Bodensee drunten auf der Wacht, „um das Kommen und Vorbeistreichen der Zug- und Streichvögel zu beobachten.“ Und zu gleichem Zwecke, einer möglichst gründlichen Kenntnis der helvetischen Vogelwelt, setzte er sich auch mit den verschiedensten Ornithologen der Schweiz in schriftlichen und persönlichen Verkehr, um auf Grund gemeinsamer Beobachtungen ein immer richtigeres Bild vom Tun und Lassen, von den Lebensgewohnheiten und Eigenschaften der schweizerischen Vogelwelt zu gewinnen. Scharfe Beobachtungsgabe, wie die nötige Ausdauer machen es ihm denn auch möglich, anschauliche und zuverlässige Darstellungen, vor allem der Alpenvögel, zu bringen, die er in der von ihm und seinem Freunde Ulrich Salis 1806—09 herausgegebenen Zeitschrift Alpina und nachher, 1821 und 1827, in der von ihm allein redigierten „Neuen Alpina“ veröffentlicht. Wie wir schon andeuteten, gehörte er zu

den 35 Gelehrten und Naturfreunden, welche 1815 sich zum Bunde der „allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften“ zusammenschlossen. Und als im Juli 1819 diese Gesellschaft ein erstes Mal in den Mauern von St. Gallen tagte, beteiligte sich Steinmüller aktiv durch einen Vortrag: Über die Verdienste des Doctor Conrad Gessners von Zürich und des Pfarrer Daniel Sprünglis von Bern um die schweizerische Ornithologie überhaupt und namentlich um die Naturgeschichte der Alpenvögel. In demselben spricht er auch den Wunsch und die Hoffnung aus, dass die Gesellschaft *die Geschichte der Naturgeschichte der Schweiz* als eine ihrer Aufgaben betrachten möchte, damit wir dadurch eine klare Einsicht von dem erhalten, was nun in jedem Fache für das Fortschreiten in der Wissenschaft besonders und namentlich auch von uns noch getan werden könnte und sollte.“ Auch 1830, als die schweizerischen Naturforscher ein zweites Mal in der Stadt des h. Gallus sich sammelten, bildete Steinmüller mit Dr. Zollikofer und Professor P. Scheitlin das „geistesmächtige Trio, dem vor allem die wissenschaftliche Ausgestaltung jener Festtage zukam.“ [1]) Steinmüller seinerseits gab einen historischen Überblick über das Dasein und die Wirksamkeit der st. gallischen landwirtschaftlichen Gesellschaft, die sich seit 11 Jahren mit der Hebung der Viehzucht, der Verbesserung der Milchwirtschaft, Anpflanzen von Ölsaat und Runkelrüben und Einführung der Seidenzucht beschäftigte. Wie dieses Referat zeigt, verleugnete auch Steinmüller nicht die bei aller Wissenschaftlichkeit aufs Praktische abzielende Glarnerart. Dieselbe praktische Tendenz verrät auch die schon erwähnte, von Steinmüller herausgegebene Neue Alpina, die sich als eine „Schrift, der schweizerischen Naturgeschichte, Alpen- und Landwirtschaft gewidmet“, bezeichnet. Und Gleiches gilt auch von

---

[1]) Dr. Ambühl, in Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft in St. Gallen. pg. 11.

Friedrich v. Tschudi,[1])

den wir wegen dieser geistigen Verwandtschaft mit Steinmüller gleich hier und vor seinem ältern Bruder J. Jak. Tschudi folgen lassen. Mit ihm rücken wir der heutigen Generation schon näher. Ein gut Teil von uns hat, wie ich vermute, in jungen Jahren noch selbst sich an Tschudis „Thierleben der Alpenwelt" erlabt und aus diesem klassischen Buche seine Freude am Leben der Natur und sein Interesse für zoologische oder auch botanische Studien vertieft. Nicht umsonst hat Tschudis Tierleben der Alpenwelt noch zu seines Verfassers Lebzeiten nicht weniger als 10 Auflagen erfahren und ist auch in verschiedene Sprachen übersetzt worden. Überall spürt man es dem Buche ab, dass es auf solider, wissenschaftlicher Grundlage und auf eigenen genauen Beobachtungen; wie den Wahrnehmungen und Mitteilungen anderer, zuverlässiger Forscher ruht. Dabei gibt es aber nicht trockene Gelehrsamkeit, deren oberster Zweck es ist, ein System aufzustellen und die Lebewesen in Klassen, Gattungen, Arten und Unterarten einzuteilen und allerlei äusserliche Merkmale und Unterscheidungszeichen aufzustellen; vielmehr sucht Tschudi seinen Lesern ein möglichst getreues und anschauliches Bild von dem Leben der uns umgebenden Tierwelt zu geben. Er löst darum auch das Einzelne nicht von seiner Umgebung, sondern, wenn er das Tierleben der Alpen uns kennen lehren will, redet er auch von den Pflanzen, von der Vegetation der Alpen und auch von den Felsen, auf denen die Gemsen der Berge wohnen, er zeichnet sie als den grossen Rahmen, in den er seine Bilder — „Biographien und Tierzeichnungen" — hineinstellt. Und wie diese Bilder durch ihre Anschaulichkeit uns fesseln,

---

[1]) Geb. 1820 Mai 1. in Glarus, studierte Theologie in Basel, Bonn, Berlin und Zürich, wurde 1843 Pfarrer von Lichtensteig, Toggenburg, musste aber infolge eines Brustleidens schon 1847 zurücktreten und wandte sich schriftstellerischen Arbeiten zu. 1864 trat er in den Grossrat des Kt. St. Gallen ein, 1868 wurde er Regierungsrat, 1877 Ständerat. Er starb 1886 Jan. 24.

so waren auch die Feinheit einer edlen Sprache und der dichterische Hauch, der aus so manchen Partien des Buches uns entgegenweht, geeignet, das Buch zu einem Lieblingsbuch der Jugend zu machen, aber auch die Freundschaft älterer Leser ihm zu gewinnen und zu erhalten, und beide, Jung und Alt, zu aufmerksamem Beobachten der Natur anzuleiten.

Wenn Tschudis Arbeiten vielfach eine poetische Ader verraten, so verleugnet doch auch er nicht jene Glarnerart, welche auch die Naturwissenschaft gern in den Dienst des praktischen Lebens stellt. Auch in seinem Tierleben der Alpenwelt redet und erzählt er nicht nur von der freilebenden Tierwelt der Alpen, sondern widmet einen zweiten — allerdings kürzern — Teil auch den zahmen Tieren der Alpen, der Darstellung des Alpenrindviehs, der Ziegen, der Bergschafe, der Pferde und der Hunde im Gebirge. In der Folgezeit aber erhalten wir aus Tschudis Feder eine Reihe von Arbeiten, in denen er mit seinen naturwissenschaftlichen Kenntnissen der Alp- und Landwirtschaft zu dienen sucht. Wir nennen die Broschüre: „Die Vögel und das Ungeziefer", die 1854 erschien und 1858 schon eine starke sechste Auflage erlebte, „Der Obstbau und seine Pflege", eine gekrönte Preisschrift, ferner die im Jahrbuch des Alpenklubs erschienenen „Alpwirtschaftliche Streiflichter", und vor allem sein 1863 erschienenes „Landwirtschaftliches Lesebuch", das eine Reihe von Auflagen erlebte und auch ins französische übersetzt wurde.

Wenn so Friedrich von Tschudis Arbeiten vor allem die Natur unseres schweizerischen Vaterlandes zum Gegenstand seines Forschens und Darstellens hatten, so ging dagegen das Streben seines 2 Jahre ältern Bruders

Joh. Jakob von Tschudi[1])

in die Weite und Ferne. Während Friedrich von Tschudi dem Kanton St. Gallen als Regierungsrat, Erziehungs-

[1]) Geboren 1818 Juli 15, gestorben 1889 Okt. 8.

direktor und Ständerat diente, befand sich sein Bruder Joh. Jakob 1860—62 als ausserordentlicher Gesandter der Schweiz beim Kaiser von Brasilien und nachher als Gesandter der Eidgenossenschaft in Wien. Ähnlich verhält es sich auch mit seinen naturwissenschaftlichen Leistungen. Nachdem er als Gymnasiast in Zürich den Unterricht des bekannten Ornithologen Schinz und als Student den eines Hans Conrad Escher, Oswald Heer und anderer genossen und mit grossem Eifer seinen naturwissenschaftlichen Studien obgelegen, ging er zur Vollendung seiner zoologischen Studien nach Neuchâtel zu Agassiz und durch diesen erhielt er Gelegenheit und Aufforderung, im Auftrag des neuenburgischen Museums die Westküste Südamerikas zu besuchen. Die Reise dorthin nahm freilich infolge des damals ausgebrochenen chilenisch-peruanischen Krieges einen nicht ganz programmmässigen Verlauf. Seine Energie — ein Erbteil seiner Mutter — trat aber auch vor den Hindernissen, die sich ihm entgegentürmten, nicht zurück; er schlug sich schliesslich glücklich durch die chilenischen Eroberer durch, lebte sieben Monate in selbsterrichteter Blockhütte im Urwald des Tsuntsosgebietes, machte in Lima das medizinische Baccalaureat und praktizierte daraufhin an verschiedenen Orten. Als er nach drei Jahren nach Europa zurückkehrte, brachte er eine wertvolle wissenschaftliche Ernte mit nach Hause und konnte darum auch aus dem reichen Schatze eigener Erfahrungen über Südamerika, Peru insbesondere, einlässlichen und gründlichen Bericht erstatten, über seine Fauna („Untersuchungen über die Fauna peruviana"), aber auch über die geographische Verbreitung der Krankheiten in Peru und ebenso über die kulturhistorischen und sprachlichen Verhältnisse des Landes. Indem er nachher noch zweimal Südamerika durchreiste, verdanken wir seiner Feder eine grosse Reihe von kleinen und grössern Arbeiten über Südamerika, welche die verschiedensten naturwissenschaftlichen und ethnographischen Gebiete umfassten. Wenn er in der Vorrede zu seinen

„Reisen durch Südamerika“ von den Pflichten, die einem Forschungsreisenden zukommen, etwas einlässicher redet, so hat er selbst augenscheinlich sich bemüht, diese Pflichten treulich zu erfüllen, „um von möglichst unparteiischem Standpunkte und mit klarem Blicke die Verhältnisse zu prüfen, ehe er darüber aburteilt“, und nicht durch „Flüchtigkeiten, notorische Unwahrheiten, arrogantes Absprechen über Land und Leute, voreilige und irrige Schlussfolgerungen von einem oder wenigen Beispielen auf das Ganze, wie sie leider so häufig in Reisebeschreibungen vorkommen“, die Leser irrezuführen. Es mag sein, dass Tschudi kein schöpferischer Denker war (Fr. Ratzel, in A. D. B. 38, 752), aber als ein durchaus zuverlässiger Beobachter und Beschreiber, dem eine grosse Ausdauer und gründliche naturwissenschaftliche Kenntnisse zu Gebote stunden, darf er mit Recht gelten; und darum, wenn auch die geographische Wissenschaft Tschudi keine eigentlichen „Entdeckungen“ verdankt, so hat er doch durch seine Reisewerke die Kenntnis Südamerikas wesentlich gefördert. Deshalb bleiben dieselben auch ohne Zweifel eine Hauptquelle für die Kenntnis der wirtschaftlichen und politischen Zustände Südamerikas in der Mitte des 19. Jahrhunderts.

Und nun darf ich auch noch einige Worte dankbaren Gedenkens dem Manne widmen, von dem ich Eingangs schon bekannt habe, dass wir Glarner — soweit wir wenigstens um Naturwissenschaft oder überhaupt um wissenschaftliche Fragen uns interessieren — stolz darauf sind, ihn den Unsrigen nennen zu dürfen, unserm

Oswald Heer,

dessen 100sten Geburtstag wir heute feiern — er ist am 31. August 1809 geboren. Es kann sich selbstverständlich für mich nicht darum handeln, Ihnen ein Lebensbild des grossen und doch so bescheidenen Forschers vorführen zu wollen. Ich würde damit Überflüssiges tun, da er selbst

und seine Verdienste Ihnen allen, wie ich denke, bekannt sind. Seine „Urwelt der Schweiz“, seine Flora der Tertiärzeit und vielleicht noch mehr seine Flora fossilis arctica haben seinen Namen durch alle Länder Europas hindurch getragen. Nicht bloss deutsche und schweizerische Naturforscher haben seinen Ruhm verkündigt; auch die englischen Gelehrten, so ablehnend sie sich anfänglich ihm gegenüber verhielten, haben in der Folgezeit ihre Ansicht gründlich geändert und haben durch den Mund ihrer berufensten Vertreter (z. B. Hooker, Lyell) es bekannt, dass durch Oswald Heer die Phytopaläontologie auch bei ihnen zu Ehren gekommen, haben es anerkannt: „Vorzugsweise den Arbeiten Heers verdanken wir die grossen Fortschritte unserer Kenntnisse über die miocenen, pliocenen und postpliocenen Floren Zentral-Europas; diese Arbeiten weisen *auf breitem und sicherem Grunde* die nahe Verwandtschaft zwischen den Vegetationen dieser Epoche und der gegenwärtigen des östlichen Nordamerikas und östlichen Asiens nach“ (Hooker 1877). Die holländische Gesellschaft der Wissenschaften in Harlem hat ihm schon 1859 für seine „Tertiärflora der Schweiz“ den grossen Preis zuerkannt, den sie zur Feier ihres 100jährigen Bestehens ausgesetzt hatte, und selbst in Frankreich, das doch so gerne mit dem Ruhm seiner eigenen grossen Geister sich begnügt, erlangten nach und nach Heers Verdienste ihre Anerkennung (z. B. durch die Akademie der Wissenschaften in Paris). Im hohen Norden ist sein Ruhm verewigt, indem auf Spitzbergen ein „Cap Heer“, von Nordenskiöld so geheissen, und an der Ostküste von Grönland ein „Cap Oswald Heer“, von der deutschen Nordpolexpedition so genannt, seinen Namen auch künftigen Geschlechtern verkündigen, ebenso wie manche lebende und fossile Pflanzen den Namen des unermüdlichen Forschers tragen.

Meinerseits seine Verdienste „würdigen“ zu wollen, wäre deshalb ein Überflüssiges nicht nur, sondern müsste Ihnen beinahe als Anmassung erscheinen, zumal unter Ihnen sich

finden, die nicht nur vermöge ihrer wissenschaftlichen Ausrüstung seine Arbeiten so viel besser zu würdigen wüssten als Unserein, die ihm auch persönlich noch so viel näher stunden, als seine Mitarbeiter und noch mehr andere als seine Schüler. Diese letztern zum voraus haben jene hingebende Treue kennen gelernt, mit der er seinem Beruf, seinen Studenten lebte, sowie den köstlichen Humor, durch den er in gesunden Tagen bei Exkursionen alle Teilnehmer erfreute, den er aber auch noch in Tagen körperlicher Leiden in bewundernswerter Weise sich bewahrte; sie haben ebenso kennen gelernt die Geduld und Ausdauer, mit der er die minutiösesten Untersuchungen besorgte, den unermüdlichen Fleiss, mit dem er all seinen Arbeiten obgelegen und der uns vielleicht am meisten augenscheinlich wurde, als er durch ein böses Fussleiden mehr als ein Jahr lang ans Lager gefesselt war; denn gerade damals trafen wir ihn nie müssig, sondern ward sein Krankenzimmer zum Laboratorium, in welchem stets Kisten voll fossiler Pflanzen für den Untersuch bereit lagen, und wie leuchteten seine Augen, wenn er uns von seinen Wahrnehmungen berichtete, wenn er das, was der kalte Stein ihm erzählte, uns deutete, in lebendige, anschauliche Bilder umsetzte, wenn er die Pflanze wirklich entdeckte, auf deren Vorhandensein eine versteinerte Zikade ihn vorher mit aller Bestimmtheit hatte schliessen lassen. Wir alle, die wir ihm irgendwie näher traten, mussten uns unwillkürlich mitfreuen, wenn er mit Begeisterung von den Entdeckungen der Wissenschaft erzählte, haben die Klarheit bewundert, mit der sein geistiges Auge die Vorgänge längstvergangener Zeiten überschaute. Je mehr wir aber zu diesem durchdringenden, ferne Länder und Zeiten umspannenden Wissen aufschauten, desto mehr haben wir dann auch über die aufrichtige Bescheidenheit, die den tiefgründigen Forscher zierte und ihn vor jedem hochmütigen Absprechen bewahrte, wie über sein — mit jener Demut wohl im Zusammenhang stehendes — tiefreligiöses Empfinden uns gefreut.

Von alle dem weiter zu reden, unterlasse ich billig. Dagegen daran darf ich Sie wohl noch erinnern, obschon ich auch damit Ihnen nichts Unbekanntes sage, mit welcher Treue er unserer Gesellschaft zugetan war. Nicht weniger als 42 kleinere und grössere Vorträge hielt er im Schosse der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft, nicht weniger als 24 Jahresversammlungen hat er beigewohnt, und ich hoffe niemand zu verletzen, wenn ich sage, dass, wenn Heer erschien, er und sein alter ego, Prof. Arnold Escher, Studer von Bern und Merian von Basel den festen Kern bildeten, um den die übrigen gern sich scharten. Noch an der Jahresversammlung in Zürich vom August 1883, nur sieben Wochen vor seinem Tode, nahm der 73jährige regsten Anteil, blieb schon am Empfangsabend auf der Meise in fröhlichster Unterhaltung mit seinen Freunden zusammen, legte der Hauptversammlung seine letzte Arbeit (über die nivale Flora der Schweiz) vor und sprach in der Sitzung der botanischen Sektion noch über die fossile Flora von Grönland.

Wenn aber so die schweizerische naturforschende Gesellschaft ihn während 51 Jahren den Ihren nennen durfte, so hatten auch wir Glarner ein Recht, auch da er seinen Sitz dauernd in Zürich genommen hatte, ihn dennoch den unsrigen zu nennen. Nicht nur hatte er hier, in Glarus, sein Heimatrecht, nicht nur hat er in Matt seine Jugendjahre verlebt, auf den Bergen des Sernftals zuerst seine naturwissenschaftlichen Jagden ausgeführt, sein erstes Herbarium, wie seine erste Käfersammlung sich angelegt: er blieb ein guter Glarner sein Leben lang. Auch als er zum weltberühmten Gelehrten geworden, kehrte er allzeit immer wieder gerne in unsern glarnerischen Tälern und Bergen ein und bewahrte seinen hiesigen Freunden und Bekannten ein freundliches Andenken — und wenn es auch nur ein armer Wurzelgräber gewesen, mit dem er vordem zu Berge gestiegen und mit dem er über seine Familienverhältnisse oder seine Geissen geplaudert hatte.

Und nun sollte ich zum Schlusse Ihnen als der Muttergesellschaft wohl auch noch kurzen Bericht geben, wie es Ihrer Tochter, der glarnerischen naturforschenden Gesellschaft, seit Ihrem letzten Besuch im Lande des heiligen Fridolin ergangen. Nun, im Jahr 1882, als Sie im Stachelberg tagten, bestand eigentlich noch gar keine glarnerische naturforschende Gesellschaft, sondern erst ein „botanischer Klub des Grosstals", der damals an der Sitzung der botanischen Sektion teil nahm und Ihnen, d. h. Herrn Dekan Zollikofer von Marbach und Herrn Professor Schnetzler von Lausanne ziemlich viel „Heu" vorwies. Allein die beiden Herren waren sehr milde in ihrem Urteil und ermunterten die jungen Botaniker von Glarus in freundlichster Weise, mutig weiter zu arbeiten. So wurde denn 1883 der botanische Klub des Grosstals in eine kantonale Gesellschaft umgewandelt. Wir könnten also 1908 unser 25jähriges Bestehen feiern. Aber von Lorbeeren, auf denen wir ausruhen dürften, ist keine Rede; denn was wir geleistet, geht sehr schmal zusammen. In den ersten Jahren wurde noch recht fleissig botanisiert, und die Flora des Kantons Glarus von Herrn Sekundarlehrer Wirz, die nächstens in zweiter Auflage erscheinen soll, war das sichtbarste Zeichen unseres Daseins. Während andere, reichere und höher stehende Sektionen jährlich ein Jahrbuch herausgeben dürfen, konnten wir erst zwei Neujahrsblätter in die Welt ausgehen lassen. Dagegen ist einige Hoffnung vorhanden, dass wie Ihr Erscheinen vor 26 Jahren den Anstoss für Gründung eines botanischen Klubs gegeben hat, so werde Ihre diesjährige Tagung durch die Anregungen, die Sie uns bringen, uns zu neuer etwas vermehrter Tätigkeit ermuntern.

Jedenfalls werden wir mit regem Interesse Ihren Vorträgen lauschen. Dass wir als „praktische Glarner" den heutigen Darlegungen der Herren Guye und Greinacher über die beiden Themata, die gegenwärtig von so grosser praktischer Bedeutung sind, lauschen werden, dürfen Sie

zum voraus erwarten. Aber mit nicht geringerem Interesse werden wir von einem berufenen Vertreter uns in die Geheimnisse der geodätischen Kommission, die Schweremessungen in der Schweiz, einführen lassen. Ebenso freuen wir uns schon heute, nächsten Mittwoch den Verfasser des herrlichen Buches über „Das Pflanzenleben der Alpen" von den lachenden Gefilden der kanarischen Inseln erzählen zu hören, von Herrn Professor Schardt seinen Liebling von Marmettes uns vorstellen zu lassen und durch ihn, wie Herrn Chodat uns im Geiste in längst vergangene Zeitepochen zurückversetzen zu lassen. Indem ich allen diesen Herren zum voraus unsern besten Dank für ihre freundliche Bereitwilligkeit ausspreche, erkläre ich unsere heutige Tagung, die 91. Jahresversammlung der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft als eröffnet.

Schwerebestimmungen der Schweizerischen Geodätischen Kommission.

Von

Dr. *Th. Niethammer*,

Ingenieur der Schweizerischen Geodätischen Kommission.

Die Geologen sind eifrig bestrebt, den Aufbau der Gesteinsschichten an der Erdoberfläche zu erforschen und die Resultate ihrer Einzeluntersuchungen zu einem Gesamtbild zusammenzufassen. Natürlicherweise verlegen sie die Hauptarbeit auf diejenigen Gebiete, die uns am besten Aufschluss geben über die Aufeinanderfolge der Schichten in vertikaler Richtung, auf die Gebirgsgegenden. Aber wenn sich ihre Beobachtungen auch bis zu den höchsten Bergspitzen und bis in die Tiefen der Bergwerke erstrecken, so ist es doch nur ein geringer Teil, kaum $\frac{1}{1000}$, des Erdradius, der unserer Forschung direkt zugänglich ist; über das Fundament, auf dem wir stehen, können wir nur auf indirektem Wege zu Kenntnissen gelangen. Man hat in dieser Hinsicht, nicht ganz mit Unrecht, die Erde schon eine Terra incognita genannt. Was wir auf indirektem Weg über das Erdinnere erfahren haben, ist desshalb an sich nicht unsicherer als das Ergebnis direkter Beobachtung an der Oberfläche, im Gegenteil — es kann sogar als feststehende Tatsache gelten. So wissen wir z. B., dass die mittlere Dichte der Erde $5\frac{1}{2}$ mal grösser ist als die Dichte des Wassers, und wir schliessen daraus, dass der Erdkern aus Masse von noch höherer Dichte bestehen müsse, da sich an der Erdoberfläche nur Gesteinsmassen von der Dichte $2\frac{1}{2}$ bis 3 in grosser Ausdehnung vorfinden. Ge-

wisse Beziehungen gestatten sogar, die Zunahme der Dichte nach dem Innern durch einen zahlenmässigen Ausdruck mit einiger Wahrscheinlichkeit darzustellen.

Den indirekten Methoden, das Erdinnere oder wenigstens die Erdkruste zu untersuchen, leistet unschätzbare Dienste ein Instrument, das gewissermassen die Eigenschaft hat, in die Erdrinde hineinzusehen: es ist das *schwingende Pendel.* Das Gesetz, das die Schwingungen eines Pendels beherrscht, sagt aus, dass die Dauer der Schwingung kleiner wird, wenn die bewegende Kraft, die Schwerebeschleunigung, zunimmt, und zwar so, dass die Schwingungsdauer auf die Hälfte sinkt, wenn die Schwere auf den 4fachen Betrag steigt. Mathematisch findet es seinen Ausdruck in der bekannten Formel, dass die Dauer s der *einfachen* Schwingung eines physischen Pendels gleich π mal der Quadratwurzel aus dem Quotienten der Grösse l durch die Schwerebeschleunigung g ist: $s = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}$. Unter l versteht man die Länge des mathematischen Pendels, das mit dem physischen gleiche Schwingungsdauer hat.

Wichtig ist dieses Gesetz deshalb, weil es die Schwingungsdauer des Pendels mit der Schwerebeschleunigung verbindet; als Schwerebeschleunigung fassen wir auf die Resultante der Anziehungen sämtlicher Massenteile der Erde *und* der Zentrifugalbeschleunigung. Wäre die Erde eine ruhende Kugel und würden wir überall auf ihrer Oberfläche für unser Pendel *gleiche* Schwingungsdauer finden, so müssten wir daraus den Schluss ziehen, dass innerhalb der Beobachtungsgenauigkeit auch die Schwerebeschleunigungen überall gleich gross seien, und hieraus würde weiter folgen, dass die Masse der Erde aus homogenen Kugelschalen aufgebaut sei. In *erster Annäherung* folgt tatsächlich dieses Resultat aus Pendelversuchen, die über die ganze Erde verbreitet sind. Wie weit diese Annäherung geht, ersehen wir aus folgendem: Wählen wir 2 Stationen

der Schweiz, deren Schwerewerte vermutlich sehr verschieden sind, nämlich Basel (im Norden und in der Tiefe) und den Grossen St. Bernhard (im Süden und in der Höhe) und bestimmen an ihnen die Schwingungszeit eines Pendels mit einer guten Uhr in der Hand, so werden wir finden, dass die Schwingungszeit an beiden Orten bis auf die tausendtel Sekunde gleich gross ist, nämlich etwa $0{,}^{s}507$. Die Differenz der Schwere ist also jedenfalls nicht so gross, dass die Schwingungsdauer um $\frac{1}{1000}$ Sekunde geändert wird. Wir können aber die Schwingungsdauer leicht noch genauer bestimmen, indem wir das Pendel längere Zeit, etwa $\frac{1}{2}$ Stunde lang, schwingen lassen. Da das Pendel während dieser Zeit etwa 4000 Schwingungen ausführt und wir die verstrichene Zeitdauer an der Uhr auf eine $\frac{1}{2}$ Sekunde genau ablesen können, so erhalten wir die Schwingungsdauer schon auf $\frac{1}{10000}$ Sekunde genau, und wir finden dann als Schwingungszeit unseres Pendels in Basel $0{,}^{s}5076$ und auf dem Grossen St. Bernhard 0,5078.

Die Schwereänderung hat also eine Änderung der Schwingungsdauer um $\frac{2}{10000}$ Sek. zur Folge gehabt. Fragen wir umgekehrt, wie genau müssen wir die Änderung der Schwingungszeit bestimmen, um daraus eine Änderung der Schwere von bestimmtem Betrag verbürgen zu können. Unsere Pendelformel gibt uns hierauf Antwort; das Resultat dieser einfachen Rechnung ist:

Ändert sich die Schwere um:	so ändert sich die Schwingungsdauer eines Halbsekundenpendels um:
1 cm	$0{,}000\,26^{s}$
1 mm	0,000 026

und wollen wir eine Schwereänderung von $\frac{1}{100}$ mm konstatieren — das ist die angestrebte Genauigkeit — so muss die Schwingungsdauer auf wenige zehnmilliontel Sekunden — Einh. der 7. Dezimalstelle — genau bestimmt werden.

Wir sind vielleicht auf diese Zahlen hin geneigt zu urteilen, es sei das Pendel als ein ungeeignetes Instrument für die Untersuchung der Schwereänderung und der Massenlagerung in der Erdrinde anzusehen, — ungeeignet, weil es dafür, was es anzeigen soll, sehr *un*empfindlich zu sein scheint. Diese Ansicht würde zutreffen, wenn wir die Schwingungszeit des Pendels nur auf etwa *zehn*tausendtel Sekunden, also 4. Dezimalstelle, bestimmen könnten. Allein es stehen uns Mittel zu Gebote, die die Schwingungszeit bis auf 1 milliontel Sekunde, im Mittel aus einer längeren Beobachtungsreihe sogar auf wenige *zehn*milliontel Sekunden, also Einheiten der 7. Dezimalstelle — genau liefern; d. h. wir können beobachtete Schwereänderungen mit einer Sicherheit von 1 bis 2 hundertel Millimetern verbürgen.

In erster Linie verdanken wir diese Genauigkeit der Koinzidenzmethode zur Bestimmung der Schwingungszeit. Das Prinzip dieser Methode lässt sich kurz folgendermassen erläutern. Die einfache Schwingungsdauer des Pendels wird absichtlich etwas grösser gehalten als $\frac{1}{2}^{s}$, die Dauer der ganzen Schwingung ist also auch nur wenig grösser als 1^{s}. Lassen wir das Pendel die Schwingungen im Moment beginnen, wo unsere Beobachtungsuhr genau die Sekunde *null* schlägt. Bei der Sekunde 1 wird dann das Pendel seine erste Schwingung noch nicht ganz vollendet haben; bei der Sekunde 2 wird es noch mehr zurückgeblieben sein und so fort, mit jeder weitern Sekunde vermehrt sich die Verspätung um gleich viel und schliesslich wird einmal ein Moment eintreten, wo die Summe dieser Verspätungen gerade 1^{s} ausmacht und wo also das Pendel wieder mit dem Sekundenschlag seine Schwingung vollendet hat. Es soll dieser Moment nach 60^{s} eingetreten sein; dann hat aber das Pendel eine Schwingung weniger gemacht, nämlich 59 und die Dauer einer ganzen Pendelschwingung ist folglich

$$\frac{60^{s}}{59}$$

Nehmen wir nun an, wir hätten uns beim Abzählen der Sekunden geirrt und fälschlicherweise 61 Sekunden als Koinzidenzintervall erhalten; dann sagen wir, das Pendel habe währenddessen 60 Schwingungen vollführt und die Schwingungsdauer sei

$$\frac{61^s}{60}$$

Der Fehler beträgt also

richtiger — falscher Wert

$$\left(\frac{60}{59} - \frac{61}{60}\right) = \frac{1}{59.60} = \text{rund } \frac{1}{60^2} \text{ sek.}$$

und nicht, wie man zu vermuten geneigt ist:

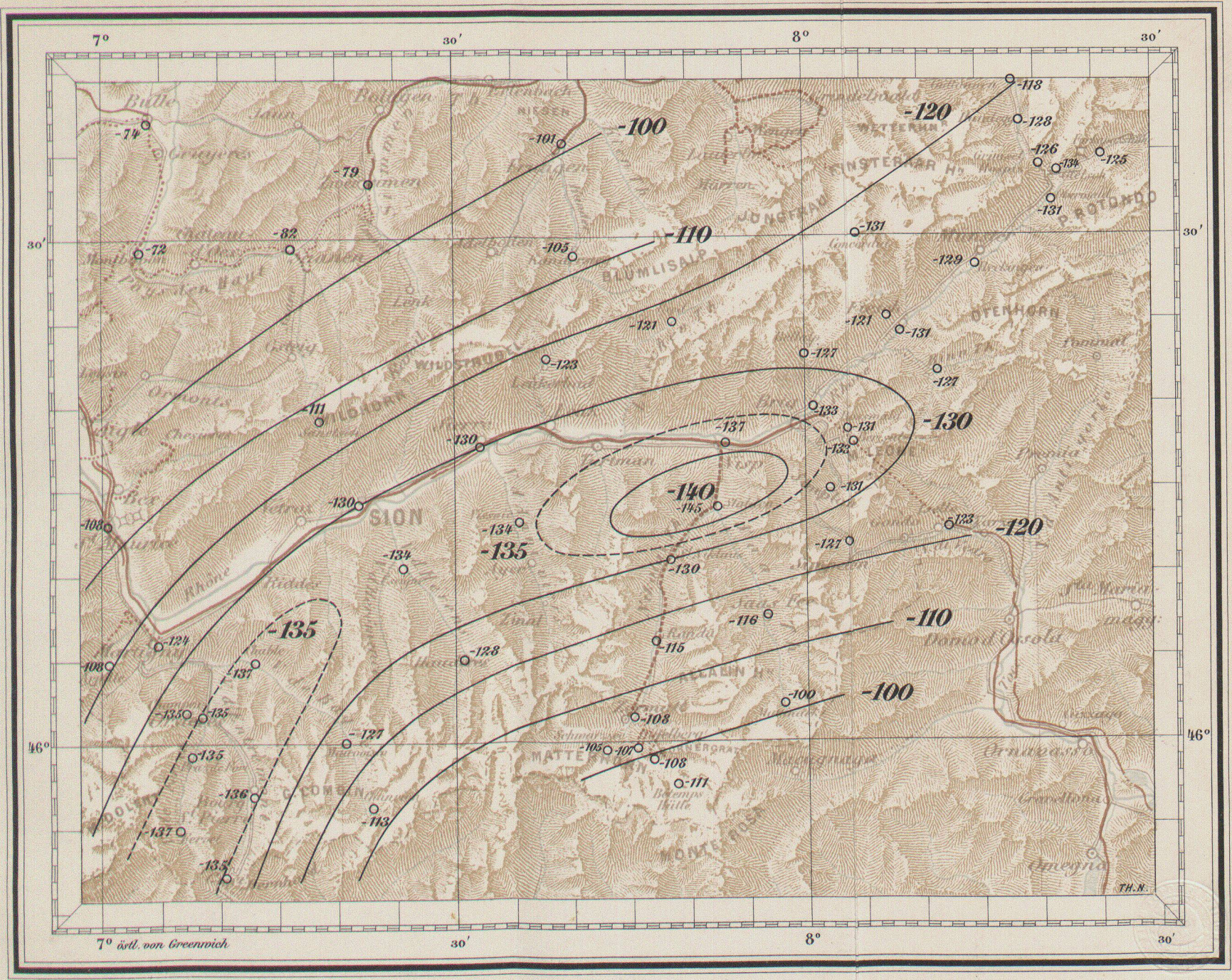
$$\frac{1}{60} \text{ sek.}$$

Und wenn es nun möglich ist, die *Koinzidenzdauer* nicht nur auf ganze Sekunden genau zu bestimmen, sondern auf $\frac{1^s}{1000}$ genau, so beträgt der Fehler der Schwingungsdauer auch nur $\frac{1}{1000} \cdot \frac{1}{60^2} = \frac{3}{10000000}$ sek. Um diese Genauigkeit schon in der Koinzidenzdauer zu erreichen, dürfen wir die Schwingungen des Pendels nicht von freiem Auge mit denen eines Uhrpendels vergleichen. In der Praxis benützt man ein Fernrohr, das mit einer besondern, von v. Sterneck erfundenen Vorrichtung verbunden ist; sie gestattet, schon den einzelnen Koinzidenzmoment mit einer Genauigkeit von $\frac{1}{10}^s$ aufzufassen. Ferner lässt man das Pendel nicht nur von einer Koinzidenz bis zur nächst folgenden schwingen, sondern wartet eine ganze Anzahl von Koinzidenzen ab.

Wir haben bisher stillschweigend eine Voraussetzung gemacht, die nicht zutrifft: wir haben angenommen, die Schwingungszeit unseres Pendels werde nur durch die *Schwere* beeinflusst. In Wirklichkeit wird sie aber durch eine ganze Anzahl von Faktoren geändert; sie hängt auch ab von der Temperatur der Pendelstange, vom Luftdruck, von der Grösse der Amplitude u. s. f. Wenn wir also die

Schwingungszeiten des Pendels von verschiedenen Stationen mit einander vergleichen wollen, müssen wir zuerst diesen Änderungen Rechnung tragen. Das geschieht in der Weise, dass man die *beobachtete* Schwingungszeit reduziert auf *den* Wert, den man bei einem gewissen Normalzustand beobachtet hätte. Damit diese Reduktion möglich sei, muss genau untersucht werden, wie das Pendel sich äussern Einwirkungen gegenüber verhält; man muss angeben können, um wie viel sich seine Schwingungszeit ändert, wenn die Temperatur der Pendelstange um 1^0 C zunimmt oder wenn der Luftdruck um 1 mm steigt. Es muss ferner berücksichtigt werden, dass die beobachtete Schwingungszeit beeinflusst wird durch die mitschwingende Bewegung des Stativs. Trotz dem geringen Gewicht des verwendeten Pendels, das nur wenig über 1 kg beträgt, wird das Stativ gezwungen, die Bewegungen des Pendels mitzumachen, und der Effekt dieser erzwungenen Bewegung ist der, dass das Pendel scheinbar um eine Axe schwingt, die etwas über der Auflagerungsfläche liegt. Für jede Aufstellung des Stativs muss der Einfluss dieser mitschwingenden Bewegung bestimmt werden, weil er nicht nur von der Elastizität des Stativs, sondern hauptsächlich auch von der Festigkeit des Untergrundes abhängt.

Eine letzte Korrektion endlich erfordert die beobachtete Schwingungszeit, weil wir sie in falschem Mass gemessen haben. Zur Messung einer Zeitdauer brauchen wir eine Uhr und trotz aller technischen Vervollkommnung ist es nicht möglich, eine Uhr zu konstruieren, die absolut richtige Sekunden gibt. Übrigens werden jetzt allgemein zu solchen Messungen Pendeluhren verwendet; die Sekundenlänge einer Pendeluhr ist aber selbst wieder abhängig von der Schwere, sie ändert sich also, wenn die Uhr von einer Station zu einer andern transportiert wird. Wenn eine Uhr unrichtige Sekunden schlägt, so geht sie entweder vor oder nach und das ersehen wir sofort, wenn wir die Uhr zweimal mit der richtigen Zeit vergleichen.



Massstab 1:600000

10 Km. 0 10 20 30 40 50

Kurven gleicher Schwereabweichung $g_0'' - \gamma$

Die Sekundenlänge einer Uhr bestimmen, heisst also nichts anderes als 2 mal den Uhrfehler bestimmen. Es ist eine der Hauptaufgaben der beobachtenden Astronomie, die richtige Zeit zu bestimmen; eine Zeitbestimmung kann jederzeit ausgeführt werden mit Hilfe eines stabil aufgestellten Fernrohres, das gestattet, die Durchgänge von Sternen durch eine Vertikalebene nach einer Uhr zu beobachten. Auf jeder Schwerestation muss also 2 mal der Uhrfehler bestimmt werden; ergibt sich, dass die Uhr in 24 h nur um $\frac{1}{50}^{s}$ zurückgeblieben oder vorgegangen sei, so erfordert die beobachtete Schwingungszeit schon eine Korrektion von 1 zehnmilliontel Sekunde.

Bringt man diese 5 Reduktionen an der beobachteten Schwingungszeit an, so resultiert die reduzierte Schwingungszeit, die man beobachtet hätte, wenn das Pendel bei unendlich kleiner Amplitude und der Temperatur null im luftleeren Raum auf einem vollkommen starren Stativ geschwungen und die Beobachtungsuhr richtige Sekunden gegeben hätte. Hat man diese reduzierte Schwingungszeit zuerst an einem Ort mit bekannter Schwere bestimmt und dann an einer Feldstation, so kann man die Differenzen der Schwingungszeiten in Differenzen der Schwerebeschleunigung umrechnen und damit zur Kenntniss der Schwere selbst gelangen. —

Nach dieser relativen Methode hat die Schweizerische Geodätische Kommission — in Fortsetzung früher begonnener Arbeiten — in den letzten 7 Jahren an nahezu 60 Stationen, die meist im Kanton Wallis gelegen sind, die Grösse der Schwerebeschleunigung bestimmen lassen. Die vollständige Erledigung *einer* Station, d. h. die Aufstellung der Pendelapparate und der Pendeluhr, die Aufrichtung eines kleinen Observatoriums für die astronomischen Beobachtungen, die Messungen selbst, das Wiederverpacken, eine provisorische Überrechnung der Beobachtungen und die Reise nach der nächsten Station, das alles erfordert durchschnittlich einen Zeitaufwand von einer Woche.

Wenn wir das nackte Beobachtungsresultat dieser Schwerestationen mit einander vergleichen, so ersehen wir daraus nur, dass im Allgemeinen die Schwere in der Höhe kleiner ist als in der Tiefe. Diese Abhängigkeit wollen wir durch die Beobachtungen gar nicht feststellen, da das Gesetz der Abnahme der Schwere mit der Höhe genügend genau bekannt ist aus theoretischen Überlegungen. Es wäre uns viel lieber, wenn alle Stationen sich in der gleichen Höhe befänden und wenn die umliegenden Bergmassen immer *denselben* Einfluss ausübten, denn dann wären unsere Zahlen ohne weiteres vergleichbar und eine Änderung der Schwere würde eine Änderung in der Massenlagerung unterhalb andeuten. Nichts hindert uns aber, die Berge zu versetzen, wenn auch nur in Gedanken: wir denken uns sämtliche Massen, die über dem Meeresniveau liegen und die noch einen merkbaren Einfluss auf die Schwere unserer Station ausüben, weggenommen und den Beobachtungsort senkrecht ins Meeresniveau verschoben. Mit andern Worten: wir rechnen aus der beobachteten Schwere g im Stationsniveau denjenigen Wert — g_0'' —, den man im Meeresniveau beobachtet hätte, wenn alle Massen darüber entfernt werden.

Dieser Übergang von g zu g_0'' wird gewöhnlich in drei Schritten gemacht.

Zunächst denken wir uns durch die Beobachtungsstation in der Meereshöhe H eine horizontale Ebene gelegt und bringen sie zum Schnitt mit dem umliegenden Terrain. Alle Bergspitzen und Ketten, die darüber hervorragen, nehmen wir weg, und alle Täler füllen wir mit Masse aus bis ins Niveau dieser Ebene, so dass nun unsere Station auf einer ebenen Platte von der Meereshöhe H liegt. Um die beobachtete Schwere g dieser Fiktion anzupassen, müssen wir sie um einen bestimmten Betrag $\triangle g''$ vergrössern:

$$g + \triangle g'',$$

weil wir mit den weggenommenen Massen eine nach oben

wirkende Komponente entfernen und mit den auffüllenden Massen eine nach unten wirkende zufügen. Es ist also nun

$$g_o = g + \triangle g''$$

derjenige Schwerewert, den man bei horizontalem Terrain beobachtet hätte. Es würde zu weit führen, die Berechnung dieser sog. topographischen Reduktion $\triangle g''$ zu besprechen; in der Hauptsache läuft sie auf eine detaillierte Massenberechnung hinaus, indem das Terrain rings um die Station durch Radien und Kreise in einzelne Ringsektoren zerlegt und die mittlere Höhe eines jeden Stückes aus der Karte abgelesen wird.

Der zweite Schritt besteht darin, dass wir nun die ebene Platte wegnehmen. Da die Platte eine Anziehung nach unten ausübt, wird g_o um den Betrag dieser Anziehung kleiner werden. Die entsprechende Reduktionsgrösse $\triangle g'$ führt also den Wert g_o in einen Wert g'_o:

$$g'_o = g_o + \triangle g'$$

über, den man am Beobachtungsort in freier Luft beobachtet hätte. $\triangle g'$ ist immer negativ und hängt einerseits ab von der Dicke der Platte, also der Stationshöhe, und andrerseits von der Dichte des Gesteins.

Nun verschieben wir, um den letzten Schritt auszuführen, den Beobachtungsort senkrecht nach unten auf die freigelegte, dem Meeresniveau entsprechende Fläche; die Reduktion $\triangle g$ für diesen Übergang ist die bekannte Änderung der Schwere mit der Höhe in freier Luft. Wir erhalten so schliesslich den Wert g''_o:

$$g''_o = g'_o + \triangle g = g + \triangle g'' + \triangle g' + \triangle g$$

das ist derjenige Wert, den wir senkrecht unter der Beobachtungsstation im Meeresniveau beobachtet hätten, wenn alle sich darüber erhebenden Massen entfernt werden.

Wegen Ungenauigkeiten in der Berechnung der Reduktionsgrössen $\triangle g'$ und $\triangle g''$, die nicht zu vermeiden sind, sind die aufs Meeresniveau reduzierten Werte g''_o etwas unsicherer als die Beobachtungswerte g; ihr Fehler muss

durchschnittlich auf 3 bis 4 hundertel Millimeter angenommen werden.

Diese Werte g''_0 können wir nun unter einander vergleichen. Um einen Überblick über die grosse Zahl von Einzelwerten zu erhalten, könnten wir z. B. zuerst einen Mittelwert bilden und dann die Abweichungen der Einzelwerte gegen diesen Mittelwert betrachten. Man verfährt indessen aus verschiedenen Gründen nicht so, sondern stellt dem reduzierten Beobachtungswert g''_0 einen theoretischen Wert γ gegenüber und bildet die Abweichungen von g''_0 gegen γ:

$$g''_0 - \gamma.$$

Diese Differenz ist für sämtliche Stationen im Wallis negativ, d. h. der Beobachtungswert ist kleiner als der theoretische. Die Zahlenwerte dieser Differenzen sind auf der Karte (s. Beilage) eingetragen; die Einheit ist der hundertel Millimeter.

Um über die Bedeutung dieser negativen Differenzen klar zu sein, müssen wir kurz erläutern, wie der theoretische Vergleichswert γ entsteht. Wegen der Abplattung der Erde und der Zentrifugalbeschleunigung infolge der Erdrotation, die beide im gleichen Sinn wirken, bleibt die Schwere im Meeresniveau nicht konstant, sondern ist am Äquator kleiner als an den Polen. Unter gewissen Voraussetzungen lässt sich zeigen, dass sich die Schwere im Meeresniveau in erster Annäherung nach dem Gesetz ändert: es ist

$$\gamma = \gamma_a \, (1 + b \sin^2 \varphi)$$

wenn γ die Schwere in der Geogr. Breite φ, γ_a am Äquator und b eine Konstante bezeichnet.

Die Konstanten γ_a und b dieser Formel werden aus einer grossen Zahl von Schwerewerten, die möglichst über die ganze Erdoberfläche verteilt sind, abgeleitet. Als bester, zahlenmässiger Ausdruck wird die von Helmert 1901 abgeleitete Formel angenommen:

$$\gamma = 978{,}046 \text{ cm} \, (1 + 0{,}005302 \sin^2 \varphi).$$

Die beobachteten Schwerewerte der Erde schliessen sich dieser Formel im Allgemeinen gut an und wir erblicken darin eine Bestätigung der Voraussetzungen ihrer Ableitung; die wichtigste darunter ist die: es sei die Erdmasse in der Hauptsache aus homogenen, konzentrischen Schalen aufgebaut.

Die Formel für γ gilt nur im *Meeresniveau*. Da es nun auf dem Festland im Allgemeinen nicht möglich ist, die Schwerebestimmung im Meeresniveau vorzunehmen, so kann man der Ableitung der Konstanten dieser Formel auch nicht direkt beobachtete Schwerewerte zu Grunde legen, sondern Werte, die aus den beobachteten aufs Meeresniveau umgerechnet sind. Bei dieser Reduktionsrechnung wird nun nicht so verfahren, wie ich es eben für *unsere* Schweremessungen geschildert habe, sondern folgendermassen. Die Massen, die sich übers Meeresniveau erheben, werden senkrecht aufs Meeresniveau verschoben und hier zu einer Flächenschicht verdichtet. Nun verschiebt man den Beobachtungsort ebenfalls bis dicht übers Meeresniveau und bringt also am beobachteten Wert *nur* die normale Änderung in freier Luft an; bildet also nach unserer Bezeichnungsart den Wert

$$g' = g + \triangle g$$

Für diesen Zweck wird deshalb *so* verfahren und *nicht, wie* wir es getan haben, weil sich einerseits die beobachteten Schwerewerte der Interpolationsformel besser anschliessen, wenn so reduziert wird; und andrerseits weil die Interpolationsformel dienen soll zur Berechnung der Abplattung der Erde nach dem Clairaut'schen Theorem; zu diesem Zweck will man den Einfluss der kontinentalen Massen nicht beseitigen.

Unsere Schwerewerte g_o'' sind nun *deshalb* kleiner als der theoretische Wert γ, weil wir uns die Massen oberhalb dem Meeresniveau *weggenommen* denken und den Beob-

achtungswert um den Betrag $\triangle g' + \triangle g''$, der der Anziehung dieser Massen entspricht, vermindert haben. Damit nehmen wir einen Betrag weg, den wir wegen der allgemeinen, kontinentalen Erhebung sollten bestehen lassen. Wir sehen nun aber auch ein, weshalb wir so verfahren sind. Liegt die Beobachtungsstation im Flachland des Kontinentes, so ist ihre *Seehöhe* ohne weiteres massgebend für den Einfluss der Kontinentalmassen. Im Gebirge, wo die Höhe auf kurze Distanzen rasch ändert, kann man nicht ebenso die Höhenlage der Station als massgebend ansehen für den Einfluss der Kontinentalmassen, in welche jetzt auch die Gebirgsmassen zu beziehen sind. Wenn man hiefür eine *mittlere* Höhe des Gebirges in Betracht ziehen wollte, so bleibt zunächst ganz ungewiss, ob man diese *mittlere* Höhe aus einem Umkreis um die Station von nur wenigen Kilometern oder von hunderten zu berechnen hat. Der Vorzug des angewendeten Reduktionsverfahrens besteht darin, dass es in dieser Frage zunächst eine klare Anschauung schafft. Wenn wir die Massen oberhalb des Meeresniveaus entfernen, so beseitigen wir bewusst den kontinentalen Einfluss, dagegen bleibt bestehen der Einfluss aller Massenunregelmässigkeiten *unterhalb* dem Meeresniveau. Das negative Vorzeichen der Differenz $g''_0 - \gamma$, wonach die beobachtete Schwere im Meeresniveau kleiner ist als die theoretische, deuten wir deshalb als Massendefekt. Mit diesem Ausdruck wollen wir aber nicht sagen, es fehle *überhaupt* Masse, sondern zunächst nur: es fehle im Alpengebiet *relativ* Masse unterhalb dem Meeresniveau gegenüber dem Flachland. Wir haben die *oberirdischen* Massen der Alpen als kontinentale Kompensation dieses Massendefektes zu betrachten.

Die Darstellung der Karte gibt uns einen Überblick über den Verlauf des Massendefektes im Wallis. Die Linien verbinden die Orte, wo die Schwereabweichung $g''_0 - \gamma$ gleich gross ist, also auch der Massendefekt. Nach Sterneck nennt man solche Linien Isogammen und meint

damit aber nicht Linien, wo γ, sondern die Abweichung von γ gleich gross ist.

Die Linien folgen im Allgemeinen dem Streichen des Gebirges. Das Maximum des Defektes liegt mit etwa — 135 hundertel Millimeter Schwereabweichung südlich vom Rhonetal. An zwei Gebieten erscheint das Maximum des Defektes verstärkt, das eine befindet sich südlich von Visp, das andere südlich von Martigny. Mit der Annäherung an den italienisch-schweizerischen Grenzkamm nimmt der Defekt rasch ab bis zu dem Betrag von — 110 hundertel Millimeter Schwereabweichung. Ebenso vermindert sich der Defekt in der Richtung nach Norden, aber etwas weniger rasch, wie aus der grössern Distanz der Linien zu sehen ist. Auffallen muss das scharfe Abbiegen der Kurven nach Süden südlich von Martigny, auch dann, wenn man diesen Verlauf erwartet hat, in der Voraussicht, dass damit der Hauptdefekt innerhalb des Gebietes der grössten Massenerhebungen bleibe.

Wie in den Alpen, so hat man auch in allen andern Faltengebirgen z. B. im Kaukasus und im Himalaya, einen Massendefekt unterhalb dem Meeresniveau konstatiert. Es hat diese Erscheinung, in Verbindung mit der Tatsache, dass sich die Schwerewerte g' der einfachen Interpolationsformel gut anschliessen, zu einer Anschauung über die Konstitution der Erdrinde geführt, die als Pratt'sche Hypothese bekannt ist. Schneiden wir an verschiedenen Stellen der Erdoberfläche vertikale Prismen von gleichem Querschnitt aus, die bis zu einer gemeinsamen Niveaufläche im Erdinnern gehen, dann sagt die Pratt'sche Hypothese aus: in diesen Prismen sei gleich viel Masse enthalten, gleichgiltig wo wir das Prisma nehmen, ob im Meere oder im Flachland des Kontinentes oder im Gebirge. Wir können die Aussage auch folgendermassen formulieren: der Druck, den die Masse des Prismas auf den innern Erdkern ausübt, ist in allen Fällen gleich gross. Eine wichtige Stütze hat diese Hypothese in letzter Zeit er-

fahren durch den Nachweis, dass die Schwere über den Tiefen des Weltmeeres im allgemeinen normal sei d. h. gleich der auf dem Flachland des Kontinentes beobachteten.

Die Ergebnisse unserer Schweremessungen stellen uns nun vor die Frage: Wird der Massendefekt unterhalb dem Meeresniveau — in Übereinstimmung mit der Pratt'schen Hypothese — durch die oberirdischen Massen der Gebirge vollständig kompensiert oder nicht? Man wird kaum daran zweifeln können, dass die Pratt'sche Hypothese zur Zeit der intensiven Gebirgsfaltung der Ausdruck einer Tatsache gewesen sei; doch können wir die Annahme nicht ohne weiteres von der Hand weisen, es habe die Erdrinde eine so hohe Festigkeit erlangt, dass durch Erosion und andere Ursachen Massen abgetragen werden konnten, ohne dass ein Ausgleich des dadurch verschieden gewordenen Druckes sich vollzogen hätte durch Massenverschiebungen unterhalb dem Meeresniveau.

Um eine bestimmte Antwort auf diese Frage geben zu können, bedarf es noch eines ausgedehnteren Beobachtungsnetzes, bevor sich die rechnerische Prüfung lohnt. Wenn man den Nachweis leisten will, dass der Massendefekt vollständig kompensiert werde durch die oberirdischen Gebirgsmassen, so handelt es sich nur darum zu entscheiden, wie gross der Querschnitt der Prismen anzunehmen sei, deren Massen wir mit einander vergleichen, oder mit andern Worten: aus welchem Umkreis die mittlere Höhe, die als Masstab für die kontinentale Erhebung gilt, zu berechnen sei. Die je aus demselben Umkreis berechnete mittlere Höhe muss dann die Grösse des Defektes vollständig erklären. Ohne Rechnung können wir uns Rechenschaft geben von der Lage des Defektes, die dadurch merkwürdig erscheint, dass das Maximum nicht zusammenfällt mit der grössten Massenerhebung, also nicht mit dem Hauptkamm der Berner- oder Walliser Alpen. Wählen wir als Prisma einen Zylinder, dessen Durchmesser ungefähr der Breite des Alpengebietes gleich ist, also zirka 150 km, und

schreiben wir die mittlere Höhe des Gebietes, die der Zylinder aus der Erdoberfläche ausschneidet, dem Mittelpunkt zu, so werden wir die *grösste* mittlere Höhe erhalten, wenn das Gebiet sowohl Berner- als Walliser Alpen umfasst. Der Mittelpunkt wird auf eine Zone, die südlich vom Rhonelauf liegt, fallen, wie es die Lage des Maximums des Defektes verlangt. Auch die Lage der beiden Hauptmaxima findet eine ungezwungene Erklärung; das Maximum von Visp-Stalden liegt zwischen den grössten Erhebungen der beiden Gebirgsketten, zwischen Finsteraarhorn- und Monte Rosamassiv; das andere zwischen dem Montblancmassiv, den Walliseralpen und dem Massiv des Gran Paradiso.

Wenn sich auf diesem Wege nur die allgemeine Lage des Defektes, nicht aber auch seine Intensität würde erklären lassen, dann hätten wir es mit einem Massendefekt zu tun, der nicht vollständig durch die oberirdischen Massen kompensiert ist. Wir werden aber jedenfalls daran festhalten müssen, dass die Kompensation früher einmal bestanden habe. Gemäss der Pratt'schen Hypothese können wir dann annehmen, die Lage des Maximums des Defektes zeige uns ein Gebiet der einstigen, grössten Massenerhebung an. Mit dieser Art der Erklärung befinden sich in Übereinstimmung Anschauungen über die Tektonik der Alpen, die in den letzten Jahren allgemein Geltung bei den Geologen erlangt haben. Darnach sind die Massen der Alpen nur z. T. autochthon, d. h. von jeher an der Stelle gewesen, wo sie sich heute befinden; hieher gehören die Massive des Finsteraarhorns, Monte Rosas, Montblancs und des Gran Paradiso. Ein anderer Teil ist von Süden *her* transportiert worden, über die heute hochragenden Alpenketten hinweg, durch Bildung von Falten und Decken während der Periode des Zusammenschrumpfens der Erdrinde. Diese Decken können da liegen, wo die ursprüngliche Faltenbildung sie hingeworfen hat; sie können sich aber auch von ihrer Wurzel losgelöst und selbständig abgeglitten sein auf einer geneigten Unterlage. Hieher ge-

hören einerseits die Massen der Dt. Blanche-Deckscholle in dem Gebiet zwischen Monte Rosa und dem Grossen St. Bernhard südlich der Rhone, andrerseits die Chablais- und Freiburgeralpen. Die Wurzelregion dieser nördlichen Decke befindet sich im Rhonetal und bildet die sogenannte Rhonetalnarbe. Sie verläuft östlich vom Montblancmassiv, biegt dann südlich von Martigny um und lässt sich über die Furka bis zur Rheintalnarbe verfolgen, die ihrerseits die Wurzelregion der im Osten überschobenen Decken ist. Auffallen muss nun, dass der Verlauf der Rhonetalnarbe fast vollständig zusammenfällt mit dem Verlauf des Maximums des Defektes. Es ist nicht Sache eines Laien in geologischen Dingen, zu entscheiden, ob dieses Zusammentreffen zufälliger Natur sei oder ob ein Kausalzusammenhang bestehe. Für eine kausale Beziehung überhaupt spricht sehr der Umstand, dass der Massendefekt im Gebiet der Dt. Blanche-Deckscholle sehr rasch abnimmt; wenn die Masse der Deckscholle nicht kompensiert ist durch Massendefekte unterhalb, sondern wenn nur die Massen unter der Decke, die ein Senkungsgebiet darstellen, kompensiert sind, dann ist nach Pratt auch der Fehlbetrag an Massen unterhalb dem Meeresniveau gering und die Schwere g_0'' im Meeresniveau also relativ gross; damit würde die rasche Abnahme des Defektes erklärt. Gerade umgekehrt würde es sich mit der Narbenzone verhalten; wir müssten annehmen, dass früher in dieser Zone ein Gebiet relativ starker Auffaltung vorhanden gewesen sei, das uns heute durch das Maximum des Defektes verraten wird.

Für die Anschauung, dass der Massendefekt nicht vollständig kompensiert sei, dass also Druckunterschiede in der Erdrinde bestehen, dafür spricht vielleicht auch noch eine andere Erscheinung, nämlich die Häufigkeit von Erdbeben im Rhonetal.

Wie man schliesslich den Massendefekt wird auffassen müssen auf Grund weiterer Beobachtungen und Rechnungen,

bleibe vorläufig dahingestellt; vermutlich wird es sich darum handeln, den Anteil der beiden Erklärungsmöglichkeiten gegen einander abzugrenzen. An dem zahlenmässigen Ausdruck, den die Beobachtungen in der Karte gefunden haben, wird dadurch nichts geändert werden.

Die seltene Gelegenheit, die der Bau des Simplontunnels bot, wurde von der Schweizerischen Geodätischen Kommission benützt, um an 9 Stationen im Innern des Tunnels die Schwere bestimmen zu lassen. Auf die besondern Massregeln, die ergriffen werden mussten, um brauchbare Resultate zu erlangen, kann ich hier nicht eintreten und verweise Sie, was im Besondern die Bestimmung der Uhrgänge betrifft, auf den von Herrn Prof. Riggenbach bearbeiteten Abschnitt im 10. Band der Publikationen der geodätischen Kommission. Stellt man den Verlauf der Schwere im Tunnel graphisch dar, indem abnehmende Werte der Schwere nach oben aufgetragen werden, um den Verlauf mit dem Profil parallel gehen zu lassen, so schliesst sich die Schwerekurve sichtlich der Profilkurve an; da die Tunnelrichtung ungefähr senkrecht zum Streichen des Gebirges verläuft, drücken sich die durchschnittlichen Überlagerungsmassen in der Profilhöhe verhältnismässig richtig aus. Auf der Nordseite nimmt die Schwere langsam ab und biegt dann ziemlich plötzlich ins Minimum über; die Südseite zeigt anfangs rasche Abnahme und allmählichen Übergang ins Minimum. Hervorzuheben ist, dass das Minimum der Schwere nicht zusammenfällt mit der allerdings seitlich der Tunnelaxe gelegenen, höchsten Überlagerung, dem Monte-Leonemassiv, sondern ziemlich genau in der Tunnelmitte liegt unter dem etwas niedrigeren, aber sich weit hinziehendem Kamm, der von der Passhöhe des Simplons an Wasenhorn, Furggenbaumhorn, Bortelhorn, Hüllehorn etc. verbindet.

Die beobachteten Schwerewerte im Tunnelinnern lassen sich nun ebenfalls aufs Meeresniveau reduzieren, wenn die Anziehung der über und unter dem Tunnelniveau

liegenden Massen berechnet wird. Vergleicht man dann die Differenzen $g_0'' - \gamma$ der Tunnelstationen mit den Differenzen, die aus den Stationen ausserhalb interpoliert werden, so zeigt sich, dass die Tunnelstationen fast durchweg etwas kleinere Werte von $g_0'' - \gamma$ liefern; die Abweichung beträgt durchschnittlich 6 hundertel Millimeter. Ein Teil davon, etwa 2 hundertel, lässt sich allerdings durch systematische Fehler in der Berechnung der Anziehung der überlagernden Massen erklären; der Rest muss indessen aus andern Ursachen erklärt werden. Ungenauigkeit in der Kenntnis der Gesteinsdichte hat, dank der genauen geologischen Durchforschung des Gebietes, keinen bedeutenden Fehler zur Folge. Es bleiben dann noch zwei Erklärungsmöglichkeiten; wir müssen annehmen, dass entweder die Änderung der Schwere in freier Luft nicht dem bekannten Gesetze folge, oder dass eine, in die Berechnung der Anziehung allgemein eingehende Konstante unrichtig angesetzt sei, die mittlere Erddichte. Die letztere Erklärung hat die grössere Wahrscheinlichkeit für sich; die im Tunnel und ausserhalb beobachteten und aufs Meeresniveau reduzierten Schwerebeschleunigungen können zur Übereinstimmung gebracht werden, wenn die mittlere Erddichte gleich *5,47* gesetzt wird; der üblich angenommene Wert beträgt 5,52.

Die Schwerewerte der Stationen im Simplontunnel und an der Strasse haben noch zu einer andern Untersuchung die Grundlage geliefert. Wenn wir mittelst eines Nivellierinstrumentes den Höhenunterschied zwischen zwei Punkten auf verschiedenen Wegen messen, so erhalten wir — von Beobachtungsfehlern abgesehen — nicht das gleiche Resultat, da die Niveauflächen im Allgemeinen nicht parallel sind. Messen wir also auf dem einen Wege hin, auf dem andern zurück, und bilden die Summe der gemessenen Höhenunterschiede, so erhalten wir nicht null, sondern eine von null verschiedene Zahl, die man den Schlussfehler des Polygons nennt. Dagegen ist die Summe der *geleisteten Arbeit*, d. i. die Summe der Produkte aus

den Höhendifferenzen in die Schwerebeschleunigungen streng gleich null. Kennt man auf dem ganzen Wege die Grösse der Schwerebeschleunigung, so kann man den Schlussfehler berechnen. Ein interessantes Beispiel hiefür bietet die Nivellementsschleife von Brig über die Passhöhe des Simplons nach Iselle und zurück durch den Tunnel. Der wirklich beobachtete Schlussfehler dieses Polygons beträgt:

$$+ 4 \text{ mm.}$$

Der auf Grund der beobachteten Schwerebeschleunigungen berechnete Schlussfehler beträgt:

$$\text{za. } - 14 \text{ mm.}^{1})$$

Diese Rechnung ist von Herrn Dr. J. Hilfiker, Ingenieur der schweizerischen Landestopographie ausgeführt worden. Von diesem Betrag rührt indessen nur ein Teil von dem anormalen Verhalten der Schwerkraft her. Um diesen gesondert zu erhalten, rechnet Herr Dr. Hilfiker den Schlussfehler noch unter der Annahme, dass die Schwere normal sei und dem bekannten Gesetz für die Änderung mit der Breite und Höhe folge; er erhält so den orthometrischen Schlussfehler:

$$- 11 \text{ mm.}$$

Das heisst also: die anormale Schwereänderung habe im berechneten Schlussfehler nur einen ganz unbedeutenden Einfluss. Dieses unerwartete Resultat ist folgendermassen zu erklären. Die Zunahme des Massendefektes von Süden nach Norden wirkt der gesetzmässigen Abnahme der Schwere gegen Süden entgegen und hat also eine Verminderung des absoluten Betrages des orthometrischen Schlussfehlers zur Folge. Diese Veränderung wird aber wieder aufgehoben durch den Umstand, dass die Schwere im *Stationsniveau* auf der Südseite des Simplons relativ kleiner ist als auf der Nordseite; da die Simplonstrasse von Gabi bis Iselle in einer tiefen Schlucht

---

[1]) Der definitive Wert steht noch aus.

verläuft, üben die das Stationsniveau überragenden Massen eine starke nach oben wirkende Komponente aus, die die wirkliche Schwere im Stationsniveau verkleinert.

Dieses Beispiel zeigt uns deutlich, dass weder das normale Verhalten der Schwere noch das anormale im Meeresniveau gestattet einen sichern Schluss auf die Grösse des Nivellementfehlers zu ziehen. Massgebend ist dafür allein die wirkliche, beobachtete Schwere im Stationsniveau. So haben die Schweremessungen bereits eine Bedeutung für die Technik erlangt: sie ermöglichen dem Nivellementsingenieur, die Resultate seiner Messungen zu beurteilen und zu verbessern. Wie die andern Zweige der Geodäsie ist das Gebiet der Schweremessungen, das in erster Linie aus wissenschaftlichen Gründen gepflegt wird, nicht nur Selbstzweck, sondern dient auch praktischen Bedürfnissen des Ingenieurs.

Die neueren Fortschritte auf dem Gebiete der Radioaktivität.

(Von Anfang 1906 bis Mitte 1908.)

Von

Dr. *H. Greinacher,*

Privatdozent an der Universität Zürich.

Hochgeehrte Versammlung!

Das Gebiet der Radioaktivität gehört zweifellos zu denen, die gegenwärtig im Vordergrunde des Interesses stehen. Welch raschen Aufschwung diese junge Wissenschaft bereits genommen hat und die Bedeutung, die man ihr beimisst, beweisen am deutlichsten die zahlreichen Publikationen, die Jahr für Jahr in physikalischen, chemischen und Spezialzeitschriften erscheinen. Dass der Gegenstand schon längst auch in weiteren Kreisen Interesse gefunden hat, bekunden die schnelle Verbreitung einschlägiger Bücher, dann auch die allenthalben stattfindenden Vorträge.

Nun haben solch zusammenfassende Berichte zwar den Vorteil, dass sie leicht die allerneuesten Ergebnisse berücksichtigen können, während Bücher. dem rasch sich ändernden Bild der Entwicklung kaum zu folgen vermögen. Allein, es wird bei der wachsenden Ausdehnung des Gebiets auch immer schwieriger, in einem kurzen Referat sämtliche wichtigeren Ergebnisse nach Gebühr würdigen zu können. Nun darf man aber wohl ohne Zweifel annehmen, dass die Ergebnisse der früheren Jahre heute ziemlich allgemein bekannt sind. Ich glaubte daher der freundlichen Aufforderung des geehrten Jahrespräsidenten in der

Weise gerecht werden zu können, dass ich mein Referat auf die neueren Forschungsergebnisse beschränkte. Im speziellen betreffen meine Ausführungen die Arbeiten vom Jahre 1906 an bis zur Gegenwart.

Den Stoff habe ich in vier Kapitel eingeteilt. Das erste davon soll das Studium der Becquerelstrahlen als solche behandeln. Das zweite betrifft die Umwandlungsreihen, das dritte die Radioaktivität in ihrer Abhängigkeit von äusseren Einflüssen und das letzte endlich soll die Frage nach der Verbreitung der Radioaktivität etwas näher beleuchten.

I. Die Becquerelstrahlen.

1. Die α-Strahlen.

Zunächst wollen wir uns den neuen Ergebnissen zuwenden, soweit sie die Eigenschaften und die Natur der Becquerelstrahlen betreffen, und zwar wollen wir der Reihe nach die α-, β- und γ-Strahlen besprechen.

Davon sind die α-Strahlen diejenigen, denen man seinerzeit die geringste Aufmerksamkeit geschenkt hat.

Da sie schon durch ganz dünne Schichten absorbiert werden, so schienen sie gegenüber den β- und γ-Strahlen bei weitem nicht dasselbe Interesse zu verdienen; indessen hat sich allmählich herausgestellt — dieser Zeitpunkt datiert etwa vom Jahre 1903 — dass die α-Strahlen weitaus die interessantesten Eigenschaften besitzen und nach unserer heutigen Kenntnis geradezu die Hauptrolle beim Atomzerfall spielen. So kommt es, dass man sich gerade in neuerer Zeit einem eingehenden Studium dieser Strahlen zugewendet hat. Über die α-Strahlen ist daher auch am meisten zu berichten.

Zunächst zeigten sich in der Ionisierung von Gasen durch α-Strahlen bemerkenswerte Ergebnisse. Man hat die ionisierende Wirkung der α-Strahlen in verschiedenem Abstand von der Strahlungsquelle untersucht und hat ge-

funden, dass sie um so grösser ist, je weitere Strecken die α-Teilchen schon zurückgelegt haben. Bei einer bestimmten Distanz erlischt das Ionisierungsvermögen jedoch fast plötzlich. Die α-Teilchen haben daher im Gegensatz zu den β- und γ-Strahlen einen ganz bestimmt umgrenzten Wirkungsbereich (range, parcours). Diese Reichweite schwankt für die verschiedenen radioaktiven Elemente zwischen 2,8 und 8,6 cm. Sie hat für jede Substanz einen ganz bestimmten Wert, da alle α-Teilchen derselben Substanz dieselbe Anfangsgeschwindigkeit besitzen. Die Strahlen sind mit andern Worten homogen. Solche homogenen Strahlen erhält man aber nur, wenn die Substanz sehr dünn ausgebreitet ist, da sonst auch Strahlen aus der Tiefe kommen, welche nun an Geschwindigkeit eingebüsst haben. Der Umstand, dass man zu den früheren Versuchen inhomogene Strahlen verwendete, war die Ursache von manchen ungenauen und sich widersprechenden Resultaten. *Bragg* war es, der zuerst am Radium nachwies, dass dasselbe α-Strahlen von verschiedener, aber ganz bestimmter Reichweite aussendet und es demzufolge aus mehreren Strahlenprodukten bestehen müsse. Diese *Braggsche* Methode, die Ionisierungskurve zu bestimmen, ist nachträglich geradezu klassisch geworden. Sie bot direkt ein neues Hilfsmittel, um verschiedene α-Strahlenprodukte von einander zu unterscheiden. Auf diese Weise hat z. B. *Hahn* gefunden, dass das Thorium B kein einheitlicher Körper sein kann, sondern aus zweien: Thorium B und C bestehen muss.

Es ist im übrigen leicht einzusehen, dass die Reichweite je nach dem Gasdruck variiert. Sie ist demselben umgekehrt proportional. So wie der ionisierende Effekt der Strahlen, so hört auch ihre photographische und fluoroskopische Wirkung nach Durchlaufen einer gewissen Luftstrecke plötzlich auf. Diese Distanz ist in allen drei Fällen dieselbe, weshalb *Rutherford* es auch als wahrscheinlich hinstellt, dass alle drei Wirkungen dieselbe Ursache haben.

Die Szintillation, die man unter dem Bombardement der α-Strahlen, an einem Zinksulfidschirm beobachtet, hätte danach ihre Ursache in der Ionisation der Krystalle. Das Aufblitzen der einzelnen Lichtpunkte käme durch die Wiedervereinigung der durch die α-Teilchen gebildeten Ionen zustande. Neuerdings hat *Regener* gezeigt, dass in der Tat jedem Teilchen ein Lichtblitz entspricht. Unter geeigneten Bedingungen lässt sich die Anzahl der Lichtpunkte pro Sekunde zählen. Solche Messungen haben neuerdings zu interessanten Resultaten geführt. So zeigte es sich, dass die Anzahl Lichtblitze dieselbe bleibt, wenn man zwischen Leuchtschirm und Strahlenquelle eine absorbierende Schicht zwischenbringt. Die α-Teilchen gehen also vollzählig durch Materie hindurch. Nur wenn sie am Ende ihrer Reichweite angekommen sind, werden sie alle miteinander absorbiert.

Dieses Resultat hatte sich schon früher aus dem Studium der Ionisationskurven ergeben. Das Maximum der Ionisierungsintensität kurz vor dem Ende der Flugbahn wird nämlich nicht verkleinert, wenn die Strahlen eine absorbierende Schicht durchlaufen, wohl aber ist der aufsteigende Ast der Kurve kürzer. Die Reichweite wird verkürzt.

Man hat die Ionisierung durch α-Strahlen unter den verschiedensten Bedingungen untersucht. So hat man festgestellt, dass die Ionisierungskurve in verschiedenen Gasen merklich dieselbe Form hat. Die Ionisierung ändert sich ferner proportional dem Gasdruck. Vergleicht man etwa verschiedene Gase untereinander, so besteht Proportionalität mit der Quadratwurzel aus dem Atomgewicht. Sorgt man jedoch dafür, dass die α-Teilchen im Gase vollständig absorbiert werden, so ist die Ionisierung stets ungefähr dieselbe, unabhängig vom Gasdruck und der Natur des Gases. Es werden stets gleichviel Ionen gebildet, sodass man zum Schluss kommt, dass zur Erzeugung eines Ions stets dieselbe Energie erforderlich ist.

Die Anzahl der von den α-Teilchen gebildeten Ionen wird in bekannter Weise durch den Sättigungsstrom in einem Plattenkondensator gemessen. Bei dem heute überaus ausgedehnten Gebrauch dieser Messungen ist es nicht zu verwundern, wenn die Messmethoden mannigfach abgeändert worden sind. Ich erinnere nur an die *Bronson*'sche Methode der konstanten Ausschläge, welche die Ströme direkt am Elektrometer abzulesen gestattet. Eine neuere Nullmethode zur Radioaktivitätsmessung, welche direkt Aktivitäten mit einem Normalpräparat vergleicht, ist von *Allen* angegeben worden.

Es ist zu bemerken, dass die Messung der Ionisierung gerade bei den α-Strahlen einige Schwierigkeit bereitet, insofern, als der Sättigungsstrom selbst bei hohen angelegten Spannungen nur schwer erreicht wird. Die Ionen werden durch die α-Teilchen z. T. nur unvollständig getrennt. Es findet eine sofortige Wiedervereinigung statt, die um so stärker ist, je kleiner die Geschwindigkeit der ionisierenden α-Strahlen ist. Nach neueren Vorstellungen hat dies darin seinen Grund, dass die 200,000 Ionen, welche ein α-Teilchen auf seiner ganzen Bahn von etwa 4 cm erzeugt, ausserordentlich nahe hintereinander gereiht liegen. Sorgt man dafür, dass durch ein zur Strahlung quer gerichtetes elektrisches Feld die Ionenkette auseinander gerissen wird, so wird die anfängliche Wiedervereinigung unterdrückt und man erhält bei viel kleinerer Potenzialdifferenz schon Sättigung.

Die zum Ionisieren erforderliche Energie wird durch die lebendige Kraft der α-Partikel geliefert. Diese verlieren dabei fortwährend an Geschwindigkeit. *Rutherford* hat dies durch die magnetische Ablenkung der α-Strahlen nachgewiesen. Diese war grösser für α-Strahlen in Luft als im Vakuum. In gleicher Weise liess sich zeigen, dass auch beim Durchgang durch feste Körper die Teilchen eine Geschwindigkeitseinbusse erleiden. Die Absorption der α-Strahlen besteht also in einem Geschwindigkeitsver-

lust, während nach dem bereits Gesagten ihre Anzahl nicht reduziert wird. Die Geschwindigkeit der α-Teilchen nimmt zwar mit zunehmender Wegstrecke fortwährend ab, sinkt jedoch am Ende der Reichweite keineswegs auf 0. Sie besitzt daselbst noch einen erheblichen Betrag, der nur verhältnismässig wenig unter dem Anfangswert liegt. Diese Endgeschwindigkeit ist im übrigen für alle α-Partikel dieselbe $\left(1{,}5 \cdot 10^9 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}\right)$. α-Teilchen unter dieser Geschwindigkeit haben somit kein Ionisierungsvermögen mehr.

Die Geschwindigkeit der α-Strahlen ist durch die magnetische und elektrische Ablenkung, welche letztere für die α-Strahlen besondere Schwierigkeiten bereitet, bestimmt worden. Aus den beiden Messungen wurde in der gewöhnlichen Weise auch das wichtige Verhältnis von Ladung und Masse bestimmt. Es ergab sich für eine Reihe von α-Strahlenprodukten von der gleichen Grösse und zwar $^1/_2$ so gross als für die H-Ionen in Elektrolyten. Es zeigte sich ferner, dass dieser Quotient $\left(\frac{e}{m}\right)$ beim Durchgang durch Materie ungeändert bleibt. Wie gross im einzelnen e und m anzugeben sind, ist, wie wir noch sehen werden, erst auf Grund allerneuester Versuche möglich geworden.

Eine grosse Anzahl von Arbeiten beschäftigt sich mit der Absorption der α-Strahlen. Während in den meisten anderen Fällen von Strahlenabsorption ein Exponentialgesetz gilt, ist dies für die α-Strahlen nicht der Fall. Die Absorption ist vielmehr eine Funktion der Schichtdicke. Dies rührt daher, dass die Strahlen allmählich verlangsamt werden, die Absorption aber eine Funktion der Geschwindigkeit ist. Schnellere Strahlen werden stärker absorbiert als langsamere. Die Absorption ist direkt umgekehrt proportional der Geschwindigkeit. .

Vergleicht man etwa die Atomabsorption verschiedener Substanzen, d. h. die Absorption bei gleicher Anzahl von

Atomen, so findet man sie der Quadratwurzel aus dem Atomgewicht proportional. Die molekulare Absorption berechnet sich ferner aus der atomistischen, da die Absorption eine additive Eigenschaft ist. Dabei spielt der Aggregatzustand des absorbierenden Körpers keine Rolle.

Die Ungültigkeit des Exponentialgesetzes ist seinerzeit schon von Frau *Curie* nachgewiesen worden. Sie fand nämlich, dass die Absorption durch zwei verschiedene Metallfolien verschieden ausfällt, je nach der Reihenfolge, in welcher die Teilchen die beiden Schichten durchlaufen. Frau *Curie* suchte diese Eigentümlichkeit ursprünglich durch die Annahme von Sekundärstrahlen zu erklären, welche an der Austrittseite der α-Strahlen noch hinzukommen, und welche ja je nach dem Metall verschieden sein konnten.

Solche Sekundärstrahlen durch α-Strahlen nachzuweisen ist inzwischen vielfach versucht worden, doch ohne entscheidenden Erfolg. Immerhin war das Vorhandensein einer solchen aus langsamen Elektronen bestehenden Sekundärstrahlung nicht ausgeschlossen. Denkt man sich doch die sogenannten δ-Strahlen, die stets mit den α-Strahlen zusammen ausgesandt werden, nicht als selbständige Strahlen. Vielmehr scheinen sie durch die an der radioaktiven Substanz abprallenden α-Strahlen erzeugt zu sein. Doch da die Versuche eine Sekundärstrahlung nicht bestätigt haben, so konnte auch die Erscheinung der vertauschten Schichten durch sie nicht erklärt werden. Neuerdings versuchten *Kučera* und *Mašek* die Erscheinung auf eine Streuung der α-Strahlen zurückzuführen. Ein Teil der α-Teilchen konnte im Metall eine Richtungsänderung erfahren, die je nach der Natur des Metalles verschieden gross war. Danach müsste ein vorerst paralleles Strahlenbündel mehr oder weniger diffus austreten. Die Möglichkeit einer solchen Streuung ist nun in der Tat nicht von der Hand zu weisen, doch kann der Effekt nach allem nur sehr gering sein. *E. Meyer* hat kürzlich gezeigt, dass sie für die Erscheinung

der vertauschten Schichten gar nicht einmal in Betracht zu ziehen ist. Die Erscheinung lässt sich vielmehr vollständig durch das eigenartige Gesetz, welches die Absorption als Funktion der Geschwindigkeit der α-Teilchen gibt, erklären. Dabei ist nur die plausible Annahme gemacht, dass das Absorptionsgesetz in festen Körpern dasselbe wie in Gasen sei. Die Absorption zweier Metallfolien lässt sich dann berechnen, wenn man die Absorption der einzelnen Folien als Funktion des Abstandes von der Strahlungsquelle und überdies die Absorptionskurve der Luft kennt.

Auch die charakteristischen Versuche von *Bragg*, wonach die Reichweite durch Metallschichten je nach der Geschwindigkeit der α-Teilchen verschieden stark erniedrigt wird, bestätigen vollauf die erwähnte Interpretation der fraglichen Erscheinung.

Eine der wichtigsten Fragen, die gerade in letzter Zeit besonders aktuell geworden ist, betraf die Natur der α-Teilchen. Aus den Bestimmungen von $\frac{e}{m}$ liessen sich zunächst nur unter bestimmten Annahmen über die Grösse der Ladung e Schlüsse auf die Masse m ziehen. Dass überhaupt eine Ladung vorhanden ist, war erstens durch die magnetische und elektrische Ablenkung dargetan. Neuerdings hat *Aschkinass* auch direkt die positive Aufladung eines von Polonium-Strahlen getroffenen Metallbleches im Vakuum nachgewiesen. Das gleiche zeigen die neueren Versuche von *Eve*, der die Geschwindigkeit der α-Strahlen durch ein elektrisches Feld variierte. Die einfachste Annahme war nun die, dass e dasselbe sei, wie für die H-Ionen in Elektrolyten, also gleich dem elektrischen Elementarquantum. In diesem Fall gelangte man zum Resultat, dass m doppelt so gross als ein H-Atom sei. Nun war dies aber aus verschiedenen Gründen sehr unwahrscheinlich. Besonders widersprach dies andern Resultaten, wonach die α-Partikel nichts anderes als He-Atome sind, also das Atomgewicht 4 besitzen. Dies ging mit besonderer

Deutlichkeit aus der unumstösslich festgestellten Tatsache hervor, dass sowohl das Radium, als das Actinium Helium bilden.

Wollte man mit diesem Resultat im Einklang bleiben, dann musste man jedem α-Partikel *zwei* Elementarladungen zuschreiben. Dieser Annahme stand zunächst prinzipiell nichts im Wege, wenn zunächst auch keine experimentelle Bestätigung dafür vorhanden war. Es sei bemerkt, dass es unter den Anodenstrahlen auch welche gibt (Sr), die aus Teilchen von zweifacher Ladung bestehen. Immerhin liess sich über die Entstehung einer zweiten Ladung im Fall der α-Strahlen nichts sicheres aussagen, wenn auch der Verlust mehrerer negativer Elektronen durch das Vorhandensein der δ-Strahlen sich deuten liess. Dabei ist immerhin zu berücksichtigen, dass die Ansichten darüber, ob das α-Teilchen von Anfang an schon eine Ladung besitzt, oder ob es erst beim Zusammenprall mit Gasmolekülen eine solche erlangt, noch geteilt sind.

Erst ganz kürzlich hat sich nun ein Weg eröffnet, die brennende Frage nach der Ladung der α-Teilchen zu lösen. Die Methode basiert auf der zuerst von *Schweidler* gegebenen Theorie der radioaktiven Schwankungen.

Da der Zerfall der radioaktiven Atome ganz unregelmässig erfolgt, so lassen sich darauf die Gesetze der Wahrscheinlichkeit anwenden. Bisher war nun immer der Fall betrachtet worden, wo sehr viele Atome vorhanden sind, wo also das Gesetz der grossen Zahlen gilt. In diesem Fall beträgt die Menge der zerfallenden Atome stets einen konstanten Bruchteil der noch unverwandelten Atome. Anders, wenn die Substanzmenge gering ist, dann macht sich die Unregelmässigkeit des Vorganges durch fortwährende, momentane Schwankungen geltend. *v. Schweidler* hat gezeigt, dass die mittlere prozentische Schwankung gegeben ist durch $\bar{\varepsilon} = \frac{1}{\sqrt{Z}}$ (1), wo Z die mittlere Anzahl der in der Sekunde zerfallenden Atome bedeutet. Diese momen-

tanen Schwankungen sind von *K. W. F. Kohlrausch* und *Geiger* an Polonium-Präparaten tatsächlich beobachtet worden. Genauere Messungen verdanken wir *E. Meyer* und *Regener*, welch letztere auch den Weg zur Entscheidung der oben erörterten Frage angegeben haben.

Dazu bedarf es noch einer weiteren Messung. Man misst die gesamte von allen Teilchen transportierte elektrische Ladung. Dies geschieht durch Messung des Sättigungsstroms, den das Polonium-Präparat im Vakuum hervorruft.

Dieser Strom ist

$$i_0 = Z\,ke,$$

wo k die Anzahl der Elementarladungen bedeutet, die ein α-Teilchen trägt.

Dies in (1) eingesetzt, gibt

$$\bar{\varepsilon} = \sqrt{\frac{ke}{i_0}}$$

Sofern nun e bekannt ist, lässt sich daraus k bestimmen. Nun schwanken leider die Angaben über das Elementarquantum noch innerhalb weiter Grenzen, sodass die daraus hervorgehenden Schlüsse noch nicht die wünschenswerte Sicherheit haben. Neuere Versuche sind ausgeführt worden, um zunächst die mittleren Schwankungen mit grösserer Genauigkeit zu bestimmen. *Regener* hat dieselben durch Zählen der Lichtblitze am Sidotblendenschirm ermittelt. Nach diesen Messungen darf man mit Wahrscheinlichkeit annehmen, dass, wie zu erwarten, die Teilchen *zwei* Ladungen besitzen.

Interessante Resultate verspricht die neueste Methode von *Rutherford* und *Geiger*. Hier werden die zu zählenden α-Teilchen in einen Zylinderkondensator, der mit einem Elektrometer verbunden ist, eingelassen. Jedes α-Teilchen erzeugt beim Eintreten eine momentane Ionisation. Das Bemerkenswerte an der Methode besteht nun darin, dass der fast unmessbar kleine Effekt durch eine sinnreiche Anordnung vergrössert wird. Zu diesem Zweck ist der Zylinderkon-

densator mässig evakuiert und ist mit einer in der Nähe des Entladungspotentials liegenden Spannung verbunden. Jedes durch ein α-Partikel erzeugte Ion bildet nun durch Stoss weitere Ionen. Dadurch erlangen die momentanen Ionisierungsströme eine solche Intensität, dass sie bequem an einem mässig empfindlichen Elektrometer beobachtet werden können. Auf diese geniale Weise ist es in der Tat gelungen, die Anwesenheit eines einzigen α-Teilchens zu erkennen und damit überhaupt die Wirkung eines einzelnen Atoms zu verfolgen.

Bemerkt sei, dass man auch auf optischem Wege über die Natur der Teilchen Aufschluss zu bekommen hoffte. Die Teilchen erregen nämlich die Gase, namentlich Stickstoff, innerhalb ihrer Reichweite zur Fluoreszenz. Das Licht ist spektrographisch untersucht worden. Es enthält keine He-Linien, wie man vielleicht hätte erwarten können. Es zeigt aber denselben Charakter, wie das Spektrum der Kanalstrahlen, ein deutlicher Beweis dafür, dass die beiden Strahlenarten verwandter Natur sind.

2. *Die β-Strahlen.*

Damit wollen wir nun zu den neueren Arbeiten über β-Strahlen übergehen. Ein grosser Teil derselben beschäftigt sich im speziellen mit der Absorption der β-Strahlen in festen Körpern. Schon *Godlewski* hat gezeigt, dass für die Strahlen des Actiniums ein einfaches Exponentialgesetz gilt. Dasselbe fand *Crowther* für die als homogen bekannten Uranstrahlen (U X). *H. W. Schmidt* wies jedoch nach, dass dies Gesetz erst von einer gewissen Schichtdicke an gilt, indem für dünne Schichten eine stärkere Absorption stattfindet. *Schmidt* findet ferner, dass die Strahlen von Radium B inhomogen sind, dass sie aber aus drei bestimmten Geschwindigkeitsgruppen bestehen. Die Absorption lässt sich nämlich durch die Summe dreier Exponentialkurven dar-

stellen. Nach *Hahn* und *Meitner*, welche die Strahlen sämtlicher bekannten Radioelemente untersucht haben, scheinen aber einem radioaktiven Körper nur Strahlen *einer* Geschwindigkeit zuzukommen. Sowohl α- als β-Strahlen eines einheitlichen Körpers sind danach als homogen zu betrachten.

Lässt man ein β-Strahlenbündel durch Materie durchgehen, so wird seine Homogenität nicht beeinflusst. Die Geschwindigkeit der Elektronen bleibt unvermindert, wohl aber wird, was schon frühere Versuche zeigten, ein gewisser Bruchteil der Elektronen absorbiert.

Der Absorptionskoeffizient hängt von der Geschwindigkeit der β-Strahlen ab und zwar nimmt die Absorption bedeutend ab, wenn selbst die Geschwindigkeit nur wenig wächst. Neben einer Absorption findet ferner stets auch eine diffuse Zerstreuung der β-Strahlen statt. *Mc. Clelland* und *Crowther* haben nachgewiesen, dass schon durch dünne Schichten (0,015 cm Al) ein paralleles Strahlenbündel vollständig diffus zerstreut wird. Diese Streuung ist ungefähr proportional der Absorption. Als eine nach rückwärts gerichtete zerstreute Strahlung fasst *Schmidt* die reflektierten β-Strahlen auf.

Alle Erscheinungen, die man gewöhnlich der Erzeugung von sekundären β-Strahlen zuschrieb, erklärt *Schmidt* durch eine diffuse Zerstreuung der primären Strahlen. Die Versuche am Actinium B ergeben, dass der Reflexions- (β) und Absorptionskoeffizient (α) in einfacher Weise vom Atomgewicht a und der Dichte s des betreffenden Körpers abhängen. Nach *Schmidt* sind die Ausdrücke $\frac{\beta}{a\,s}$ und $\frac{\alpha}{s}\sqrt{a^3}$ zwei für jede Substanz gültige, also universelle Konstanten. Diese Ausdrücke besagen nichts anderes, als dass die Absorption pro Volumeneinheit proportional der Schnittfläche aller Atome ist, während der Reflexionskoeffizient dem Atomgewicht und dem spezifischen Gewicht proportional geht.

Die Frage nach den durch β-Strahlen erzeugten Sekundärstrahlen betreffen neuere Versuche von *Starke*. Dieser fand, dass die sekundären Strahlen heterogen und stets leichter absorbierbar sind als die primären. Ihre Durchdringungsfähigkeit hängt, wie schon *Bragg* und *Madsen* feststellten, von der Natur der verwendeten Radiatoren ab. Je grösser das Atomgewicht derselben ist, um so durchdringender sind die sekundären Strahlen. Fasst man letztere als zerstreute primäre Strahlen auf, so muss man dies dahin präzisieren, dass bei höherem Atomgewicht vornehmlich die harten Strahlen eines heterogenen β-Strahlenbündels zurückgeworfen werden. Die Frage, ob auch eigentliche sekundäre Strahlen gebildet werden, oder ob nur eine Streuung der primären Strahlen stattfindet, scheint jedoch nach allem noch nicht völlig entschieden.

Was die Natur der β-Strahlen anbetrifft, so geht man in der Ansicht schon längst einig, dass sie aus Elektronen bestehen. Immerhin ist es erwähnenswert, dass *Regener* auf direkte Weise den korpuskularen Charakter dieser Strahlen dargetan hat. *Regener* fand nämlich, dass auch die β-Teilchen Szintillation und zwar am Bariumplatincyanür hervorrufen. Die Helligkeit ist jedoch bedeutend geringer, als bei der gewöhnlichen Szintillation durch α-Strahlen, ein Unterschied, der parallel mit der grossen Differenz im Ionisierungsvermögen dieser Strahlen geht.

3. Die γ-Strahlen.

Noch viel geringeres Ionisierungsvermögen besitzen die γ-Strahlen. Immerhin erweisen sich dieselben zu Aktivitätsmessungen unter gewissen Bedingungen sehr geeignet. Da sie nämlich äusserst durchdringend sind, kann das Präparat ohne Strahlenverlust in dickere Gefässe eingeschlossen werden.

Für die Absorption der γ-Strahlen gilt im übrigen ein einfaches Exponentialgesetz. Gleichzeitig mit einer Absorption

findet ferner in festen und flüssigen Nichtleitern eine Erhöhung der Leitfähigkeit statt. *Jaffé* hat neuerdings diese Erscheinung in flüssigen Substanzen eingehend studiert. Die Ionisation verhält sich demnach in Flüssigkeiten analog wie in Gasen. Letztere ist ihrerseits wieder denselben Gesetzen unterworfen für α-, β- und γ-Strahlen. Die Abhängigkeit der Ionisation vom Atomgewicht ist in allen drei Fällen eine ähnliche.

In engem Zusammenhang mit dem Ionisierungsvorgang steht die Erzeugung von Sekundärstrahlen. Einerseits entstehen beim Aufprallen sekundäre β-Strahlen, deren Geschwindigkeit je nach der Art der γ-Strahlen eine verschiedene ist; andererseits werden auch sekundäre γ-Strahlen erzeugt. *Kleeman* hat gefunden, dass sich die sekundären γ-Strahlen des Radiums in drei Gruppen scheiden lassen. Es gibt Substanzen, welche die erste Gruppe am stärksten absorbieren und ebenso Substanzen, welche für die zweite und dritte Gruppe am undurchlässigsten sind. Den dreierlei Arten von sekundären γ-Strahlen entsprechen nach *Kleeman* drei Arten primärer γ-Strahlen. Die primären sind durchwegs durchdringender als die erzeugten sekundären Strahlen.

Die Frage nach der Richtung der Sekundärstrahlen hat neuerdings besonderes Interesse gewonnen, weil *Bragg* und *Madsen* daraus wichtigen Aufschluss über die Natur der γ-Strahlen erhofften. *Bragg* hat unlängst sehr entschieden die Ansicht ausgesprochen, dass die γ-Strahlen nicht, wie man bisher bereits allgemein annahm, Ätherimpulse sind, die beim Aufprallen der β-Strahlen am radioaktiven Körper entstehen. Vielmehr sollen dieselben korpuskularer Natur sein und dadurch zustande kommen, dass ein Teil der aufprallenden β-Teilchen reflektiert und zugleich durch positive Teilchen neutralisiert wird. Die Eigenschaften der γ-Strahlen lassen sich auf Grund dieser Anschauung und unter der heute geläufigen Annahme, dass die Molekularkräfte elektromagnetischer Natur sind, ebenso

gut erklären, als nach der Äthertheorie. Dazu kommt noch, dass die wesentlichste Stütze für die Äthertheorie der Röntgenstrahlen, welch letztere allgemein als besonders weiche γ-Strahlen angesehen werden, ins Wanken geraten ist. *Frank* und *Pohl* haben die Versuche von *E. Marx* über die Geschwindigkeit der Röntgenstrahlen einer experimentellen Prüfung unterzogen und kommen zum Ergebnis, dass die Lichtgeschwindigkeit der Röntgenstrahlen keineswegs erwiesen sei. *Bragg* sucht nun seine Anschauung durch Versuche über die Sekundärstrahlen zu stützen, welch letztere nach der Äthertheorie in Richtung des primären Strahls und ihm entgegengesetzt gleiche Intensität haben müssen. *Bragg* kommt zum Schluss, dass eine solche symmetrische Verteilung nach vorwärts und rückwärts nicht vorhanden ist. Da somit auch diese Ansicht mit Erfolg vertreten wird, so wird man die Frage nach der Natur der γ-Strahlen noch offen lassen müssen.

Zugleich sei bemerkt, dass *Starke* kürzlich Versuche über die Sekundärstrahlen der β-Strahlen unternommen hat, die einen wichtigen Einwand gegen die Identifizierung der Röntgen- und γ-Strahlen enthalten. *Starke* findet nämlich, dass die β-Strahlen keineswegs γ-Strahlen erzeugen. Nun ist man aber bisher der Überzeugung gewesen, dass die β- und γ-Strahlen in einem durchaus ähnlichen Verhältnis zu einander stehen, wie die Röntgen- und Kathodenstrahlen. Es bedarf daher noch der Aufklärung, auf welche Weise sich das Ergebnis der *Starke*schen Versuche damit in Einklang bringen lässt.

Unsere Kenntnis von den γ-Strahlen weist somit noch grosse Lücken auf. Die γ-Strahlen sind diejenigen Radiumstrahlen, über deren Natur wir noch am wenigsten wissen.

II. Die Umwandlungsreihen.

1. Die Uran-Radiumreihe.

Sehen wir nun zu, welche Entwicklung das Studium der Zerfallsreihen in den letzten Jahren genommen hat.

Am wenigsten ist vom Uran, dem erstbekannten radioaktiven Elemente zu berichten. Neue Glieder sind zum U und UX nicht mehr hinzugekommen. Einige Arbeiten betreffen jedoch neue Methoden zur Uran X-Abscheidung.

Levin empfiehlt die Verwendung von organischen Basen, welche das Uran aus seiner Lösung mitreissen. *Moore* und *Schlundt* scheiden das UX dadurch ab, dass sie Uran in Aceton auflösen und das Uran X durch frischgefälltes Ferrihydroxyd abscheiden.

In diesen und ähnlichen Fällen von Isolierung radioaktiver Stoffe ist zu bemerken, dass es sich zum wenigsten um eigentliche chemische Reaktionen handelt. Man kommt der Sache wohl näher, wenn man eine Reihe solcher Verfahren als physikalisch auffasst. Es ist vor allem zu bedenken, dass es sich zumeist um ausserordentlich verdünnte Lösungen handelt. Da ist es noch sehr die Frage, inwieweit unsere gewohnten chemischen und physikalischen Vorgänge statthaben. Bei der Menge der uns heute bekannten Radioelemente, die zumeist nur in verschwindend kleinen Mengen vorkommen, wäre es von höchstem Interesse, die Methoden zur Abtrennung infinitesimaler Mengen genauer zu studieren, also gewissermassen Infinitesimalchemie zu treiben. Wohl kennt man bereits eine Menge solcher Methoden, die mehr oder minder vollkommen arbeiten, die betreffenden Verfahren sind jedoch vielfach rein empirisch, da wir das Wesen des Vorganges nicht näher kennen.

Was die Strahlung der Uranpräparate anbetrifft, so stammen die α-Strahlen vom eigentlichen Uran, während das Uran X β- und γ-Strahlen aussendet. *Hess* glaubte allerdings auch an Uran X α-Strahlen von kleiner Reichweite nachgewiesen zu haben, *Levin* sieht dagegen die weichen Strahlen als δ-Strahlen an.

Lange Zeit war man über das Zerfallsprodukt des Uran X vollständig im Ungewissen. Wohl schien es nach allem erwiesen, dass das Radium ein Abkömmling

des Urans sein müsste. Doch schien eine direkte Umwandlung des UX in Radium nicht wahrscheinlich. Gegenwärtig scheint nun die Brücke zwischen den beiden Elementen durch Auffindung des von *Boltwood* als Ionium bezeichneten Körpers geschlagen zu sein. Lange Zeit suchte man direkt die Bildung des Radiums aus Uran nachzuweisen. Doch war das Resultat ein negatives, obschon bei der Annahme einer direkten Umwandlung von Uran X in Radium eine solche Bildung sich hätte beobachten lassen müssen. Man kam daher auf die Vermutung, dass noch ein sich langsam umwandelndes Zwischenprodukt existieren müsse. Dieses schien zunächst das Actinium zu sein. Denn *Boltwood* und *Rutherford* konnten beide die Entstehung von Radium in Actiniumlösungen konstatieren. Hingegen zeigte sich bald, dass die erzeugte Radiummenge in keinem bestimmten Verhältnis zur Actiniummenge stand. Die Radiumerzeugung wurde auch durch die Abscheidung von Actinium-Zwischenprodukten nicht beeinflusst. Ferner zeigte *Hahn* das Vorhandensein des neuen Körpers in Thoriumsalzen und wies nach, dass diese selbst kein Radium erzeugten. Das Ionium lässt sich jedoch gewinnen, wenn man die Mineralien auf Thorium verarbeitet, weil jenes vollständig den Reaktionen des Thoriums folgt. Die endgültige Trennung geschieht mit $Na_2S_2O_3$.

Das Ionium sendet α-Strahlen von einer Reichweite von 2,8 cm aus. Die Schnelligkeit, mit der das Radium aus ihm entsteht, hat zu einer direkten Bestimmung der Halbierungskonstanten des Radiums geführt. *Boltwood* und *Hahn* finden dafür ca. 2000 Jahre in Übereinstimmung mit dem von *Rutherford* auf indirekte Weise gefundenen Werte von 2600 Jahren. Über die Zerfallskonstante des Ioniums selbst ist noch nichts bekannt, auch ist es noch nicht erwiesen, ob damit alle Zwischenprodukte zwischen dem Uran und Radium festgestellt sind. Einen ausführlichen Bericht über die Entdeckung und Erforschung des Ioniums gibt *Rutherford* im Jahrb. d. Radioakt. (5.*153*.08).

Um die Stellung des Ioniums in der Zerfallsreihe sicher zu stellen, wird noch der Nachweis zu erbringen sein, dass es sich tatsächlich aus Uran bildet. Dass es in die Reihe gehört, dafür spricht allerdings schon die Erzeugung des Radiums aus Ionium. Denn andrerseits steht der genetische Zusammenhang zwischen Radium und Uran ausser Zweifel. Haben doch eingehende Untersuchungen ergeben, dass in Mineralien der Gehalt an Radium stets der Uranmenge proportional ist, und zwar ist mit 1 g Uran stets $3{,}8 \cdot 10^{-7}$ g Radium vergesellschaftet. Im Falle der radiumhaltigen Mineralien von *Issy-l'Evêque*, die ausnahmsweise kein Uran enthalten, finden *Mc-Coy* und *Ross*, dass das Radium nur an der Oberfläche sitzt. Dies entspricht durchaus der Meinung, dass das Radium nicht am Ort selbst entstanden, sondern durch irgend einen physikalischen Vorgang dorthin transportiert worden ist.

Während nun die Abkunft des Radiums erst durch die neuesten Versuche näher beleuchtet worden ist, haben wir über seine Zerfallsprodukte schon längst genauere Kenntnis. Zum Teil beschäftigen sich neuere Arbeiten nur mit der Charakterisierung der einzelnen Elemente. So sind die Wärmeproduktion des Radiums, ferner sein Atomgewicht neu bestimmt worden. Auch die H C der Emanation hat eine Neubestimmung erfahren (3,75 Tage). Ferner wurde die Absorption der Radium-Emanation in verschiedenen Substanzen (namentlich Kohle, die bei Zimmertemperatur schon alle Emanation absorbiert) untersucht. Dann wurde die Abhängigkeit der Aktivierung durch Radium-Emanation vom Gasdruck und vom elektrischen Feld festgestellt. Hier sei nur das von praktischer Wichtigkeit erscheinende Resultat erwähnt, dass man das Maximum der Aktivierung bei Anwendung des Sättigungsstromes erhält. Eine noch der Lösung harrende Frage, die hier nicht näher besprochen sei, betrifft den Ursprung der positiven Ladung des aktiven Beschlages.

Letzterer besteht seinerseits aus einer ganzen Reihe von Körpern. Zunächst kommen drei kurzlebige Produkte, das Radium A, B und C. Diese Anfangsglieder der Radium-Zerfallsreihe sind von *H. W. Schmidt* in einer zusammenfassenden Arbeit eingehend gewürdigt worden.

Hier sei mitgeteilt, dass *v. Lerch* eine elektrochemische Methode zur Trennung von Radium B und C angegeben hat. Er bedient sich der Elektrolyse. Will man Radium C aus einer sog. Induktionslösung abscheiden, so genügt auch schon das Eintauchen eines Kupfer- oder Nickelbleches. Diese Abscheidungsmethoden beruhen in letzter Linie auf der zuerst von *Lucas* erkannten Gesetzmässigkeit, dass die Glieder der Radiumreihe bei fortschreitender Umwandlung immer edler werden. Die radioaktiven Atome wandeln sich daher in immer stabilere Typen um, und zwar geschieht dies etappenmässig. Es wird, wie es das Gesetz der Umwandlungsstufen voraussieht, stets die nächstfolgende stabilere Form eingenommen. *G. C. Schmidt* weist darauf hin, dass in der Gültigkeit dieses Gesetzes für radioaktive Vorgänge eine wichtige Bestätigung der Annahme liege, dass beim Zerfall nie mehr als *ein* α-Partikel ausgesandt wird.

Dabei ist zu beachten, dass, wie beim Radium B, auch Umwandlungen ohne Emission von α-Partikeln stattfinden können. Hier geht gleichsam nur eine Umlagerung in der Atomstruktur event. unter Aussendung von Elektronen vor sich. Die Umwandlung des Radium B, das schon bei gewöhnlicher Temperatur flüchtig ist, findet nach neueren Untersuchungen langsamer statt als die von Radium C. Letzteres besitzt β-Strahlen von zwei verschiedenen Durchdringungsvermögen, das Radium B jedoch, wie oben schon erwähnt, hat β-Strahlen von dreierlei Geschwindigkeit.

Das Radium C nun zerfällt in einen Körper, der sich ausserordentlich langsam umwandelt und der, wie jetzt unzweifelhaft feststeht, mit dem Radioblei identisch ist. Die Untersuchungen von *Rutherford* haben gelehrt, dass dieser

langsam abklingende Beschlag schliesslich in das Polonium übergeht. Der Beschlag besteht erstens aus Radium D, das strahlenlos ist und äusserst langsam zerfällt, ferner aus dem Radium E und dem Radium F, welches eben mit dem Polonium identisch ist. Die Existenz des Radium D ist, da es selbst keine Strahlen aussendet, nur durch die Theorie erwiesen; doch müsste es sich, da es so langlebig ist, wohl in messbaren Mengen gewinnen lassen. Das Radium E ist, wie *S. Meyer* und *v. Schweidler* seinerzeit nachgewiesen haben, komplexer Natur. Es besteht aus Radium E_1, welches keine Strahlen aussendet und in 6,2 Tagen zur Hälfte sinkt und aus Radium E_2, das β-Strahlen und eine H C von 4,8 Tagen hat. Um Indices zu vermeiden, benützt *Rutherford* neuerdings für Radium E_1, E_2 und F die Bezeichnungen Radium E, F und G. Es ist leider unvermeidlich, dass durch eine solche Vertauschung der Benennung lästigen Verwechslungen Vorschub geleistet wird. So hat das Polonium ja ausser diesem Namen in der Literatur bereits die Benennung Radiotellur, ferner ursprünglich Radium E, lange Zeit Radium F gehabt und nun soll es Radium G heissen. Es dürfte daher wohl zeitgemäss sein, wenn man auch der Frage nach einheitlichen Bezeichnungen näher treten wollte, um sich so späteren Schwierigkeiten zu entheben.

Um nun die Radiumreihe zu beschliessen, müssen wir noch nach dem Endprodukt fragen. Das Polonium zerfällt offenbar in einen inaktiven Körper, der sich im Lauf der Jahrtausende in den Mineralien in beträchtlichen Mengen ansammeln konnte. Da nun Blei fast immer mit radioaktiven Mineralien vergesellschaftet ist, ja, für Mineralien derselben Provenienz auch einen konstanten Bruchteil des vorhandenen Urans ausmacht, so hat man dieses als Zerfallsprodukt des Poloniums angesehen. Dazu kommt noch der Umstand, dass das Atomgewicht des Bleis (207) sehr gut mit dem nach der Zerfallstheorie zu erwartenden übereinstimmt. Vom Radium herunter bis zum Polonium

werden nämlich 5 α-Teilchen, also 5 He-Atome ausgesandt. Das Atomgewicht des Radiums (227) wird daher um 20 Einheiten vermindert. Man gelangt dabei ganz genau auf das Atomgewicht des Bleis.

2. *Die Thoriumreihe.*

Nachdem wir damit am Ende der Radiumreihe angelangt sind, wenden wir uns zunächst dem Thorium zu. Hier sind gerade in den letzten Jahren einige interessante Entdeckungen gemacht worden. Die eigentliche Ursache zum genaueren Studium der Thoriumreihe gaben die anfänglich widersprechenden Versuchsergebnisse über die Thoriumaktivität. Es war schon lange bekannt, dass Thoriumpräparate ganz verschiedene Aktivität aufweisen. Ja, *Hofmann, Baskerville* und *Zerban* berichteten seinerzeit geradezu von der Auffindung inaktiven Thoriums, sodass die Ansicht bestärkt wurde, als ob das Thorium selbst inaktiv wäre und die Aktivität der Thoriumsalze nur der Beimengung einer fremden Substanz entspringe. Schliesslich kam man jedoch zum Resultat, dass die Schwankungen in der Thoriumaktivität dem teilweisen oder gänzlichen Fehlen eines noch unbekannten Zwischenproduktes zuzuschreiben seien. Wurde etwa bei der Thoriumgewinnung ein langsam sich umwandelndes Zwischenprodukt ausgeschieden, dann konnten frisch bereitete Präparate relativ inaktiv sein. Die Aktivität dieser Präparate konnte ferner bis zur endlichen Erreichung des radioaktiven Gleichgewichtes alle möglichen Werte annehmen. In der Tat gelang es nun *Hahn*, im Radiothorium ein solches Zwischenprodukt aufzufinden. Kurz darauf berichteten auch *Blanc*, sowie *Elster* und *Geitel* über die Gewinnung eines stark aktiven Präparates aus Thoriummineralien.

Besondere Untersuchungen wurden angestellt, um nachzuweisen, dass das Radiothorium tatsächlich vom Thor abstammt und nicht etwa als radioaktive Beimengung zu in-

aktivem Thor aufzufassen ist. Durch den Nachweis, dass Radiothorium und Thorium in den Mineralien stets in einem konstanten Mengenverhältnis zu einander vorkommen, wurde der genetische Zusammenhang der beiden Substanzen ausser allen Zweifel gesetzt. Seinen Platz hat das Radiothorium im Speziellen zwischen dem Thor und dem Thor X. Wie *Hahn* gezeigt hat, besitzt das Radiothorium nur α-Strahlen. Die Halbierungskonstante ist von *Blanc* bestimmt worden. Sie beträgt 736 Tage.

Unter Berücksichtigung des nun wohlbekannten Radiothors konnte man jetzt die Aktivität verschieden alter Thoriumsalze mit dem theoretisch zu erwartenden Wert vergleichen. Da zeigte es sich, dass die Präparate sich langsamer dem radioaktiven Gleichgewicht näherten, als der Zerfallsperiode des Radiothors entsprach. Auch ergaben die Versuche, dass das Radiothorium durchaus nicht bei der Thoriumgewinnung gänzlich abgeschieden wird. Es musste also noch ein weiterer Zwischenkörper vorhanden sein. Diesen fand denn auch *Hahn* in seinem Mesothorium, das noch zwischen Thor und Radiothor liegt. Bald wurde die Existenz dieses Körpers auch durch die Versuche von *Boltwood* und *Mc. Coy* bestätigt. Letzterer fand zugleich in Übereinstimmung mit *Hahn*, dass das eigentliche Thorium nicht inaktiv sein könne, vielmehr α-Strahlen aussende. Damit war endlich die Frage über die Inaktivität des Thoriums entschieden.

Es sei nun gleich erwähnt, dass man auch mit dem Mesothorium noch nicht am Ende der Entwicklung war. Besteht doch dieses, wie *Hahn* zeigte, wiederum aus zwei Teilen: dem Thorium 1 und Thorium 2. Ersteres ist strahlenlos und besitzt nach den Bestimmungen von *Mc. Coy* die HC 5,5 Jahre. Letzteres sendet β-Strahlen aus und zerfällt in 6,20 Stunden zur Hälfte. *Hahn* und *Boltwood* geben nähere Methoden zur Trennung des Mesothoriums (also des Thorium 1 + 2) an. Danach lässt sich dieses leicht mit dem Thor X abscheiden, während das

Radiothor beim Thor bleibt. Die Trennung vom Thor X geschieht nach *Boltwood* durch Niederreissen mit $BaSO_4$. Die Reindarstellung des aktiven Mesothors, also des Thorium 2 gelang *Hahn* durch Zirconiumchlorür.

Hahn schlägt noch vor, im Anschluss an diese Bezeichnungen dem Radiothorium den Namen Thorium 3 zu geben. Es ist klar, dass wir auch hier wieder im selben, oben schon erörterten Fall sind, dass ein und dieselbe Substanz der Reihe nach zu verschiedenen Namen kommt und dass, wenn dies so weiter geht, ein Literaturstudium schliesslich ausserordentlich erschwert wird.

Wenn wir nun vom Thorium ausgehend, über das Thorium 1, 2, 3 und Thorium X hinwegschreiten, so gelangen wir endlich zur Thorium-Emanation und zum aktiven Beschlag. Letzterer besteht aus dem Thorium A, B und C. Ein elektrolytisches Verfahren zur Abscheidung des ersteren hat u. a. *Angelucci* angegeben. *v. Lerch* hatte schon früher nachgewiesen, dass Thorium B edler ist als Thorium A und sich auf einem in Induktionslösung eingetauchten Nickelblech abscheidet. Die Existenz eines Thorium C, welches ausserordentlich rasch zerfällt, ist durch *Hahn* nach der oben schon erwähnten *Bragg*'schen Methode der Ionisierungskurve nachgewiesen worden. Da diese nämlich zwei verschiedene Sorten α-Strahlen anzeigte und das Thorium A selbst nur langsame β-Strahlen aussendet, also nicht in Betracht kam, so musste noch ein Thorium B und C vorhanden sein.

Letzteres zerfällt nun in das inaktive, bis jetzt noch unbekannte Endprodukt. Da es nach allem scheint, dass die Thoriumprodukte und ebenso die Actiniumprodukte keine Zwischenglieder in der Reihe Uran-Polonium sind, so ist es auch nicht wahrscheinlich, dass das Endprodukt in all diesen Fällen das gleiche sei. Da gerade jetzt die Thoriumreihe genauer bekannt ist und namentlich die Anzahl der α-Strahlenprodukte festgestellt zu sein scheint, so gewinnt die Frage nach dem Endprodukt konkretere Gestalt.

Da das Atomgewicht des Thoriums bekannt ist (232,5), so kann man sich, ähnlich wie in der Radiumreihe, ausrechnen, welches Atomgewicht vermutlich das Endprodukt hat. Wie wir jetzt wissen, sendet ein Thoriumatom im Laufe seiner Umwandlung 6 α-Partikel aus. Ferner kann man annehmen, dass, wie bei der Radiumreihe, jedes α-Partikel ein He-Atom sei. Hat doch *Strutt* nachgewiesen, dass das Helium auch in uranfreien Thormineralien vorkommt, was für die Bildung von Helium aus Thorium spricht. Unter dieser Annahme wäre nun das Atomgewicht des Endproduktes in der Thoriumreihe $232{,}5 - 6 \cdot 4 = 208{,}5$.

Diese Zahl stimmt überraschend genau mit dem Atomgewicht des Wismuts überein. Nun findet sich dies Metall in der Tat in radioaktiven Mineralien, weshalb es seinerzeit nebst dem Blei auch als Endprodukt in Frage kam. In der früheren Annahme, dass nur *ein* Endprodukt vorhanden sei, hat man sich dann für Blei entschieden. Nach dem heutigen Stand unserer Kenntnis, wonach das Thorium eine selbständige Umwandlungsreihe darstellt, gewinnt auch die Ansicht, dass Wismut ein Endprodukt sei, wieder an Boden. Es wäre von Interesse, wenn man diese Frage einer experimentellen Prüfung unterziehen würde. Wenn auch nicht gerade eine direkte Umwandlung sich nachweisen liesse, so könnte man doch eine genauere Bestimmung des Wismutgehaltes in Thoriummineralien vornehmen. Dieser müsste, wie im Fall des Bleis und Urans, ein konstanter sein.

Falls das Wismut tatsächlich die Rolle des Thoriumendproduktes spielte, so liesse sich dann umgekehrt darauf schliessen, dass uns die Anzahl der α-Strahlenprodukte in der Thoriumreihe vollzählig bekannt ist, dass also keine neuen α-Zwischenprodukte mehr gefunden werden können.

3. Die Actiniumreihe.

Betrachten wir nun zum Schluss die Actiniumreihe, so fällt uns zunächst auf, dass diese eine weitgehende

Verwandtschaft mit der Thoriumreihe aufweist. Ganz entsprechend dem Radiothor hat sich auch hier ein Zwischenprodukt zwischen der Muttersubstanz Actinium und dem Actinium X ergeben. Dieser von *Hahn* als Radioactinium bezeichnete Körper sendet α-Strahlen aus, während das eigentliche Actinium strahlenlos zu sein scheint. Die HC des Radioactiniums beträgt 19,5 Tage. Zur Abscheidung desselben gibt *Hahn* 2 Methoden an, welche beide jedoch noch an Präzision zu wünschen übrig lassen. Bei der einen wird das Radioactinium durch $Na_2S_2O_3$ abgetrennt, da es sich mit dem Schwefel zugleich ausscheidet.

Neuere Arbeiten betreffen die Actiniumemanation, ein Gas, das wegen seines äusserst raschen Zerfalls nicht so leicht zu untersuchen ist, als die beiden andern uns bekannten Emanationen. *Henriot* findet, dass kondensierte Actiniumemanation sich über -143^0 wieder verflüchtigt. Nach *Kinoshita* beginnt sie sich schon bei -120^0 zu verflüssigen, die vollständige Kondensation erfolgt aber erst bei -150^0, nur $2-3^0$ tiefer als die der Thoriumemanation. Auch das Molekulargewicht der Actiniumemanation ist neuerdings von *Debierne* durch Messung des Diffusionskoeffizienten bestimmt worden. Danach ist das Molekulargewicht 70, somit noch kleiner als das der beiden andern Emanationen.

Ich möchte darauf hinweisen, dass in diesen Resultaten, wonach das Molekulargewicht aller drei Emanationen um 100 herumliegt, ein Widerspruch mit den Resultaten der Umwandlungsreihen liegt. Nach letzteren müssten die Emanationen ja Atome von über 200 sein. Nun ist zu beachten, dass man es bei diesen Diffusionsversuchen mit ausserordentlich geringen Substanzmengen zu tun hatte, wo es noch fraglich erscheinen musste, ob dieselben Gesetze wie für grössere Konzentrationen gelten. Jedenfalls harren diese Unstimmigkeiten noch der Aufklärung.

Der aktive Beschlag, der sich aus der Emanation bildet, besteht aus Actinium A und B. Letzteres zerfällt

in das inaktive Endprodukt. *Meyer* und *Schweidler* haben allerdings eine Restaktivität gefunden, sodass möglicherweise noch ein langsam abklingender aktiver Beschlag wie beim Radium vorhanden ist.

Wie in der Thoriumreihe verflüchtigt sich A leichter als B. Das Actinium A, das nach *Hess* die HC 36,07 Minuten besitzt, weist, wie das Thorium A, keine α-Strahlen auf. Ein Gegensatz zur Thoriumreihe liegt hauptsächlich nur in der Anzahl der Glieder. So hat man bis jetzt kein Actinium C, ferner auch kein Mesoactinium nachweisen können. Auf eine Analogie, welche die tiefgehende Verwandtschaft der beiden Reihen offenbart, hat *Hahn* hingewiesen. Ordnet man nämlich die Glieder der beiden Reihen nach der Reichweite ihrer α-Partikel, so bekommt man dieselbe Reihenfolge. Es folgen dann nämlich Thorium, Radiothor, Thorium X, Emanation, Thorium B und C und analog Radioactinium, Actinium X, Emanation und Actinium B. Da sich somit die Geschwindigkeit der ausgesandten α-Partikel in beiden Reihen in derselben Weise ändert, so scheint auch der Mechanismus der Umwandlung in beiden Fällen ein analoger zu sein.

Wie *Rutherford* zuerst betont hat, besteht ja ein offenbarer Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit der α-Teilchen und der Umwandlungsperiode. Je kürzer dieselbe ist, um so raschere α-Partikel werden ausgesandt. Ausnahmen machen nur Radium C, Thorium X und Actinium X. Allein dieser Umstand spricht noch nicht gegen die allgemeine Gültigkeit dieser Regel. Es wäre ja denkbar, dass letztere Körper etwa aus je 2 bestehen, wovon dann der eine die entsprechend kürzere Zerfallsperiode besitzt. Das Ergebnis, dass ein bisher als einheitlich betrachteter Körper komplex ist, hat sich ja zu wiederholten Malen gezeigt.

Nun noch die Stellung des Actiniums zu den übrigen Reihen. Einen Moment schien es, dass es sich als Erzeuger des Radiums in die Uranreihe einfügen liess. Doch nicht

lange, so musste es wieder ausgeschieden werden. Dass es so wenig, wie das Thorium in die Reihe Uran-Polonium gehört, liess schon der Umstand vermuten, dass das Actinium mehr α-Strahlenprodukte aufweist, als man in der Radiumreihe noch gebrauchen konnte. Die grosse Schwierigkeit besteht nun darin, dass das Actinium trotzdem eine offenkundige Verwandtschaft zum Radium besitzt. Die Actiniummenge in Mineralien steht nämlich so gut, wie die Radiummenge in einem konstanten Verhältnis zum jeweils vorhandenen Uran. *Boltwood* hat den Anteil, welchen die einzelnen Radioelemente an der Aktivität der Mineralien nehmen, bestimmt und findet folgende Zahlen:

Uran	1,00
Ionium	0,34
Radium mit Zerfallsprodukten	3,02
Actinium	0,28

Da nun das Actinium, wie das Radium einen konstanten Bruchteil der Gesamtaktivität ausmachen, so scheinen beide in gleicher Weise vom Uran abzustammen. *Rutherford* vermutet, dass die Actiniumreihe vielleicht eine Zweiglinie zur Radiumlinie sei, indem ein Zwischenprodukt der letzteren in zwei verschiedene Radioelemente zerfalle. Ein gewisser Bruchteil zerfalle in das eine, der Radiumlinie angehörige Element, ein anderer in das Actinium.

Es ist klar, dass durch eine solche Auffassung ein ganz neues Moment in die Umwandlungstheorie hineingetragen wird. Wenn aus uns noch unbekannten Gründen ein und dasselbe chemische Atom in zwei verschiedene Typen zerfallen kann, dann taucht auch unwillkürlich die Vermutung auf, dass durch irgendwelche Umstände der Atomzerfall beeinflusst werden könne.

III. Die Abhängigkeit der Radioaktivität von den äussern Umständen.

Nun ist aber das Gesetz von der Konstanz der Aktivität ursprünglich als Grundpfeiler der Theorie hingestellt worden, und hat es sich auch in den verschiedensten Fällen behauptet. Doch, wie schon oft, hat man auch hier die Erfahrung machen müssen, dass das, was wir zunächst als Konstanten angesehen haben, bei genauerem Zusehen doch veränderliche Grössen sind. Die Frage, ob die Radioaktivität von irgend welchen äusseren Umständen abhängig ist, wurde von Anfang an als von eminenter Wichtigkeit erkannt. Die früheren Versuche schienen für die völlige Konstanz der Aktivität zu sprechen. Und wenn einmal irgendwelche Veränderungen bemerkt wurden, so liessen sich dieselben auf physikalische Umstände zurückführen. So fanden *Schuster*, ferner *Eve* und *Adams*, dass die γ-Strahlung des Radiums, selbst wenn dasselbe unter einem Druck von 2000 Atmosphären stand, nicht geändert wurde. *Guye*, *Kernbaum* und *Schidlof* haben neuerdings den Einfluss der Röntgenstrahlen auf radioaktive Körper studiert und finden keine merkliche Beeinflussung des Atomzerfalls. Auch die Idee, dass durch Röntgenstrahlen etwa gewöhnliche Atome gleichsam aufgebrochen werden und sich so ein künstlicher Zerfall herbeiführen lasse, hat sich nicht bestätigt. Die Röntgenstrahlen erzeugen nämlich dieselbe Wärmemenge, ob sie etwa in Blei oder Zink absorbiert werden. Würde etwa in dem einen Metall ein Atomzerfall ausgelöst, so würde innere Atomenergie frei, was sich durch eine grössere Erwärmung anzeigen müsste.

Erwähnt seien ferner einige scheinbare Unregelmässigkeiten, welche Uranverbindungen unter Umständen zeigen. Die Aktivitätsänderungen erklären sich jedoch durch die Aufnahme von Wasser aus der Luft, ferner durch eine teilweise Trennung des Uran X infolge von Diffusion. Seinerzeit schien es ferner, als ob das

Uranmolybdat eine abnorme Aktivität besässe. *Szilard* zeigte jedoch, dass sich das reine Salz durchaus normal verhält.

Eine zunächst auffällige Erscheinung bei der Aktivierung durch Radiumemanation beobachteten *Sarasin* und *Tommasina*. Wurde der zu aktivierende Körper mit einem Dielektricum überzogen, dann liessen sich je nach den elektrischen Bedingungen ganz verschiedene Abklingungskurven erhalten. Nach *Danne* ist dies keine reale Beeinflussung der Aktivitätsabnahme, sie erklärt sich vielmehr ungezwungen durch die Ionenanlagerung am Dielektricum und die damit zusammenhängenden Vorgänge.

Interessante Versuche sind über den Einfluss der Temperatur auf den radioaktiven Vorgang gemacht worden. Die Abklingung des aktiven Beschlages von Radium bei höheren Temperaturen wurde von verschiedenen Beobachtern bestimmt. Die älteren Versuche von *Curie* und *Danne*, welche einen starken Unterschied gegen Zimmertemperatur fanden, liessen sich jedoch auf die Verflüchtigung des Radium B zurückführen. *Bronson* zeigte, dass bei eingeschlossenem Radiumpräparat keine merkliche Änderung nach Erhitzen auf 1500° statt hat. Auch *H. W. Schmidt* findet innerhalb der Grenzen der Messgenauigkeit keinen Einfluss der Temperatur. Jedenfalls zeigten die Versuche, dass ein solcher Effekt nicht gross sein konnte. Sichere Anzeichen dafür, dass er aber doch existiert, fanden zuerst *Makower* und *Russ*. Diese fanden nämlich die Aktivität der Radiumemanation während der Erhitzung etwas geringer, während die Anklingungskurve dieselbe blieb. Zu bemerken ist, dass bei diesen Versuchen vornehmlich nur die Strahlen des Radium C, welche allein durchdringend genug waren, um aus dem Röhrchen herauszugelangen, zur Messung kamen. Die einfachste Deutung der Versuche war nun die, dass das Radium C in der Hitze rascher zerfällt, während die vorhergehenden Produkte keine nennenswerte Änderung erfahren. In diesem

Fall musste dann die Abklingungskurve ungeändert erscheinen, während die dem radioaktiven Gleichgewicht entsprechende Radium C-Menge kleiner war. Nach dem Abkühlen wird der frühere Wert wieder erreicht. Zu ähnlichen Ergebnissen ist *Engler* auf Grund seiner umfassenden Versuche über die Radiumemanation und den aktiven Beschlag derselben gekommen. *Engler* findet für die Radiumemanation während der Erhitzung eine Aktivitätszunahme und für den aktiven Beschlag (Radium B + C), eine Abnahme der Aktivität. Der Temperatureinfluss macht sich nur während der Erhitzung geltend.

Es scheint demnach die HC einer Substanz in Wahrheit keine Konstante zu sein. Die radioaktive Umwandlung besitzt einen, wenn auch sehr kleinen Temperaturkoeffizienten. Wenn nun eine Abhängigkeit von der Temperatur besteht, so wird man mit Recht auch annehmen dürfen, dass andere Kräfte ebenfalls einen Einfluss haben können. Gleichwohl darf man kaum erwarten, den radioaktiven Vorgang etwa beliebig beeinflussen zu können. Denn es steht ausser allem Zweifel, dass selbst die stärksten Kräfte nur einen untergeordneten Einfluss auf den Atomzerfall haben. Dies entspricht nach wie vor den Anschauungen, welche der *Rutherford*'schen Theorie der radioaktiven Umwandlungen zu Grunde liegen.

Eine Entdeckung von grösster Tragweite publizierten neuerdings *Ramsay* und *Cameron*, wonach auch die Art der radioaktiven Umwandlung von den Umständen abhängen soll. Bisher war bekannt, dass das Radium und auch das Actinium Helium bilden, und schien es bisher als feststehend, dass ganz unabhängig von allen äusseren Umständen diese Heliumbildung stattfinde. Nun haben aber *Ramsay* und *Cameron* gefunden, dass diese Verwandlung nur in Gegenwart von Gasen (Luft, H_2) eintritt. Ist die Emanation aber mit Wasser in Berührung, so liefert sie Neon, im Kontakt mit Kupfersulfatlösung hinwiederum Argon. Auch das Kupfer soll durch die Gegenwart der

Emanation aufgespalten werden und in Li zerfallen. Nach Mc. *Coy* und *Gleditsch* kommt zwar tatsächlich Li in Gemeinschaft mit Kupfer in radioaktiven Mineralien vor, doch in ganz unregelmässigen Quantitäten.

Die Resultate *Ramsays* stehen offenbar in einem schroffen Gegensatz zu den bestehenden Anschauungen. Auch die Erklärung, die für die verschiedenen Umwandlungsarten gegeben wird, steht namentlich im Gegensatz zu unsern heutigen Anschauungen über die α-Partikel. Nach *Ramsay* sind dies keine Heliumatome. Vielmehr wird die Emanation selbst durch den Anprall der von ihr ausgesandten α-Partikel in Helium zerlegt. In Gegenwart von Wasser wird sie in Neon, bei Kupfersulfatlösung in Argon gespalten.

Es wäre von grösstem Interesse, wenn man eine solche Veränderlichkeit des Umwandlungsprodukts auch in anderen Fällen feststellen könnte. In dieser Hinsicht sei etwa noch darauf hingewiesen, dass die beiderseitige Verwandtschaft des Radiums und Actiniums zum Uran für eine solche Mehrdeutigkeit der radioaktiven Umwandlung spricht. Doch lässt sich nichts Bestimmteres aussagen, solange nicht weitere Untersuchungen über diesen Gegenstand vorliegen.

IV. Die Verbreitung der Radioaktivität.

Damit kommen wir zum letzten Kapitel, welches die Verbreitung der Radioaktivität betrifft. Über die Verbreitung der radioaktiven Stoffe, sowie der Radioaktivität im allgemeinen, hat man Aufschluss bekommen aus der Untersuchung der Materialien der Erdrinde und aus der Erforschung der elektrischen Leitfähigkeit unserer Atmosphäre.

Von besonderem Interesse war es, die Verbreitung des Radiums kennen zu lernen. Dies allerdings weniger

aus praktischen Gründen. Denn nach unserer gegenwärtigen Kenntnis kann ja der Radiumgehalt einen gewissen Betrag nicht überschreiten. Es waren jedoch verschiedene andere Fragen von Wichtigkeit, so vor allem die, inwiefern das Radium am Wärmehaushalt der Erde beteiligt sein könne. An verschiedenen Orten der Erde ist daher der Radiumgehalt bestimmt worden. So neuerdings von *Eve* und *Intosh* für die Felsgesteine in Canada, welche in 1 g Substanz 10^{-12} g Radium enthalten. Nun hat *Rutherford* andererseits berechnet, dass die Erdwärme konstant gehalten würde, sofern nur $4{,}6 \cdot 10^{-14}$ g Radium sich in 1 g Erde befinden. Die wirklich vorhandene Menge ist demnach etwa 15mal grösser. Dies legte den Schluss nahe, dass das Radium nicht überall in gleicher Verteilung vorhanden sein könne, sondern wahrscheinlich nur in der Erdkruste vorkomme.

Nun sind bei dieser Überlegung die übrigen radioaktiven Substanzen noch gar nicht berücksichtigt. Wie neuere Untersuchungen gezeigt haben, spielen dieselben in der Tat auch keine nebensächliche Rolle. Enthält doch nach *Blanc* 1 g Ackererde in der Nähe von Rom nicht weniger als 0,0000145 g Thorium, eine Menge, welche eine etwa 20mal grössere Wärme produziert, als das gleichzeitig vorhandene Radium. Falls sich daher das Thorium überall in annähernd gleichen Mengen, wie bei Rom vorfinden würde, so könnte die Dicke der Erdkruste, in der sich die radioaktiven Stoffe befinden, nur äusserst gering sein. Man ist daher von dieser Erklärungsweise abgekommen und hat die Vermutung ausgesprochen, dass die radioaktiven Substanzen wohl überall in der Erde vorkommen, aber im Innern infolge des ungeheuren Drucks eine langsamere Umwandlung erleiden. Ja, es liesse sich sogar denken, dass in einer gewissen Tiefe die Vorgänge ganz unterdrückt werden, ja sogar in umgekehrter Richtung stattfinden, wobei natürlich ein Wärmeverbrauch eintreten würde. Diese Erklärungsweise entbehrt nach dem, was

wir über die Beeinflussbarkeit des radioaktiven Vorgangs gesagt haben, durchaus nicht der Berechtigung. Doch harrt sie natürlich noch der direkten Prüfung.

Eine Reihe von Arbeiten sind ferner zu nennen, welche sich mit der Radioaktivität der atmosphärischen Luft befassen. Da das Radium und das Thorium eine Emanation besitzen, so ist das Vorhandensein von Radium- bezw. Thorium-Abkömmlingen in der Atmosphäre zu erwarten. Nach *Eve* befindet sich in 1 m^3 Luft so viel Radiumemanation, als $8 \cdot 10^{-11}$ g Radium entsprechen würde. Die Menge Thoriumemanation ist, obschon das Thorium in grösserer Menge vorkommt, geringer. Denn die Thoriumemanation zerfällt so rasch, dass keine merklichen Mengen aus der Erde in die freie Luft diffundieren können.

Nach *Dadourian* ist in *New Haven* das Verhältnis

$$\frac{\text{Radiumemanation}}{\text{Thoriumemanation}} = 30 \text{ bis } 50{,}000,$$

nach *Blanc* in *Rom* = 20 bis 30,000.

Bei dem geringen Gehalt an Thoriumemanation ist auch zu verstehen, dass der Barometerstand einen viel geringeren Einfluss auf die Luftradioaktivität hat, soweit sie von Thoriumprodukten herrührt.

Man würde nun zum vorneherein erwarten, dass überhaupt die Thoriumprodukte an der Luftaktivität einen geringen Anteil nehmen. Dies ist nach *Blanc* nicht der Fall, danach ist letztere zu einem grossen Teil sogar durch die Thoriumzerfallsprodukte bestimmt. Denn, wenn die Thoriumemanation auch nicht in die Atmosphäre gelangt, so setzen sich doch ihre Umwandlungsprodukte an Staubteilchen fest, welche nun die Luft radioaktiv machen. Auch die induzierte Aktivität, die wir an der Oberfläche aller Körper finden, besteht zum grössten Teil aus dem aktiven Beschlag des Thoriums. Ferner stammt die Strahlung der Erdrinde, die ja einen grossen Anteil an der Luftionisierung nimmt, zum grössten Teil von den Thoriumprodukten

und rührt im speziellen wahrscheinlich von der Umwandlung des Thorium B in Thorium C her.

Diese Erdstrahlung, sowie die Radioaktivität der Luft sind natürlich von grossem Einfluss bei radioaktiven Messungen. Sie können namentlich bei sehr schwachen Effekten derart mitspielen, dass die Deutung der Messresultate schwierig, ja oft fast unmöglich wird. So kommt es, dass die Frage, inwiefern auch gewöhnliche Substanzen radioaktiv sind, noch nicht definitiv entschieden ist.

Seinerzeit schien es, dass das gewöhnliche Blei eine eigene Aktivität besitze, indem dasselbe eine über allem Zweifel stehende Ionisierung hervorruft. Der Umstand jedoch, dass die Aktivität des Bleis je nach seiner Provenienz eine verschiedene ist, musste aber den Gedanken nahe legen, dass das Blei selbst inaktiv sei und seine Aktivität einer winzigen Beimengung einer andern radioaktiven Substanz verdanke. *Elster* und *Geitel* gelang es in der Tat, die Aktivität aus dem Blei abzuscheiden. In der Folge konnten sie dann feststellen, dass der radioaktive Körper nichts anderes als Polonium war. Die Substanz sandte nämlich α-Strahlen aus, deren Reichweite mit der des Poloniums übereinstimmte. Damit war erwiesen, dass das Blei keine grössere natürliche Aktivität aufweist, als die übrigen Substanzen.

Eine merkwürdige Ausnahme scheinen Kaliumsalze zu machen. Diese senden Strahlen aus, die durch undurchsichtige Körper hindurchdringen. Ihre photographische Wirkung beträgt etwa $\frac{1}{1000}$ von der des Urans. Die Kaliumstrahlen erweisen sich als β-Strahlen, deren Durchdringungsvermögen etwas geringer als das der Uranstrahlen ist. Während *Campbell* und *A. Wood* glauben, dass diese Aktivität dem Kalium selbst zukomme, schreibt *Mc. Lennan* den Effekt einer radioaktiven Beimengung zu. Wenn man alle äusseren Einflüsse auf das sorgfältigste ausschliesst, so erweisen sich nach *Mc. Lennan* wahrscheinlich alle Materialien als inaktiv. Nun ist die Frage, ob die Radio-

aktivität nur einigen privilegierten Elementen zukomme, oder eine allgemeine Eigenschaft sei, von prinzipieller Wichtigkeit. Das Thema ist daher von den verschiedensten Seiten bearbeitet worden. Da es sehr wohl möglich ist, dass ein radioaktiver Zerfall gewöhnlicher Elemente ohne merkliche Strahlung stattfindet, so suchte man eine solche Umwandlung auf andere Weise darzutun. *Thwing*, *Serviss* und *Greinacher* haben versucht, eine Wärmeentwicklung gewöhnlicher Materialien nachzuweisen. Diese ist, wenn überhaupt vorhanden, ausserordentlich gering, sodass also von keiner Seite ein Zerfall gewöhnlicher Elemente als experimentell erwiesen gelten kann.

Die Menge Arbeiten, welche sich mit der Aktivität der gewöhnlichen Materie beschäftigen, beweist aber immerhin, wie verbreitet und eingewurzelt die Idee ist, dass die Radioaktivität eine allgemeine Eigenschaft der Materie sei. Dafür spricht schon die Analogie mit andern Eigenschaften der Materie, welche derselben auch allgemein aber in äusserst verschiedenem Grade zukommen, so etwa die elektrische Leitfähigkeit und der Magnetismus. Dann sind auch eine Reihe von Tatsachen zu nennen, unter denen ich besonders das Zusammenvorkommen vieler Elemente erwähnen möchte. Dazu kommt jetzt noch die Erkenntnis, dass die Radioaktivität keineswegs von äusseren Umständen unabhängig ist. Es wäre daher denkbar, dass die uns jetzt inaktiv erscheinende Materie dies nur unter den gegenwärtigen Umständen ist, dass sie aber zu anderen Zeiten einmal eine innere Wandlung durchgemacht hat und dass, wenn der Zeitpunkt gekommen ist, sie sich auch wieder weiter verwandeln wird.

Andererseits sind allerdings die Kräfte, die uns zu Gebote stehen, zu gering, um einen nennenswerten Einfluss auf den radioaktiven Vorgang auszuüben. Insofern können wir auch fernerhin praktisch von einer Konstanz der Aktivität sprechen. Es ist jedoch von prinzipieller Wichtigkeit, dass

man überhaupt eine Beeinflussbarkeit des radioaktiven Vorganges erkannt hat.

Es sei hier nicht auf die mannigfachen Ausblicke eingegangen, welche die neueren Ergebnisse auf dem Gebiete der Radioaktivität bieten. So viel ist gewiss, dass uns das Studium der Radioaktivität bereits wichtigen Aufschluss über Fragen von fundamentaler Bedeutung gegeben hat. Vor allem verdanken wir ihm eine wesentliche Erweiterung und Vertiefung unserer Anschauungen über die Struktur und die Entwicklung der Materie.

Un puissant auxiliaire de la science et de l'industrie; l'arc voltaïque; son mécanisme et ses applications.

Par

Ch.-Eug. Guye,

Professeur de Physique à l'Université de Genève.

Lorsqu'en 1783 la cour de Louis XVI assistait aux immortelles expériences des frères Montgolfier, au milieu de l'enthousiasme général, un gentilhomme demandait sceptiquement à Benjamin Franklin — „A quoi servent les ballons?“ — A quoi sert un enfant qui vient de naître se contenta, comme on sait, de répondre son illustre interlocuteur.

La belle réponse de Franklin trouverait bien souvent place dans l'histoire des découvertes scientifiques. Effectivement l'enfant peut devenir un homme et même un personnage parfois considérable dans le monde de la science et de l'industrie. Ce fut le cas de l'arc voltaïque.

En 1800 Sir Humphrey Davy venait d'entrer en possession d'une pile de deux mille éléments Bunsen, qui lui avait été offerte par souscription. Ayant relié les deux pôles de cette pile à deux baguettes de charbon, il vit apparaître après les avoir mises au contact et les avoir écartées doucement, une modeste petite flamme, à laquelle le courant d'air chaud donnait la forme d'un arc et qu'il appela *arc voltaïque.*

Depuis sa découverte, l'arc voltaïque est devenu non seulement le foyer de lumière le plus puissant, mais l'électro-

chimie et l'électrométallurgie le comptent au nombre de leurs auxiliaires les plus précieux. C'est en même temps un des moyens les plus puissants mis à la disposition des chercheurs pour la production des très hautes températures.

Depuis quelque dix ans, c'est même une révolution économique et presque sociale qu'on attend de lui. Le problème de la fixation de l'azote atmosphérique, c'est-à-dire la fabrication en grande quantité et à bon marché des azotates et par conséquent de toute une catégorie d'engrais chimiques, est abordée par la combustion directe de l'azote et de l'oxygène de l'air au sein de l'arc voltaïque.

Indépendamment de ces grandioses applications qui absorbent l'énergie des forces naturelles par centaines de mille chevaux, l'arc voltaïque a donné lieu à toute une série d'emplois moins importants dont nous aurons l'occassion de dire quelques mots. Il a permis surtout d'aborder avec succès et dans des conditions de réussite qui dépassent de beaucoup tous les essais antérieurs l'important problème de la téléphonie sans fil.

La science et l'industrie ne peuvent avoir de serviteur plus souple et plus dévoué.

I. Description du phénomène de l'arc.

Rappelons d'abord brièvement les faits observés et, pour plus de clarté, choisissons l'arc entre électrodes de charbon ; le plus connu, le mieux étudié, précisément à cause de l'importance de ses applications.

Si l'on projette sur un écran, au moyen d'une lentille, l'image des charbons d'une lampe à arc à courant continu, on reconnaît d'abord que l'arc lui-même a beaucoup moins d'éclat que l'extrémité des charbons portée à l'incandescence.

Le charbon positif est d'ailleurs plus lumineux que le charbon négatif, ce qui est l'indice d'une plus haute température; de plus, il se creuse en forme de cratère tandis que le charbon négatif se taille de lui-même en forme de pointe.

La température du charbon positif a été évaluée par Mr. Violle à 3500°, celle du charbon négatif à 2700°, quant à celle de l'arc, elle serait généralement supérieure à celle des charbons. Le faible pouvoir éclairant de l'arc ne serait dû qu'à sa nature gazeuse et au faible pouvoir émissif des gaz chauds lorsque n'interviennent pas ces phénomènes de luminescence si caractéristiques par exemple dans les tubes de Geissler.

Il importe également de remarquer que la surface lumineuse du cratère positif est d'autant plus étendue que l'intensité du courant est plus considérable, mais l'éclat intrinsèque de cette surface, c'est-à-dire la quantité de lumière émise par millimètre carré, reste à peu de chose près la même quelque soit l'intensité du courant.

Il semble donc que la température du cratère positif soit indépendante de l'intensité du courant et que cette température soit limitée par un phénomène physique. Pour beaucoup de physiciens, cette température serait celle de l'ébullition du carbone.

Rappelons enfin que le charbon positif s'use beaucoup plus rapidement que le charbon négatif et que l'on constate nettement un transport de matière du charbon + au charbon − (Blondel).

Tels sont dans leur ensemble les phénomènes observés dans l'air à la pression atmosphérique. Si l'on opère dans le vide, à part l'action de l'oxygène qui produit la combustion des charbons et le sifflement de l'arc, les phénomènes restent les mêmes dans leurs traits principaux.

II. Théorie de l'arc.

Bien que l'arc voltaïque soit connu depuis plus d'un siècle et qu'on l'utilise dans des applications qui absorbent des centaines de mille chevaux, le mécanisme intime de son fonctionnement reste encore mystérieux sur bien des points. L'arc en effet est un cas particulier du phénomène

général de la décharge électrique à travers les gaz, phénomène particulièrement complexe et délicat à étudier.

Fleeming pensait que l'arc était produit par des particules de carbone arrachées au charbon négatif; que ces particules chargées négativement servaient ainsi de véhicule à l'électricité et que le courant qui traversait l'arc était un véritable courant de convection.

Ces particules de charbon électrisées en venant frapper le charbon positif l'échauffaient et le creusaient en forme de cratère, comme l'aurait fait un jet de sable. Cette explication très simple et qui conserve une part de vérité n'est plus suffisante à l'heure actuelle.

Les physiciens du jour se sont donné pour tâche de faire rentrer le phénomène de l'arc, dans les lois générales de la décharge électrique à travers les gaz. Ils invoquent donc pour l'expliquer ces phénomènes de dissociation de la matière, de *dissociation atomique* avec lesquels la radioactivité et les rayons cathodiques nous ont particulièrement familiarisés, et qui prennent une importance toujours plus grande dans l'explication des phénomènes physiques.

Deux savants très autorisés, MM. J. J. Thomson et J. Stark, ont réussi presque simultanément à établir une théorie du fonctionnement de l'arc, satisfaisante dans ses grandes lignes et tout à fait conforme aux idées actuelles sur le mécanisme de la conductibilité des gaz pour l'électricité. Nous nous permettons de la résumer brièvement. Mais rappelons d'abord un point fondamental: l'arc ne peut jaillir ou subsister *que si l'électrode négative ou cathode est portée à l'incandescence,* que cette incandescence soit produite par le courant lui-même ou par une action extérieure quelconque (passage d'une étincelle électrique, chauffage artificiel, etc.).

Or les recherches récentes sur la conductibilité des gaz ont montré que tout corps porté à l'incandescence émet en quantité d'autant plus grande que sa température est plus élevée, des électrons négatifs ou corpuscules.

Ce sont donc ces électrons négatifs, cette poussière d'atome, qui serait projetée avec une grande vitesse par la cathode et viendrait choquer les molécules de gaz ou de vapeur qui se tiennent dans son voisinage.

Dans le cas ou l'anode est suffisamment rapprochée, il est même possible d'admettre que les électrons frappent directement l'anode.

De ces chocs résulte une nouvelle dissociation atomique à laquelle on a donné le nom de *ionisation*. En d'autres mots un certain nombre de molécules ou d'atomes de l'atmosphère gazeuse qui baigne les électrodes, sont brisés par ces chocs; chacune des parties résultant de cette dissociation devient alors un centre électrisé, l'une constituant le *ion électro positif* (chargé positivement), l'autre le *ion électro négatif* (chargé négativement et d'une charge égale).

Comme ces ions se trouvent dans un champ électrique, ils vont se mouvoir en sens inverse, les uns vers la cathode, les autres vers l'anode, choquant et ionisant à leur tour d'autres molécules ou atomes sur leur passage.

Le résultat final de ce processus est un véritable bombardement de la cathode par les ions positifs et de l'anode par les ions et les électrons négatifs; c'est ce bombardement qui éleverait la température et maintiendrait en particulier l'incandescence de la cathode, nécessaire à l'émission toujours renouvelée de nouveaux électrons; c'est lui qui assurerait ainsi la persistance de l'arc.

Telle est dans ses grandes lignes, débarassée de tous calculs, de toute discussion des arguments et des objections qu'elle peut soulever, la théorie moderne de l'arc voltaïque.

Si les conséquences de cette théorie ne peuvent être vérifiées complètement à l'heure actuelle d'une façon quantitative, elle est cependant satisfaisante qualitativement. Elle est basée avant tout sur la ionisation du milieu et il en résulte cette conséquence importante, conforme d'ailleurs à

l'expérience, que *toute cause tendant à ioniser le milieu, facilitera le passage de l'arc, toute cause qui gênera cette ionisation tendra à l'éteindre.* Nous reviendrons sur cette question lorsque nous parlerons de la stabilité de l'arc.

III. Fonctionnement de l'arc.

Si le mécanisme de l'arc est encore obscur sur bien des points, comme nous l'avons dit déjà, fort heureusement pour l'industrie, on peut utiliser l'arc sans connaître ce mécanisme ; il suffit de savoir quelles sont les règles à suivre pour l'utiliser : la puissance qu'il consomme, le courant qu'il absorbe, la tension électrique qu'il exige, la chaleur qu'il dégage etc. et ces conditions connues par l'expérience permettront aux ingénieurs et aux techniciens de faire de l'arc voltaïque ce puissant auxiliaire dont nous nous sommes donné la tâche de faire ressortir les nombreux services.

C'est à Mme Ayrton qu'on doit d'avoir établi une relation fondamentale entre la tension électrique, l'intensité du courant et la longueur de l'arc entre charbons. Que l'on désigne par (e) la tension électrique, telle qu'elle serait mesurée par un voltmètre qui réunirait les deux charbons, par (l) la longueur de l'arc, c'est-à-dire l'écart des deux charbons et par (i) l'intensité du courant qui traverse, la relation expérimentale établie par Mme Ayrton est :

$$e = A + Bl + \frac{C + Dl}{i}$$

dans laquelle A B C D sont quatre constantes qui dépendent principalement de la nature des charbons employés et de l'atmosphère dans laquelle jaillit l'arc.

Nous voulons ici laisser de côté les développements et les conséquences fort instructives d'ailleurs pour le spécialiste, que l'on peut tirer de la discussion algébrique de cette formule. Nous nous contenterons de représenter la loi de Mme Ayrton graphiquement (fig. 1), en prenant comme

ordonnée la tension (e) aux charbons et comme abscisse l'intensité du courant (i) et cela pour diverses longueurs d'arc.

Nous obtenons ainsi un ensemble de courbes qui sont des hyperboles et représentent en un seul graphique toutes les conditions de fonctionnement de l'arc entre charbons.

Si nous faisons abstraction de la partie droite de la figure relative à l'arc sifflant (phénomène observé avec les

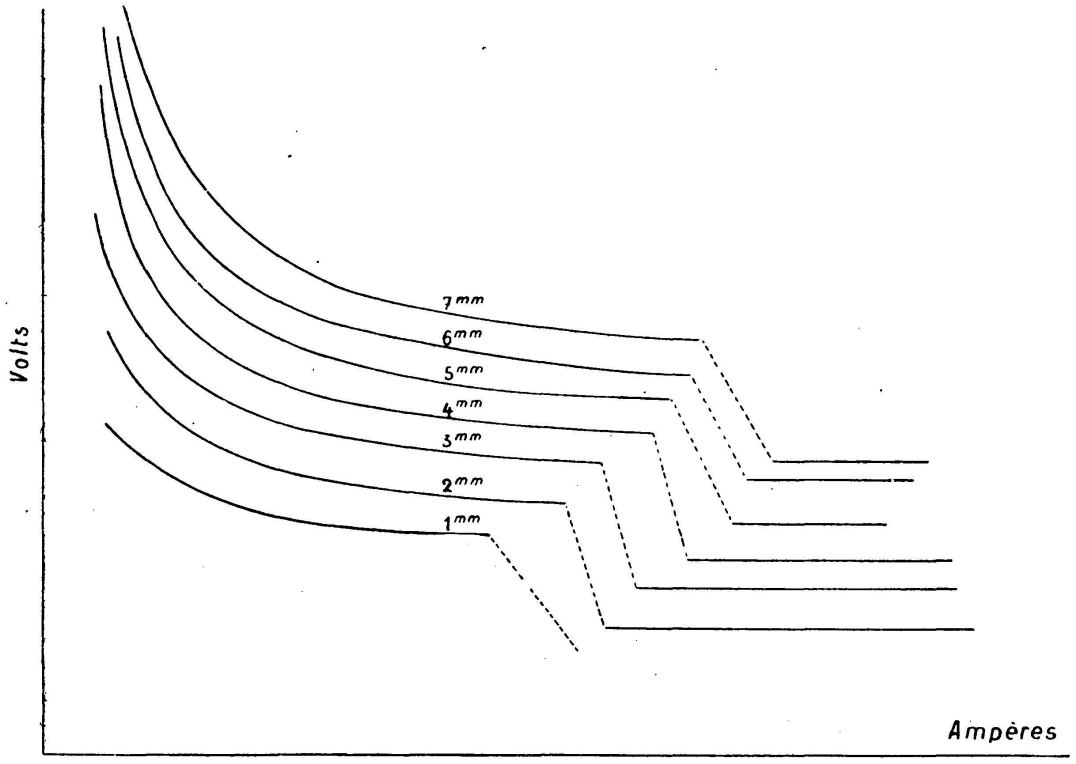


Fig. 1.

arcs courts et intenses dans une atmosphère oxygènée), nous tirerons de ce graphique quelques conclusions importantes.

1° *Les arcs courts et intenses nécessitent pour leur fonctionnement une tension relativement faible. Au contraire les arcs longs et de faible intensité ne peuvent exister qu'à la condition d'employer des tensions très élevées.*

2° *Quel que soit le rapprochement des charbons et l'intensité du courant, il faut pour que l'arc puisse jaillir*

disposer d'une certaine tension minimum (représentée par le terme A de la formule).

Ce voltage limite à partir duquel l'arc devient possible a longtemps intrigué les physiciens. On avait invoqué pour l'expliquer l'existence d'une force contre-électromotrice de l'arc ; à l'heure actuelle il a trouvé une explication satisfaisante dans les nouvelles théories dont nous avons exposé le principe.

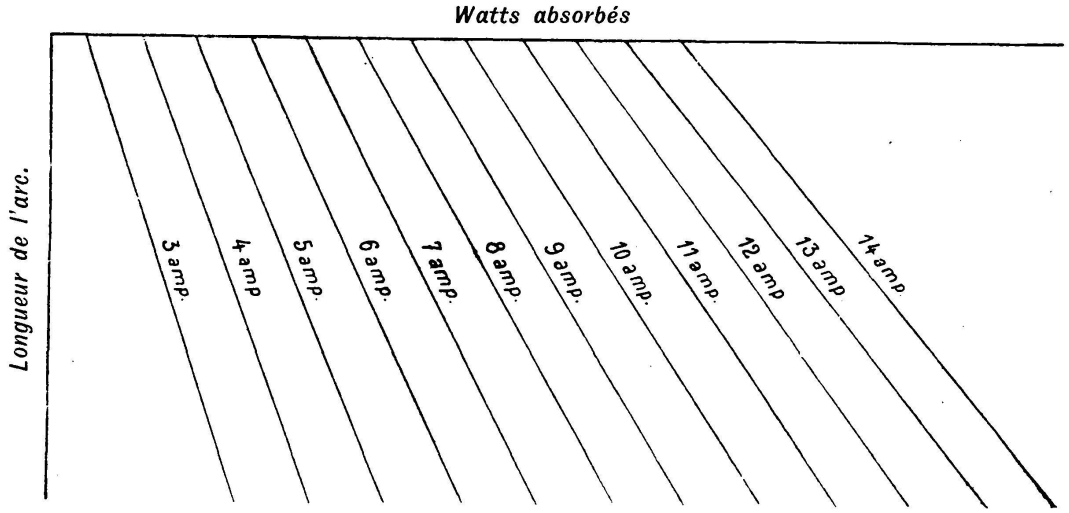


Fig. 2.

Une autre considération, particulièrement importante au point de vue pratique, peut se déduire des courbes précédentes : c'est la *puissance consommée* principalement sous forme de chaleur dans l'arc.

Les travaux de Mme Ayrton ont montré également que cette puissance peut être exprimée par des droites (fig. 2). Il en résulte que : *Pour des arcs de même intensité elle augmente proportionnellement à la longueur de l'arc, pour des arcs de même longueur elle augmente proportionnellement à l'intensité du courant qui traverse l'arc.*

Telles sont les lois expérimentales les plus caractéristiques du fonctionnement de l'arc à courant continu entre charbons. Avec d'autres constantes numériques,

elles sont les mêmes pour les arcs courts jaillissant entre métaux.[1])

La connaissance des lois résumées par ces graphiques est évidemment fort utile aux praticiens en ce sens qu'elles peuvent lui servir de guide et lui indiquer le sens des phénomènes. Il ne faudrait cependant pas en exagérer l'importance ; elles ne permettent pas la plupart du temps des calculs pour lesquels les données numériques font d'ailleurs défaut. Les arcs sur lesquels ces graphiques ont été établis sont des arcs courts à courant continu d'intensité moyenne jaillissant dans un air tranquille tels qu'on les produit dans les laboratoires.

Les arcs utilisés dans l'industrie ont souvent une puissance mille fois supérieure, sont soufflés et déformés par des champs magnétiques ou des courants d'air énergiques, enfin jaillissent souvent dans une atmosphère dont la composition dépend des réactions mêmes qui se produisent dans le four.

Il est aisé de comprendre alors que la ionisation, et la diffusion des ions, doit s'effectuer dans des conditions différentes dont on ne peut guère prévoir que les grandes lignes. Les conditions d'existence et de persistance de l'arc se trouvent donc pratiquement totalement modifiées.

IV. Stabilité de l'arc.

L'arc voltaïque est un courant électrique de nature particulièrement instable. Le moindre courant d'air l'allonge et par conséquent tend à l'éteindre ; le plus souvent même cet allongement se produit automatiquement par l'ascension de l'air échauffé [2]) par l'arc. D'autres fois le courant d'air tend à produire l'extinction de l'arc par simple refroidissement de la cathode.

[1]) C. E. Guye et L. Zebrikoff. Arch. Sc. phys. Décembre 1907 et C. R. 1907 de l'Acad. des Sc. Paris.

[2]) L'allongement automatique de l'arc est même utilisé dans la construction de certains parafoudres dits parafoudres à cornes.

D'une façon générale, toute cause qui tend à faciliter la ionisation dans le milieu gazeux qui sépare les électrodes, facilitera en même temps l'établissement et le maintien de l'arc. C'est pourquoi la présence dans son voisinage de corps portés à une haute température, émettant des électrons, constituera une condition favorable à la stabilité de l'arc. Il en sera de même des décharges disruptives, étincelles ou aigrettes, des rayons ultraviolets, des rayons de Becquerel, des rayons X, des flammes de toute espèce et d'une façon générale de toutes les causes ionisantes. Au contraire les courants d'air en dispersant les ions, diminuent la stabilité de l'arc et tendent à l'éteindre.

Les champs magnétiques ont généralement le même inconvénient, ayant pour effet d'allonger ou de déformer le trajet que suivent les centres électrisés ou ions entre la cathode et l'anode. Enfin les arcs courts et parcourus par des courants intenses seront beaucoup plus stables que les arcs longs et de faible intensité.

Les nouvelles théories de la ionisation expliquent également un fait souvent constaté par l'expérience, à savoir que les courants alternatifs donnent des arcs moins stables que les courants continus et qu'aux hautes fréquences la stabilité est plus grande qu'aux fréquences basses. En effet dans l'arc à courant alternatif, chacune des électrodes fonctionne alternativement comme anode et comme cathode. Il en résulte donc que, dans ce cas, les deux électrodes devront être maintenues à l'incandescence pour que l'arc puisse subsister.

En second lieu, à chaque alternance : l'arc s'éteint pour se rallumer un instant après, lorsque la tension électrique est redevenue suffisante. On a donc deux régimes successifs et alternés, absolument différents : *Les périodes d'extinction* caractérisées par une élévation de tension aux électrodes, *les périodes d'allumage* dans lesquelles la tension dépend à chaque instant de la valeur variable de l'intensité.

L'importance relative de ces deux périodes dépend d'une foule de circonstances.[1])

C'est ainsi que toutes conditions égales, la stabilité de l'arc est d'autant plus faible que le poids atomique du métal électrode est plus élevé. Lorsque pour une cause quelconque la période d'extinction prend une durée suffisante par rapport à celle d'allumage, le refroidissement des électrodes est tel que le réallumage de l'arc n'est plus possible à la période suivante; l'arc s'éteint alors. Ce refroidissement rapide des électrodes métalliques a longtemps fait croire que l'arc entre métaux n'était pas possible. D'après nos expériences, les métaux ayant une faible chaleur spécifique éprouvent un refroidissement considérable pour une extinction momentanée même de courte durée.

Afin de remédier aux nombreuses causes d'instabilité de l'arc, les électriciens savent qu'il est nécessaire de disposer dans le circuit électrique d'une réserve de tension souvent considérable entre la marche à vide et la marche en charge.

Les conditions électriques à remplir peuvent se déduire dans chaque cas particulier des graphiques mêmes de fonctionnement. En d'autres mots il faut que chaque diminution de courant, chaque allongement de l'arc soit accompagné d'une élévation en quelque sorte automatique suffisante de la tension disponible.

Le dispositif électrique doit donc être aménagé de façon à produire automatiquement cet effet. Quant aux moyens proposés et utilisés dans ce but ils sont nombreux. On choisira par exemple une dynamo à forte réaction d'induit, on y adjoindra une résistance ou mieux on disposera les arcs en séries, chaque arc ayant ainsi pour résistance auxiliaire l'ensemble de la résistance de tous les autres.

---

[1]) Nous les avons étudiées dans le cas particulier des arcs de faible intensité entre métaux en collaboration avec M. A. Bron. Arch. des Sc. phys. et nat. 1908 et C. R. 1908. Acad. des Sc. Paris.

Avec les courants alternatifs on utilisera non seulement la réaction d'induit de l'alternateur, mais sa self induction. On y ajoutera s'il le faut une self induction auxiliaire. D'ailleurs la présence d'une self induction suffisante dans le circuit, constitue toujours et même avec le courant continu un élément important, favorable à la stabilité de l'arc, où elle a pour effet de s'opposer à toute variation brusque de régime.

Les conditions particulières de chaque installation guideront naturellement le technicien dans le choix des moyens les mieux appropriés.

LES APPLICATIONS.

V. L'Eclairage.

La plus généralisée, la plus importante des applications de l'arc voltaïque est sans contredit *l'éclairage ;* éclairage des rues, des places publiques, des gares, des chantiers et des ateliers.

C'est par centaines de mille chevaux que se chiffre la puissance actuellement consommée par cette seule application.

L'arc à courant continu et l'arc à courant alternatif sont d'ailleurs tous deux utilisés à cet effet.

Dans l'arc à courant continu entre charbons, c'est le cratère incandescent du charbon positif qui constitue le foyer lumineux ; foyer de dimension très petite, donnant par conséquent des ombres nettes et dures, mais constituant une source ponctiforme puissante et très appropriée aux appareils de projection.

L'arc voltaïque alternatif a un caractère intermittant. Comme nous l'avons fait remarquer déjà, à chaque renversement du courant, l'arc s'éteint et se rallume. Pour que l'impression de lumière sur notre œil demeure continue, il est donc nécessaire que les alternances soient suffisamment

rapides (de 70 à 100 par seconde). En outre chacun des charbons fonctionnant alternativement comme charbon positif, le foyer est constitué par un double point lumineux, ce qui le rend un peu moins apte que l'arc continu à alimenter les appareils de projection.

L'arc voltaïque est en effet avant tout la source de lumière par excellence des phares et des projecteurs de grande puissance. Sa faible dimension et son éclat considérable permettent de concentrer le rayonnement en un faisceau presque rigoureusement parallèle, au moyen de lentilles ou de miroirs appropriés.

La puissance de ces projecteurs peut dépasser cent millions de bougies. Cependant pour les phares de moyenne puissance, l'arc est en concurrence avec le manchon rendu incandescent par la combustion de la vapeur de pétrole chauffé. L'arc voltaïque est en effet très riche en rayons bleus et violets et ces radiations de courte longueur d'onde sont rapidement absorbées par la brume. Il en résulte qu'un phare à arc peut être beaucoup plus puissant qu'un phare à incandescence par le beau temps, et lui être équivalent par le temps brumeux.

La composition spectrale du faisceau émis a donc une très grande importance pour les projecteurs. Cette considération a engagé la maison Harlé & Cie. à remplacer les miroirs en verre argenté par des réflecteurs en alliage inaltérable, doré et bruni.

VI. Rendement lumineux de l'arc.

L'arc voltaïque entre charbons (continu ou alternatif) n'est pas seulement une des sources de lumière les plus puissantes, mais il constitue un des modes d'éclairage les plus économiques, même si l'on tient compte des pertes de lumière qui se produisent dans les globes diffuseurs qui entourent l'arc et dont la présence est dans beaucoup de

cas indispensable pour protéger l'œil contre l'éclat éblouissant des charbons.[1])

Il ne faut pas oublier aussi que l'arc est très riche en radiations violettes et ultraviolettes et que ces dernières radiations sont susceptibles de produire sur la peau et les tissus de l'œil des phénomènes inflammatoires très analogues à ceux qui caractérisent les insolations.

Le rendement lumineux de l'arc a, dans le courant des quelques dix dernières années, été considérablement accru par l'emploi des charbons dits *minéralisés* et des *arcs à flamme.*

Dans l'arc à courant continu entre charbons ordinaires, on compte approximativement 85% de lumière émise par le charbon positif, 10% par le charbon négatif et 5% seulement par l'arc lui-même dont la température est cependant généralement supérieure à celle des charbons. On conçoit donc que si l'on introduit dans l'arc même, des substances qui volatilisées soient susceptibles d'émettre de la lumière, on puisse augmenter considérablement le rendement lumineux de l'arc.

L'emploi de ces substances présente en outre plusieurs avantages : leur présence donne plus de stabilité de fonctionnement ; il est donc possible d'obtenir pour un même courant et une même tension des arcs plus longs (d'où le nom d'arc à flamme).

En outre, en choisissant convenablement les substances introduites, on pourra donner à la flamme de l'arc des colorations variées : rougeâtre par exemple, en utilisant des sels de strontium ; jaunâtre avec des sels de calcium ; blanchâtre avec des sels de barium. Il sera possible d'ailleurs de combiner des mélanges de substances, de telle façon que la lumière émise soit empruntée aux di-

---

[1]) Cette perte de lumière varie de 5 à 15% dans les globes diffuseurs transparents; de 10 à 35% dans les globes opalescents; de 20 à 50% dans les globes dits „albâtre".

verses régions du spectre, et que l'effet résultant soit un équilibre reposant et agréable à l'œil.

Afin de montrer l'augmentation considérable du rendement lumineux qui résulte de l'emploi des arcs à flamme, nous donnons ci-après quelques chiffres empruntés au récent ouvrage de M. B. Monasch.

Ces chiffres sont choisis de façon à permettre autant que possible la comparaison entre les anciens et les nouveaux arcs.

Courant continu.

	Courant (ampères)	Tension (volts)	Puissance (watts)	Intensité lumin. hémisphér. (bougies)	Nombre de bougies par watt	Nombre de watts par bougies
Arc entre charbons	6	39	234	400	1,71	0,585
	15	43,9	660	1450	2,20	0,455
Arc à flamme (jaune)	6	39	234	720	3,08	0,324
	15	42	630	2500	3,97	0,252
Arc à flamme (Ch. Blondel)	6	35	210	1400	6,68	0,149

Avec les courants alternatifs, les rendements lumineux restent du même ordre, mais il faut compter avec un facteur de puissance de 0,965 à 0,975 pour le charbon ordinaire et 0,85 à 0,89 pour les arcs à flamme généralement plus étirés.

VII. Arc au mercure (source de rayons ultraviolets).

Avant de quitter l'éclairage nous devons mentionner l'arc qui jaillit entre électrodes de mercure.

C'est une des sources les plus précieuses de rayons ultraviolets dont disposent les laboratoires. Elle est particulièrement énergique lorsque l'arc jaillit dans une enveloppe en quartz fondu presque parfaitement transparente à cette catégorie de radiations. Employé comme mode d'éclairage, l'arc au mercure, malgré son excellent rendement, ne semble

pas devoir se développer, et cela parce que la lumière émise est totalement dépourvue de rayons rouges. Il en résulte un éclairage peu esthétique en même temps qu'une fatigue de l'œil, dont l'équilibre habituel se trouve rompu.

Les moyens proposés jusqu'ici pour remédier à cet inconvénient par l'emploi de substances fluorescentes transformant une partie des rayons verts en rayons rouges, ne semblent pas avoir donné de résultats satisfaisants; ils ne se sont du moins pas généralisés.

Par contre l'arc au mercure a donné lieu a d'intéressantes expériences de *redressement des courants alternatifs et polyphasés en courants continus.*

Employé avec une anode de fer ou de platine, l'arc au mercure constitue en effet une véritable *soupape électrique.* ne laissant traverser le courant que dans un sens (du fer au mercure). Lorsque le courant est dirigé en sens inverse l'arc ne peut s'amorcer; c'est encore une conséquence de la théorie moderne de l'arc.

Cette propriété des arcs à électrodes hétérogènes a permis à M. Cooper Hewitt de construire des redresseurs de courant qui dans des installations, il est vrai jusqu'ici de peu d'importance, ont résolu d'une façon élégante, simple et avec un bon rendement, la transformation toujours très coûteuse du courant alternatif en courant continu.

Cette même propriété a permis d'obtenir le redressement des courants oscillatoires très rapides que produisent les condensateurs et dont la fréquence est de l'ordre de cent mille à la seconde.

Il convient également de mentionner des *interrupteurs* établis sur le même principe qui ont l'avantage de couper automatiquement le courant alternatif à l'instant précis où il s'annule, ce qui évite complètement les extra courants et les détériorations qui en résultent pour les installations.

VIII. Electrochimie et électrométallurgie.

Après l'éclairage, c'est à l'électrochimie et à l'électrométallurgie qu'appartient le second rang dans les applications de l'arc voltaïque. On l'utilise alors dans le four électrique qui est actuellement la source de chaleur industrielle la plus puissante; la température de l'arc pouvant atteindre et probablement dépasser 3500 degrés.

Mais ce qui fait la supériorité de ce mode de chauffage est avant tout la possibilité de concentrer en un espace très limité une quantité considérable d'énergie électrique, qui se trouve transformée en chaleur par le mécanisme de l'arc, à l'endroit même de son utilisation. Dans ces conditions les pertes de chaleur par rayonnement ou conductibilité sont fort atténuées et le rendement peut être excellent.

Aussi construit-on à l'heure actuelle de puissantes unités de fours électriques absorbant parfois plusieurs milliers de chevaux.[1])

L'énergie de toute une grande installation hydraulique peut ainsi être transformée en chaleur dans un récipient dont la capacité atteint à peine quelques mètres cubes.

Au point de vue de leur fonctionnement les fours électriques peuvent être classés en deux catégories; les fours *électrothermiques* et les fours *électrochimiques.* Dans les premiers l'action de la chaleur est seule en jeu; tels sont par exemple: les fours à carbure de calcium, dans lesquels on peut presque indifféremment employer le courant continu ou le courant alternatif.

Dans d'autres opérations de cette chimie des hautes températures, on utilise concurremment à l'action de la chaleur, l'effet décomposant du courant électrique sur les matières en fusion. Le courant continu, c'est-à-dire dirigé toujours dans le même sens, est alors indispensable.

---

[1]) Il existe à notre connaissance un four à carbure de 14 000 chevaux.

L'industrie de l'aluminium représente à l'heure actuelle la plus importante des opérations industrielles effectuées dans les *fours électrochimiques à arc voltaïque.*

Voyons maintenant l'importance actuelle de l'ensemble des applications du four électrique à arc voltaïque, c'est-à-dire du plus employé des fours électriques. C'est d'abord toute l'industrie de ce précieux métal qu'est *l'aluminium.* D'après une récente étude faite par Mr. l'Ingénieur Lullin cette industrie, qui traverse une période de crise, possède un ensemble d'installations dont la puissance nominale serait de 360 000 chevaux environ. La production en 1907 aurait été approximativement 15 000 à 20 000 tonnes et le prix par suite de l'énorme concurrence serait tombé aux environs de 2 frs. le kilogramme. A ce prix l'aluminium peut lutter avec le cuivre pour la construction des grandes lignes de transport électrique.

Après l'aluminium vient la fabrication du *carbure de calcium,* destiné presque exclusivement à la production de *l'acétylène,* et à la fabrication de ce nouvel engrais chimique *la cyanamide calcique.*

La production actuelle du carbure de calcium peut être évaluée à 180 000 tonnes en Europe seulement, représentant un ensemble d'installations dont la puissance atteint certainement 200 000 chevaux.

Citons également l'application du four à arc à la production de cette série de métaux jusqu'alors presque ignorés (*chrome, tungtène, vanadium, molybdène,* etc.) qui convenablement mélangés et alliés à l'acier ont permis à l'industrie de livrer aux constructeurs mécaniciens toute la gamme des qualités d'acier, chacune étant appropriée au genre d'effort qu'on attend d'elle.

L'emploi du four électrique pour la métallurgie du fer et de l'acier ne s'est cependant pas généralisée autant qu'on le pensait à l'origine. La transformation de l'énergie électrique en chaleur est encore relativement trop coûteuse pour que le four électrique puisse remplacer le haut fourneau

ou le convertisseur Bessmer pour toutes les qualités courantes d'acier. Son emploi est cependant indispensable pour obtenir ces aciers de premier choix, dont certaines applications ne peuvent se passer.

Il n'est donc pas exagéré d'affirmer que l'arc voltaïque est un des principaux facteurs industriels qui ont permis le développement de l'automobile. C'est grâce à lui qu'on a vu surgir cette merveille de notre époque, le moteur léger qui vient d'assurer la direction des aérostats et prépare les succès des aviateurs.

La puissance affectée à la métallurgie de l'acier par le four électrique à arc peut être évaluée entre dix et quinze mille chevaux.

Citons également l'application du four électrique à la fabrication des corps durs, dont quelques-uns peuvent rendre des points au diamant; émeris artificiels, borure de carbone, carborondum, etc., la consommation annuelle de ce dernier produit s'élevant à environ 4000 tonnes. Enfin les pierres précieuses, les appareils en silice fondue dont l'emploi se généralise déjà dans l'industrie et les laboratoires.

Mais toutes les brillantes applications que nous venons de rappeler; tous les services que l'arc a rendus jusqu'ici ne sont que peu de chose en comparaison de ce que l'on attend encore de ce précieux auxiliaire. Ce que le vingtième siècle demande à l'arc voltaïque, c'est de transformer les conditions économiques de la vie humaine en augmentant la fertilité du sol par la résolution de ce grand problème, qui sera l'une des gloires de notre époque: la fixation sous forme d'engrais chimiques, de l'azote atmosphérique, ce reservoir presque inépuisable de fertilité.

Cet important problème a fait l'objet d'une conférence, il y a deux ans, à l'assemblée générale de notre Société helvétique des Sciences Naturelles; vous me permettrez donc de ne pas y revenir malgré son intérêt colossal.

Je me bornerai seulement à rappeler que l'oxygène et l'azote de l'air portés à une très haute température

par l'arc voltaïque, puis soustraits rapidement à son action se combinent pour former des oxydes d'azote, que ces oxydes peuvent être absorbés par l'eau et former de l'acide nitrique ou réagir directement sur des sels de chaux, d'ammoniaque, etc. en donnant des nitrates solubles, par conséquent assimilables par les plantes.

Quant à la puissance utilisée actuellement à cette fabrication elle serait d'environ 30,000 kilowatts; mais, affirme-t-on, la création d'une nouvelle usine de 125,000 chevaux serait décidée en Norwège.

L'arc chantant et la téléphonie sans fil.

L'arc voltaïque dont nous venons d'énumérer les vastes applications industrielles peut à l'occasion se transformer en un chanteur ou en un causeur délicat, à la condition bien entendu qu'on l'y aide quelque peu. Il a donné lieu à de curieuses expériences qui mettent en lumière toute la souplesse, toute la docilité de ce précieux auxiliaire. Ce sont l'arc chantant, l'arc parlant, l'arc téléphone, l'arc microphone, l'arc phonographe.

Mais tout en étant récréatives, ces expériences ont apporté la meilleure solution actuelle au problème de la téléphonie sans fil.

La téléphonie sans fil repose sur une expérience de Duddell que nous allons brièvement rappeler. Si entre les deux charbons d'un arc alimenté par du courant continu, on branche un circuit formé d'un condensateur et une bobine de fil isolé, convenablement choisie, l'arc qui était silencieux émet tout-à-coup un son dont la hauteur dépend du choix de la bobine et du condensateur.

On dit alors que le circuit entre en *résonnance*, c'est-à-dire qu'un courant alternatif prend naissance et se renforce à l'intérieur du circuit dérivé, se superposant dans l'arc au courant primitif d'alimentation.

Le son produit par l'arc serait une conséquence de la présence de ce courant alternatif. Les variations rapi-

des et périodiques de l'intensité de ce courant se traduisent en effet par des variations correspondantes du volume de l'arc, et ces variations à leur tour engendrent les modifications de pression qui sont nécessaires à la production du son.

Pour mieux faire comprendre la production de ce courant alternatif permettez-moi de rapprocher l'expérience de Duddell de la théorie classique des tuyaux sonores. On sait en effet que dans les tuyaux sonores, le courant d'air provenant d'une soufflerie vient se briser contre l'anche du tuyau et que parmi les vibrations complexes qui se produisent alors, il en est qui sont renforcées dans la colonne d'air du tuyau; le son produit correspond à ces vibrations renforcées.

Il en est de même des vibrations électriques dans l'arc chantant. Le courant continu qui provient d'une dynamo joue le rôle du courant d'air; l'arc lui-même fonctionne comme une sorte d'anche qui produit des vibrations électriques complexes; enfin le circuit de la bobine et du condensateur est analogue au tuyau lui-même dont la longueur règle la hauteur des sons renforcés.

En résumé, et c'est là le point fondamental, on peut au moyen de l'arc voltaïque et d'un circuit approprié, produire des courants alternatifs très rapides auxquels on a donné le nom *d'ondes entretenues.*

Ces ondes peuvent atteindre une extrême rapidité (30000 à 100000 à la seconde) et dans ces conditions, elles ne produisent plus aucun son; la limite supérieure de perception des vibrations sonores étant dépassée.

Par contre elles sont susceptibles d'engendrer des phénomènes d'induction très énergiques qui peuvent se transmettre à grande distance.

La figure (3, côté gauche) résume sous sa forme la plus simple le principe de la téléphonie sans fil.

Le courant continu qui provient d'une dynamo D passe à travers une résistance de réglage R et alimente un arc A

Principe schématique de la téléphonie sans fil.

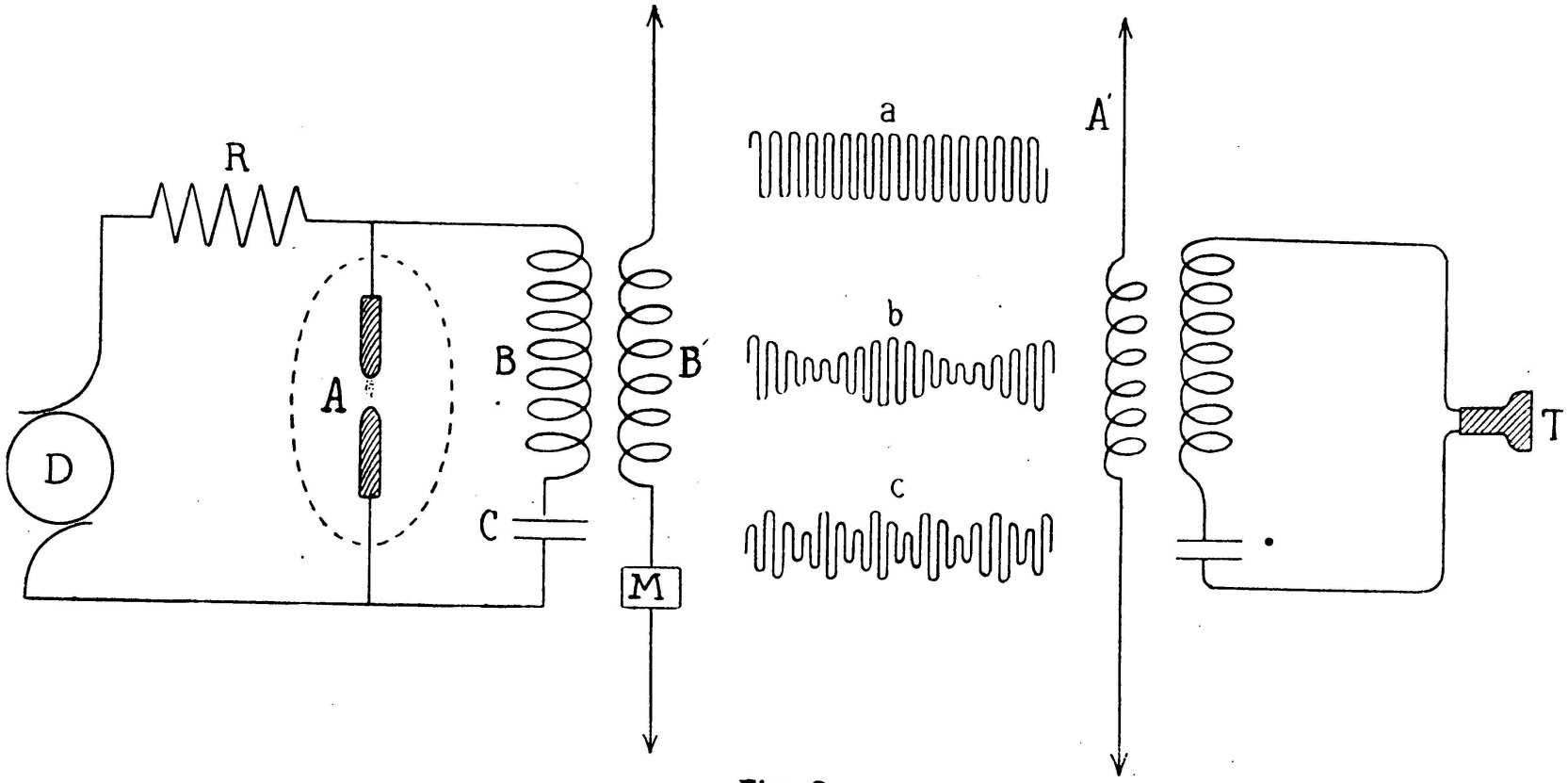


Fig. 3.

Le dispositif récepteur est en réalité plus complexe en vue d'obtenir une sensibilité suffisante; notre figure n'en donne que le principe.

qui pour plus de régularité jaillit dans l'hydrogène. Le circuit de résonnance est constitué par la bobine B et le condensateur C. La bobine B parcourue par des ondes entretenues agit par induction sur une seconde bobine B′ en relation avec une antenne d'une part, et avec un microphone M relié à la terre d'autre part.

Au moyen de ce dispositif on pourra donc envoyer par l'antenne des ondes électromagnétiques dont la périodicité sera réglée par le circuit de résonnance.

La fig. (a) représente schématiquement les ondes très rapides (30 000 à 100 000 à la seconde) qui sont envoyées d'une façon continue par le poste transmetteur.

La fig. (b) montre comment l'amplitude de ces ondes peut être modifiée périodiquement, en plaçant par exemple devant le microphone un corps sonore dont les vibrations agissent ainsi sur la résistance du circuit de l'antenne.

La fig. (c) représente ces mêmes ondes entretenues, modifiées par la parole agissant également sur le microphone.

En résumé on voit que les *ondes entretenues* produites par l'arc et émises par l'antenne constituent une sorte de canevas sur lesquels, au moyen d'un microphone on pourra broder les ondes complexes et beaucoup plus lentes qui correspondent aux sons musicaux ou à la parole.

Enfin la fig. (3, côté droit) représente le principe schématique et simplifié de la réception de ces ondes, et leur transformation en ondes sonores par l'intermédiaire d'un téléphone.

Les ondes entretenues plus ou moins modifiées par le microphone sont recueillies par l'antenne réceptrice A′ qui les communique par induction à un circuit secondaire renfermant un téléphone T.

C'est en employant des dispositifs plus complets mais basés sur un principe analogue à celui du schéma fig. (3) que M. Poulsen, l'inventeur de la téléphonie sans fil prétend

avoir communiqué clairement et exactement à des distances de 300 à 400 kilomètres.

Des résultats analogues semblent avoir été obtenus par d'autres expérimentateurs avec des dispositifs plus ou moins modifiés.

Quelle que soit d'ailleurs la valeur exacte des résultats annoncés, on peut affirmer à l'heure actuelle que la téléphonie sans fil est créée, qu'elle est entrée dans une voie nouvelle susceptible de développement dans un avenir prochain, et cela grâce au concours de la petite flamme que Sir Humphrey Davy découvrit il y a plus d'un siècle.

Lorsqu'on assiste au développement progressif d'une invention dont les débuts sont modestes et dont l'importance va grandissant, on est frappé dans cette évolution de voir tour à tour l'invention agir sur le milieu, puis le milieu partiellement modifié réagir à son tour pour transformer l'invention elle-même et faire surgir de nouvelles et importantes applications.

Cette double action constitue une véritable évolution, pour employer un terme cher à nombre de biologistes. Mais cette évolution est d'autant plus saisissante, d'autant plus intéressante à suivre, que sa rapidité même nous permet mieux peut-être qu'en biologie de discerner les causes et les effets.

L'arc voltaïque n'est d'abord qu'une modeste petite flamme ; puis il devient un mode d'éclairage, c'est-à-dire un moyen d'augmenter la durée et l'intensité de l'activité humaine. A son tour c'est l'industrie qui par son développement réclame de l'arc voltaïque de nouveaux services ; c'est la production des hautes températures qui vient contribuer à transformer partiellement la métallurgie.

Aujourd'hui ce sont les conditions économiques nouvelles, résultant de l'ensemble de tous les progrès industriels et tout particulièrement de ceux de la métallurgie qui demandent à l'arc voltaïque d'augmenter la richesse

du sol en fixant l'azote de l'atmosphère, et de resserrer encore par la téléphonie sans fil ces liens de solidarité qui relient toujours davantage les peuples civilisés.

Telle est, Mesdames et Messieurs, brièvement résumée la carrière scientifique et industrielle de l'arc voltaïque.

Ses débuts furent modestes, son passé est déjà glorieux, son avenir surtout s'annonce particulièrement brillant. La Suisse peut être heureuse d'avoir accueilli souvent l'homme éminent auquel on doit sa découverte. Sir Humphrey Davy fut en effet, et je tiens à le dire en terminant, un grand ami de notre pays ; il y séjourna à plusieurs reprises ; il y mourut même et la République de Genève eut l'honneur de se charger de ses funérailles. Aujourd'hui encore, on peut visiter sa tombe dans l'ancien cimetière de la commune genevoise de Plainpalais.

A l'heure même où surgissent de nouvelles et importantes applications de l'arc voltaïque, précieuses particulièrement pour notre pays si riche en forces naturelles, il m'a semblé que notre Société helvétique des Sciences Naturelles avait le devoir de rappeler la mémoire de Sir Humphrey Davy et de lui consacrer un souvenir ému et reconnaissant.

Ergebnisse einer Canarenreise von M. Rikli und C. Schröter,
I.

Eine Exkursion nach den Canarischen Inseln.

Von
C. Schröter.

I.

Im verflossenen Frühjahr organisierte mein verehrter Freund und Kollege Dr. Rikli eine sechswöchentliche naturwissenschaftliche Studienreise nach Spanien und den Canaren.[1]) Sie dauerte vom 14. März bis zum 27. April und führte uns zunächst über Montpellier und Cette nach Barcelona; dort schifften wir uns am 17. März auf dem „Villaverde", einem Dampfer der spanischen „Compañia Trasatlantica" ein, der uns über Valencia, Alicante, Cadiz, Tanger, Casablanca und Mazzagan in $11^1/_2$ Tagen nach den Canaren brachte. Mittelmeer und Atlantik verfuhren nicht gnädig mit uns und Neptun forderte zahlreiche Opfer. Bei der Grosszahl unserer Reisegenossen — ein „Fähnlein von sieben Aufrechten" ausgenommen — löst der Name „Villaverde" eine Kette von Unlustvorstellungen aus: schwankende Gestalten, bleiche Gesichter, Stöhnen in engen Koien, widerliche Küchendüfte, Speisen mit schlechtem Öl bereitet und absolute Energielosigkeit! Als Lichtblicke in diese Leidenszeit fielen die Landaufenthalte: die Strandstudien von Valencia, das Wandeln unter den Palmen im Hain von Elche bei Alicante, die Dünenflora bei der leuchtenden Stadt Cadiz, und das bunte laute Treiben in den marokkanischen Hafenplätzen.

---

[1]) Diese Nummern beziehen sich auf die Anmerkungen und Zusätze am Schlusse.

Doch all' das Leid war vergessen, als die Anker in der Rhede von Las Palmas auf Gran Canaria niedergingen und wir in einer Reihe von 19 köstlichen Tagen in der Wunderwelt der „glücklichen Inseln" schwelgen konnten. Wir nahmen unser Standquartier in dem prachtvoll gelegenen Humboldt-Kurhaus in Orotava, wo wir ausgezeichnet aufgehoben waren und durchschweiften die Insel Teneriffa nach verschiedenen Richtungen. Am 17. April, an einem trüben Charfreitag-Morgen, entführte uns ein wesentlich besserer spanischer Dampfer, die „Reina Victoria" von St. Cruz de Tenerife wieder nach Cadiz; die letzten 10 Tage waren Spanien gewidmet: Sevilla, Cordova, Madrid bildeten die Glanzpunkte.

Ich will nun versuchen, an Hand unserer Exkursionen auf Teneriffa vor Ihnen ein Bild des Naturcharakters der Canaren erstehen zu lassen, unterstützt durch Bilder. Es wäre das eigentlich die Aufgabe unseres verehrten Führers Dr. Rikli gewesen; da er aber, der unermüdliche Reisende, gegenwärtig in Grönland weilt, hat er in freundschaftlichster Weise mich ermächtigt, ihn hier zu vertreten. Wollen Sie bei der nachsichtigen Beurteilung des Folgenden nicht vergessen, dass unsere Exkursion keine Forschungs-, sondern eine Studienreise und Lehrexkursion war, die zur eigenen Orientierung und zur Belehrung von Studierenden dienen sollte. Erwarten Sie also keine neuen Forschungsresultate; solche waren bei der Kürze unseres Aufenthalts in dem so gut untersuchten Gebiet nur in beschränktem Masse möglich.

Denn die Erforschungsgeschichte der Canaren ist eine alte und reiche. Sie beginnt, nach einigen Vorläufern, 1799 mit der berühmten Reise Alexander v. Humboldts, der sich nur fünf Tage in Graciosa und Teneriffa aufhielt und den Pik bestieg, aber mit seinem genialen Forscherblick in dieser unglaublich kurzen Zeit die heute noch gültige Grundlage canarischer Pflanzengeographie schuf. Dann kamen Leopold v. Buch, Barker Webb und Berthelot, deren umfangreiches vielbändiges reichillustriertes Prachtwerk von 1836 bis 1850 erschien, Fritsch, Noll Biermann, Vahl, H. Rothpletz, Hans Meyer, Sapper, Reiss, Hartung, Bolle, Simony, Christ u. a.

Die neueste Gesamtdarstellung, besonders über die Vegetation der Canaren, mit reichen Literaturangaben, ist die schöne Arbeit von H. Schenck: Beiträge zur Kenntnis der Vegetation der Canarischen Inseln, Jena 1907. Sie knüpft an den Aufenthalt der Valdivia-Expedition auf Teneriffa an, enthält die Aufzeichnungen des verstorbenen genialen Pflanzengeographen A. F. W. Schimper und eine Reihe prächtiger Vegetationsbilder. Sie ist als erster Teil des zweiten Bandes der „Wissenschaftlichen Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition" bei G. Fischer in Jena erschienen.

Wir hatten uns in Orotava der freundlichen Hilfe unseres greisen Landsmannes Hermann Wildpret und seiner Familie zu erfreuen, des verdienten ehemaligen Direktors des botanischen Gartens von Orotava, ferner begleitete uns Dr. Burchard, der kenntnisreiche Meteorologe und Botaniker auf mehreren Exkursionen; Dr. George V. Perez und sein Neffe, Herr Machado, zeigten uns ihre reichen Gärten und die Bananenkulturen. Die Behörden der Insel, vor allem Seine Excellenz der Gobernador civil de Canarias, Herr Joaquin Santos y Ecay, und der Alcalde von St. Cruz, Herr Balester kamen uns auf das Freundlichste entgegen und taten das Mögliche, unsern Aufenthalt angenehm und nutzbringend zu gestalten, nicht zu vergessen der unermüdlichen Hilfe des deutschen Konsuls, Herrn Ahlers. Der Direktor des Humboldt-Kurhauses, Herr Trenkel, sorgte vortrefflich für uns.

Wir hatten die Funktionen einigermassen unter uns verteilt: die im Folgenden erwähnten Temperatürbeobachtungen stammen von den Herren Studierenden Waser und Stoll, die Bewölkungsbeobachtungen von den Herrn stud. Schuepp und Dr. Rübel, der auch ständig die chemische Lichtintensität mass; Herr Seelig sammelte Materialien über die wirtschaftlichen Verhältnisse; photographiert wurde von 17 Teilnehmern, die im ganzen etwa 2000 Bilder aufnahmen; unser „Hofphotograph" war Herr Dr. Paul Bohny von Basel.

Ich werde zunächst ein gedrängtes Bild vom Naturcharakter der Inseln entwerfen; dann wollen wir durch die Schilderung einiger Exkursionen diesen Rahmen mit Einzelbildern füllen.

II.

Die sieben canarischen Inseln (Lanzerote, Fuertaventura, Gran Canaria, Teneriffa, Palma, Gomera und Ferro) liegen unter 27° 30′ bis 29° 30′ nördlicher Breite, also ungefähr unter gleicher Breite wie Deli, Shanghai und Florida. Sie nähern sich dem afrikanischen Festlande bis auf 90 km (Fuertaventura bis Cap Juby); die Meerestiefe

zwischen den östlichen Inseln und Afrika ist gering (150 bis 200 Faden). Die Gruppe besitzt ein Landareal von 7273 □ km (= Kanton Graubünden + Genf); sie hat 358,564 Einwohner und bildet eine Provinz Spaniens, unter einem Gouverneur, der in St. Cruz de Tenerife seinen Sitz hat.

Wir müssen sie in zwei natürliche, durch Klima und Vegetation verschiedene Gruppen scheiden. Die beiden östlichen Inseln Lanzerote und Fuertaventura (mit den kleinen sie umlagernden Inselchen Isleta de Lobos, Graciosa, Montaña Clara und Alegranza) werden die Purpurarien genannt (weil sie hauptsächlich die Orseille liefern); sie sind niedriger und tragen völlig afrikanischen Wüsten- und Steppencharakter.[2]) Die übrigen fünf Inseln, gebirgiger, landferner und feuchter, aus grosser Tiefe des Ozeans aufsteigend, werden als Hesperiden oder „Insulae Fortunatae", als die „glücklichen Inseln" bezeichnet; schon Plinius nannte sie so. Sie erheben sich zu bedeutenden Höhen (Gomera 1380 m, Hierro 1411 m, Gran Canaria 1951 m, Palma 2420 m, Teneriffa mit dem Pico de Teyde 3730 m.)

Die geologische Geschichte der Inseln ist rein vulkanisch. Die Grundlage der ganzen Gruppe bildet ein eruptives Massiv aus Diabas von unbekanntem Alter; es stellt die Fortsetzung des Atlasgebirges dar, ist aber nur auf vier der Inseln anstehend beobachtet, auf Teneriffa nur durch Auswürflinge nachgewiesen. Dass diese Diabas-Inseln lange bestanden haben müssen, ist durch die jetzt mit neuen Vulkanprodukten ausgefüllten tiefen Erosionstäler im Diabas bewiesen. Vom Miocän an wurden dann durch gewaltige vulkanische Ausbrüche, die zum Teil bis ins letzte Jahrhundert fortdauerten (1824 Lanzerote), die Inseln auf dieser Grundlage aufgetürmt. Auf Teneriffa haben wir fast ausschliesslich vulkanische Gesteine: Laven, Tuffe, Bimstein-Auswürflinge und Eruptivgänge (Basalte, Phonolite, Andesite, Trachyte, Obsidiane, Aegirin-Foyaite); sehr untergeordnet treten andere Gesteine auf: Sande und Kiese am Meeresufer und

in den Barrancos, Gehängelehm und Schuttmassen am Fusse der Steilküste, und Kalktuffe, aus den kalkhaltigen Quellen von Rambla del Castro etc. abgesetzt (Rotpletz, Petermanns Mitteilungen 1889, S. 245). Die ältesten Teile der Insel, das Anaga, das Teno und das S. Lorenzo-Adeje-Gebirge, aus vorwiegend basaltischen Eruptivmassen bestehend, bildeten wohl ursprünglich drei getrennte Inseln, die dann durch spätere phonolithische und trachytische Ausbrüche zu *einer* Insel verbunden wurden.

Diese Verbindungsmassen bestehen im Wesentlichen aus dem gewaltigen Teydemassiv und dem domartigen Rücken der „Cumbre", dem Verbindungsgrat zwischen Teydemassiv und Anagagebirge. Auch hier können wir wieder ältere und jüngere Laven unterscheiden. Das „Fussgebirge" des Teyde besteht aus allseitig schwach zum Meere geneigten alten Aufschüttungen; in diesen entstand der riesige Ringkrater des Teydezirkus, der mit seinem innern Steilabsturz die Cañadas umgiebt, wohl durch Explosion und Einsturz;*) und in demselben baute sich durch jüngere Aufschüttungen der Pik auf. Auch die breiten Einsenkungen, die als „Täler" oder „Mulden" von Orotava, Icod und Guimar sich zwischen hohen Lavamauern zum Meere senken, sind nach Rotpletz auf vulkanische Eruptionen zurückzuführen, während L. v. Buch sie als Versenkungen, Fritsch als „intercolline Räume" (durch mangelnde Aufschüttung entstanden) deutete.

Aus diesen Aufschüttungskegeln, den domartigen Rücken und Lavaströmen hat nun die Erosion die heutige Gestalt der Inseln herausmodelliert. Das steile Gefälle begünstigt die Wirkung des fliessenden Wassers, das durch die Wolkenregion gespeist wird. In den ältesten Teilen der Insel

*) Fritsch, Hartung und Reiss halten die Entstehung der Riesen-Caldera durch Erosion für wahrscheinlicher; doch macht Rotpletz (a. a. O.) wohl mit Recht auf das Fehlen jeglicher Erosionserscheinungen aufmerksam und weist auf die Analogie mit den gewaltigen Wirkungen der Krakatau-Eruption hin.



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 1.



Fig. 2.

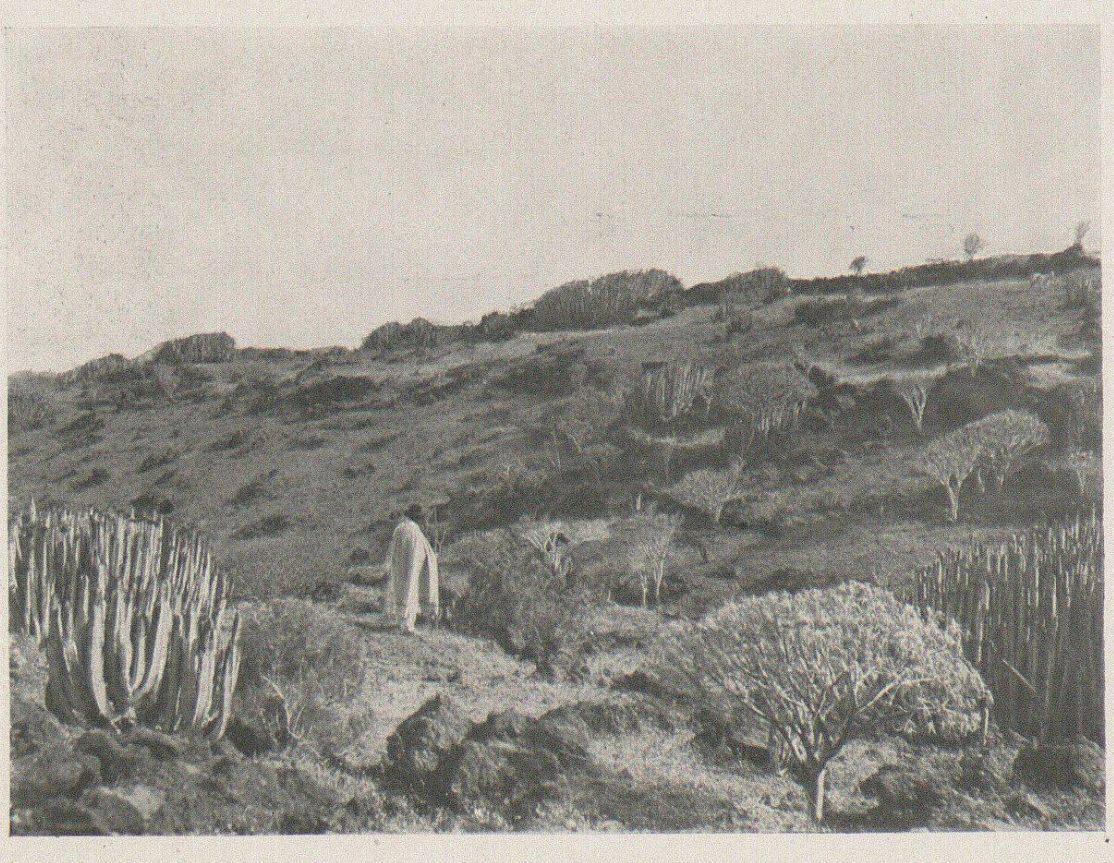


Fig. 1.

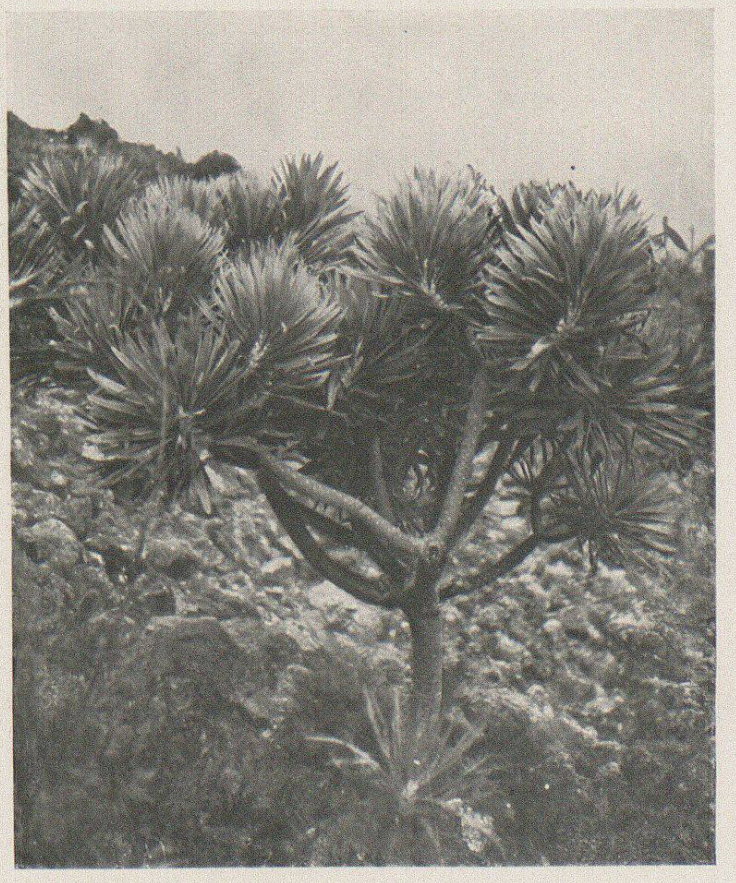


Fig. 2.





Fig. 1.



Fig. 2.

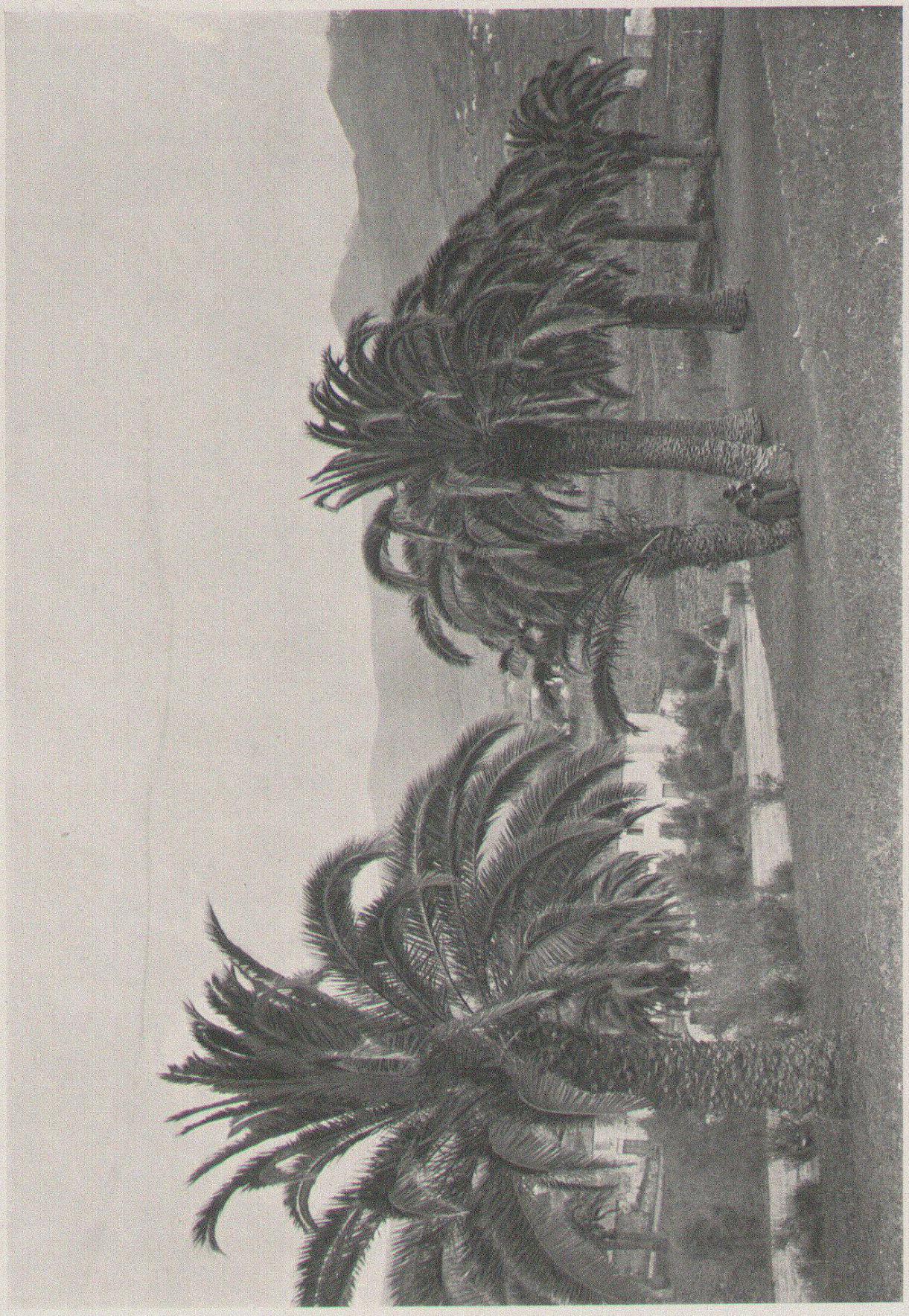




Fig. 1.

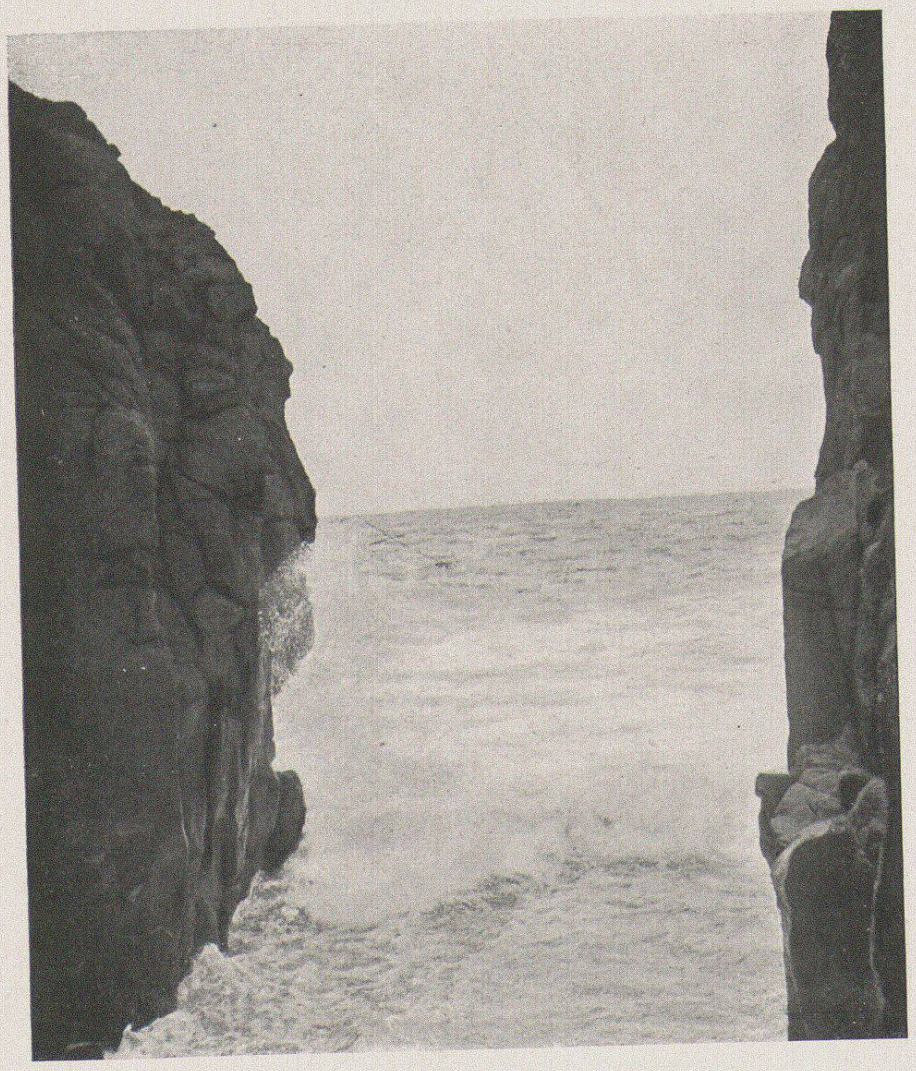


Fig. 2.







Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 1.



Fig. 2.

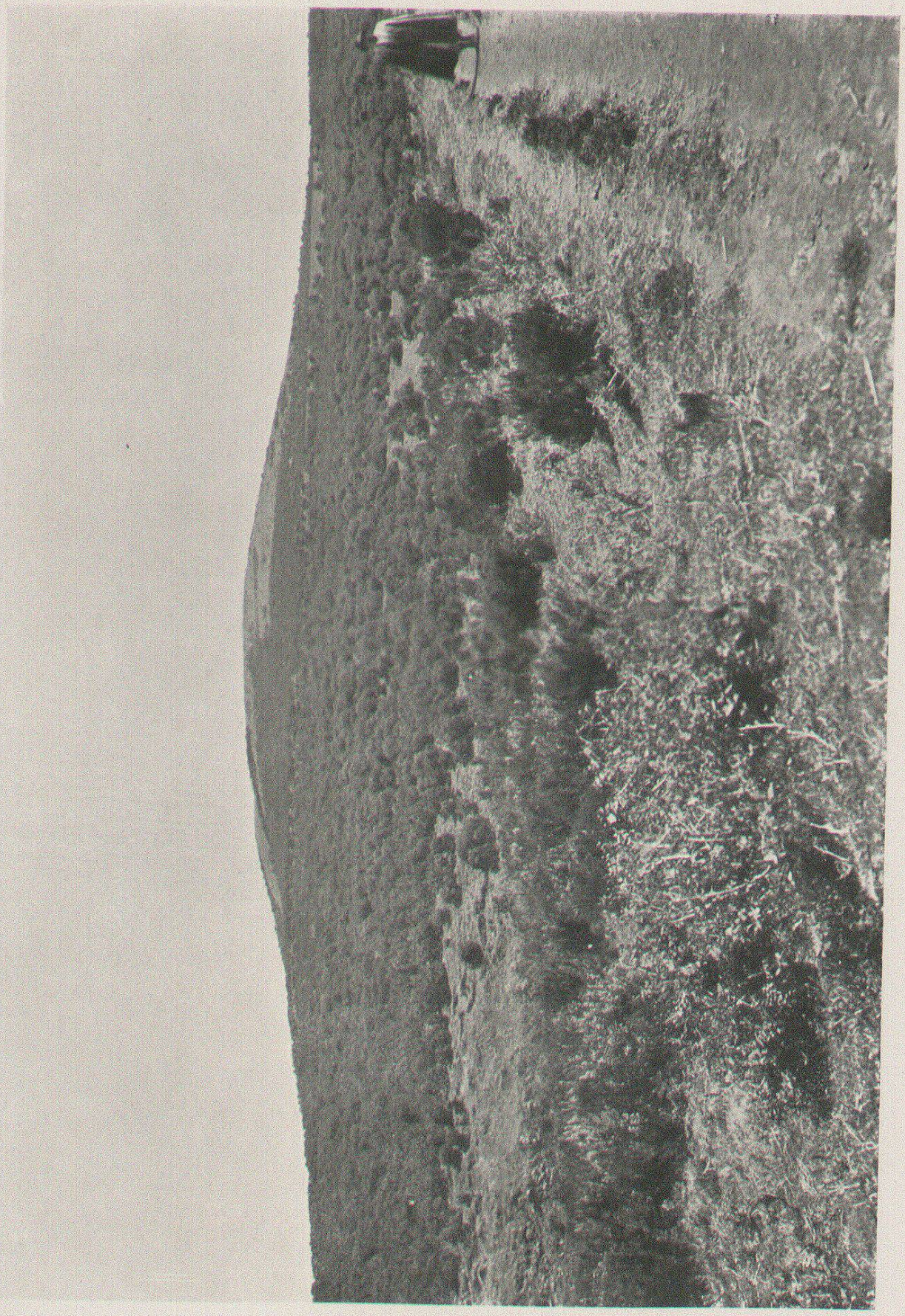






Fig. 1.



Fig. 2.





Fig. 1.



Fig. 2.



Tafel XVIII



Fig. 1.

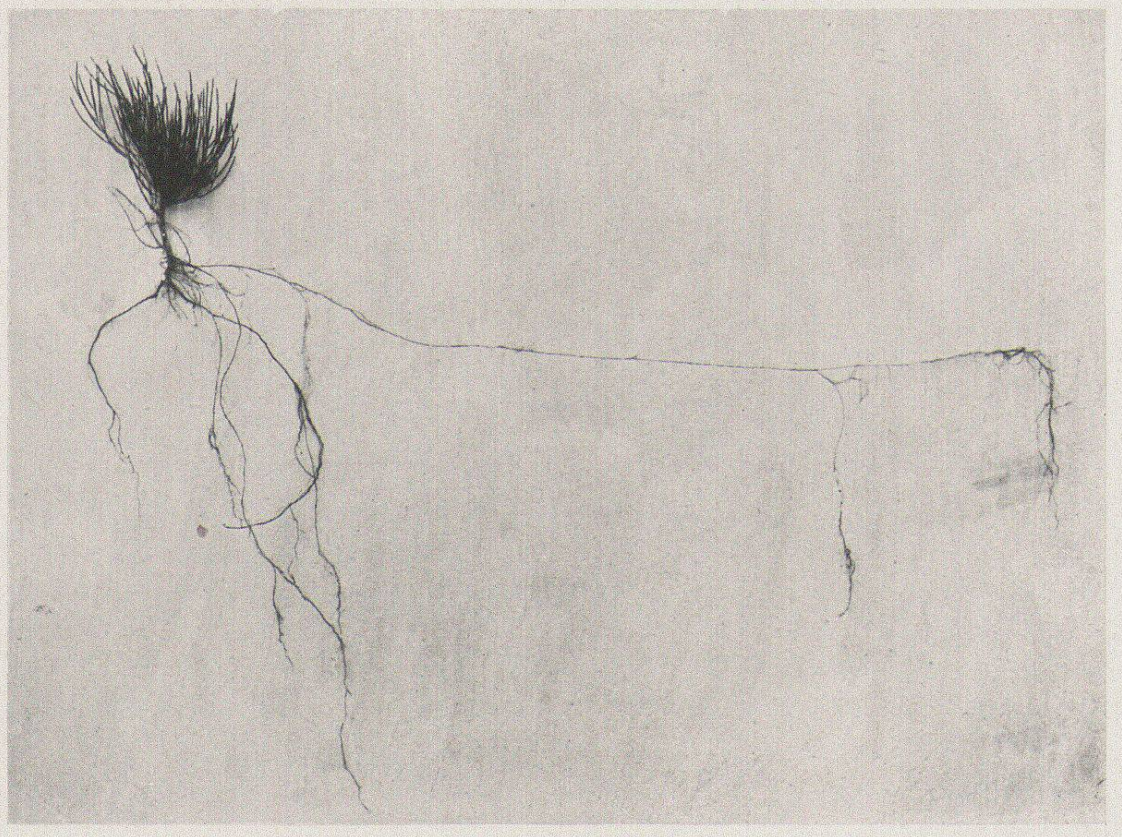


Fig. 2.



Fig. 1.



Fig. 2.

hat die länger dauernde Erosion breite weite Täler (valles) geschaffen; in den jüngeren hat sie tiefe enge Schluchten mit steilen Wänden ausgegraben (Barrancos). Das ewig brandende Meer der passatbestrichenen Nordküste hat die steilen Vorderfronten der Lavaströme zu phantastischen Formen zernagt.

So setzt sich also das Gerippe der Insel, trotz des einheitlich vulkanischen Ursprungs, aus mannigfaltigen morphologischen Elementen zusammen: schwach entwickelter Kiesstrand, klippige Steilküste, breite humusreiche Mulden mit anthropogener Terrassenlandschaft, alte bewachsene Lavagehänge, in hohen langhinstreichenden Mauern (Laderas) die Mulden begleitend, nackte junge Lavaströme („Malpais" der Canarier), tief eingerissene „Barrancos", weite Erosionstäler („valles"), lange wenig gegliederte Gräte („Cumbre"), hoher steiler Innenabfall des Teydezirkus, weite Bimsteinebenen und -Hügel (Cañadas) und kahle lavabedekte Hänge des Pik: das Ganze ein grossartiges Bild des Zusammenwirkens aufbauender und zerstörender Naturgewalten.

Für die Bodenkultur bieten Laven und Tuffmassen ganz verschiedene Bedingungen (siehe namentlich Rotpletz). Erstere sind von zackigen Schlackenblöcken bedeckt und sehen mit ihrer spärlichen Vegetation äusserst unwirtlich aus. Zwischen und unter den Blöcken findet sich aber ein fruchtbarer Verwitterungsschutt. Es werden die Blöcke beseitigt, in oft riesige Pyramiden aufgetürmt und auf dem freigelegten Schutt Wein, Opuntien und Bananen gebaut. Dort wo die lockeren und leicht zu bearbeitenden Tuffe obenauf liegen, ist dagegen Ackerbau leicht und lohnend (Mais, Zuckerrohr, Getreide).

III.

Das Klima von Teneriffa (und nur von hier liegen genügende Beobachtungen vor) hat von jeher, seit Humboldts Zeiten, als klassisches Beispiel für die Wirkung der

vertikalen Erhebung und Windschirmbildung auf klimatische Faktoren gegolten. Die massige Pyramide des Pik, die von der Palmenregion jäh zu achtmonatlichem Schnee aufragt, dem Nordostpassat ihre Brust darbietet und in die Antipassatregion ihr Haupt erhebt, schafft eine scharfe vertikale Gliederung und einen frappanten Gegensatz von Luv.- und Leeseite, von Nord- und Südseite der Insel. Dort reiche ständige Wolkenbildung, gute Bewässerung, üppige Kulturen, hier spärliche Wolken, afrikanische Wüste bis weit hinauf, wenig Kulturen.

Und übereinander schichten sich die wohlgeschiedenen Klimaregionen, die gleichzeitig in der Vegetation ihren biologischen Ausdruck finden:

1. Die trockenwarme Basalregion unterhalb der Wolkenzone, das *canarische Tiefland*, mit heissen trockenen Sommern und geringen Niederschlägen im Winter, auf der Nordseite bis ca. 700 m, auf der Südseite bis ca. 800 m reichend. Es ist die Region der Strandflora (Tafel I u. II) und der wüstenartigen Strauchtrift mit endemischen Elementen von vorherrschend afrikanischem Typus, xerophil angepassten, oft sukkulenten Sträuchern und Bäumen (kaktusähnliche Wolfsmilcharten (Tafel III—IV), Kanarenpalme (Tafel VI), *Plocama*„ dann auch der phönizische Wachholder und die atlantische Pistacia. Die laubwechselnden Formen zeigen Sommerlaubfall.*) In den feuchten Barrancos wachsen in wunderbarem Formenreichtum und strauchig gesteigertem Habitus die *Sempervivum-*, *Sonchus-*, *Echium*arten und der Drachenbaum (Tafel V—X). Die Kulturen müssen bewässert werden; sie tragen vielfach tropischen und subtropischen Charakter.

Megatherme Kulturpflanzen der Tiefregion: Bananen[3]) bis 200, Max. 300 m, Zuckerrohr an der Küste, Kaffee, Batate (*Convolvulus Batatas*), Ñame (*Colocasia esculenta*); tropische Obstsorten:

---

*) Vahl, Notes on the Summer-Fall of the Leaf on the Canary-Islands. Bot. Tidskrift 26. Bind. 2 Hefte. Kopenhagen 1904.

Psidium guayava, Anona squamosa und *Cherimolia, Persea gratissima, Jambosa malaccensis, Eugenia uniflora, Mangifera indica, Carica Papaya;* tropische Zierpflanzen: ca. 25 Palmenarten, darunter *Oreodoxa regia und Caryota urens, Cocos nucifera* (nur auf Palma), ferner *Ficus nitida* und *imperialis, Tamarindus indica, Pandanus utilis, Cinnamomum zeylanicum, Ricinus communis, Wigandia caracassana, Caesalpina sepiaria* (in Hecken), *Bougainvillea spectabilis, Poincettia pulcherrima.*

Xerophytische Kulturpflanzen der Tiefregion: *Opuntia Tuna* für die Cochenillezucht bis 700 m, *Agave americana* bis 700 m, *Phoenix dactylifera*; als Alleebäume: *Eucalyptus globulus, amygdalina, Lehmanni, Schinus molle*; als Zierpflanzen: *Metrosideros floribunda, Acacia dealbata, Fourcroya gigantea, Myoporum cristallinum* etc. etc.

Mesotherme (meist mediterrane) Kulturpflanzen der Tiefregion, grossenteils auch in die Wolkenregion hinaufreichend*): Weinrebe (bis 700 m Nordseite, 1240 m Südseite), Olive, Pinie, Feige (bis 1470 m Südseite), Orange, Citrone (bis 1470 m Südseite) und Cedrat, Johannisbrotbaum, japanische Mispel, Granatapfel, Mandel, Pfirsich, Aprikose, Korkeiche, Maulbeerbaum, Artischocke, Eierfrucht *(Solanum melongena)*, Kichererbse *(Cicer arietinum)*, Tabak und *Arundo Donax.* Zierpflanzen: Oleander, *Tecoma capensis, Tecoma stans, Ipomoea chrysantha, Pelargonium zonale, Nicotiana glauca, Rosa ternata, Datura arborea, Ferdinanda eminens, Laurus camphora* etc. etc.

2. Die feuchtkühle, aber immerhin noch wintermilde *Wolkenregion*, von 700—1600 m; die Region des (allerdings stark dezimierten) atlantischen Lorbeerwaldes und der mediterranen Erica-Macchie des „Monte verde", die miteinander alternieren: in den Schluchten der Wald, auf den trockenen Rücken die Heide (Tafel XI—XII).

Die hier unbewässerten Kulturen sind zum Teil mesotherm (mediterran, siehe oben), zum Teil mikrotherm (meist mitteleuropäisch), und reichen vielfach auch in die Tiefregion hinab: Getreidearten [Mais, Weizen (bis 1400 m), Roggen (bis 1900 m), Gerste], Birne, Apfel, Pflaume, Kirsche, Kastanie (von 700—1170 m Nordseite, Max. 1660 m Südseite), Nussbaum, Hülsenfrüchte (Lupinen, Bohnen, Erbsen, Linsen, Saubohnen, *Lathyrus sativus, L. Cicera, Ervum Ervilia*), Kartoffeln (bis 940 m), Tomaten, Gemüse (Rüben, Kohl, Blumenkohl. Rettig, Mohrrübe, Knoblauch, Zwiebeln, Melonen) und Gewürze (Koriander, spanischer Pfeffer). — Von Alleebäumen: Silberpappel.[4])

---

*) Die Höhengrenzen meist nach Hans Meyer (Wanderungen im canarischen Hoch- und Tiefland. Leipzig 1896. .

3. Die trockenkalte Region *über den Wolken*. in der Region des entfeuchteten Passats und des trockenen Antipassats, mit winterlichem Schnee bis 1600 m herab, mit gewaltiger Insolation, starker nächtlicher Abkühlung, minimaler Luftfeuchtigkeit und stets wehenden trockenen Winden, also mit exzessivem Wüstenklima. Im untern Teil herrscht der Pinienwald (Tafel XIV—XV), im obern die kanarische Hochwüste des Teydezirkus, mit dem meist blattlosen Ginster („Retama blanca") bis 3140 m. (Tafel (XVI—XX).

Kulturen fehlen in dieser Region; doch dient sie dem Menschen durch den Honig der Retama, zu deren Blütezeit die Bienenvölker in die Cañadas gebracht werden. Auch der Bimstein und das Eis einer Höhle hoch oben am Pik werden ausgebeutet.

Betrachten wir noch etwas näher das Klima der untern Region, das spezifische Canarenklima. Es schliesst sich am nächsten an das Mittelmeerklima an, ist aber durch die ozeanische Lage und die Einwirkung des Golfstroms milder und ausgeglichener, ein ausgesprochen ozeanisches. Die mittlere Jahrestemperatur in Orotava beträgt 19°, der kälteste Monat ist der Februar mit 14,6, der wärmste der August mit 21,7° C.; die Jahresschwankung ist also dreimal geringer als z. B. in Zürich. Die absoluten Maxima und Minima sind 31,2 und 10,5, Frost ist unbekannt. Der Sommer ist mässig warm, der Passat und die Seebrise, die ihn am Tage verstärkt, der kühle, vom Gebirge herabsteigende Landwind, der ihm nachts entgegenwirkt, mildern die Hitze; drückend warme Nächte gibt es nicht. Nur selten macht sich der afrikanische Einfluss durch den Wüstenwind geltend, der feinen Staub und glühende Hitze mit sich bringt, nicht selten auch Heuschreckenschwärme (1812 bedeckten auf Fuertaventuras Ostküste diese Tiere die Erde 1,20 m hoch!).

So bieten die Inseln der erholungsbedürftigen Menschheit eine wahrhaft ideale Stätte; Christ hat recht, wenn er begeistert ausruft: „Im Zauberkreis dieser 7 Inseln ist

beschlossen, was südliche Sonne und schattende Wolken, was Ozean und Gebirgslandschaft in glücklicher Mischung und edelm Ebenmass zustande bringen. Nirgends auf Erden herrscht diese Freiheit von allen Extremen in Klima und Lebewelt.“ Fügen wir noch hinzu, dass es keine Schlangen gibt, dass die Mückenplage sehr gering ist und dass einzig ein Tausendfüssler und eine Spinne als giftige Tiere gefürchtet sind.

Auffallend ist bei den mitten im Ozean gelegenen Inseln ihre Trockenheit; der jährliche Regenfall beträgt in St. Cruz 307 mm, in Las Palmas 350 mm, in Orotava 424 mm. Nach Hann ist dies dem Umstand zuzuschreiben, dass die Canaren im subtropischen Barometermaximum des atlantischen Ozeans liegen.

IV.

Die *Vegetation* der canarischen Inseln ist sehr reich und im höchsten Grade eigenartig; die Inseln haben von jeher eine faszinierende Anziehung auf die Botaniker ausgeübt. Keiner hat sie enthusiastischer und geistvoller geschildert als der verehrte Nestor der schweizerischen Botaniker, unser Dr. Hermann Christ, dessen „Frühlingsfahrt nach den canarischen Inseln“ ein Juwel an Pracht und Schwung der Darstellung ist, während seine wissenschaftlichen Ergebnisse die klassische Grundlage zum Verständnis der Eigenheiten der Canarenflora bilden. Unsere ganze Darstellung schliesst sich im wesentlichen an Christ an.

Die Regionen haben wir oben besprochen, die Pflanzengesellschaften und die wichtigsten Einzeltypen werden wir bei der Schilderung der Exkursionen kennen lernen: an dieser Stelle mögen nur die Hauptcharakterzüge der Canarenflora in Zusammensetzung und Herkunft kurz hervorgehoben werden. Es sei vorausgeschickt, dass man die Canaren mit Madeira und den Azoren unter dem Namen

„Makaronesien“ oder „atlantische Inseln“ zu einem eigenen Florenreich vereinigt.[5])

Die Flora der Canaren ist als eine alte Inselflora aufzufassen, die zum mindesten seit der Pliocänzeit in insularer Abgeschlossenheit und in ununterbrochenem Flusse sich erhalten und entwickelt hat.[6]) Die zahlreichen vulkanischen Katastrophen haben nur lokal zerstörend und arealzerstückelnd gewirkt; es ist nicht wahrscheinlich, dass sie jemals den ganzen Florenbestand vernichtet haben: alles deutet auf eine zeitlich und örtlich getrennte Sukzession der vulkanischen Ereignisse hin; umgekehrt ist hervorzuheben, dass die vulkanischen Eruptionen der Ansiedelung neuer von aussen her durch Winde, Meeresströmungen oder Vögel hergebrachten Pflanzen *günstig* waren, da sie ein unbesiedeltes *Neuland* ohne Konkurrenz schufen.

Stark verändernd hat der Mensch eingegriffen: durch teilweise Zerstörung ursprünglicher Pflanzengesellschaften und Ersatz derselben durch Kulturen, durch Schaffung neuer künstlicher Standorte und Gesellschaften und durch absichtliche und unabsichtliche Einführung zahlreicher neuer Pflanzenarten. Von den 1226 bis jetzt auf den Kanaren gefundenen Gefässpflanzen hält Christ nicht weniger als 420 für eingeführt!

Als Hauptcharakterzüge der Canarenfloren möchte ich nennen: das Vorkommen zahlreicher alter Tertiärtypen, die reiche Mischung aus Elementen verschiedenartigster Herkunft, den starken Alt- und Neu-Endemismus mit extremer Lokalisierung der Formen und die Steigerung kontinentaler Staudenformen zu canarischen Holzgewächsen, mit Vorwiegen des Federbuschtypus. Lassen Sie uns diese Züge einzeln betrachten!

Schon Heer hat aus seinen Forschungen über die Tertiärflora der Schweiz den Schluss gezogen, dass Makaronesien ein Schongebiet, ein Refugium sei, in welchem sich die Flora des warmen europäischen Tertiärlandes teilweise erhalten hat. In Europa selbst wurde sie durch die Eiszeit

vertrieben und vernichtet. Die neuern Forschungen Christs und Schimpers haben das durchaus bestätigt. Eine ganze Reihe von meist endemischen Typen, besonders des atlantischen Lorbeerwalds sind im europäischen Tertiärland, grösstenteils im Pliocän in identischen oder nahe verwandten Resten fossil nachgewiesen.

(Persea indica, Laurus canariensis, Ocotea foetens,) Apollonias canariensis, Viburnum rugosum, Smilax canariensis, Smilax mauritanica, Woodwardia radicans, Adiantum reniforme, Asplenium Hemionitis;* von Pflanzen des Tieflandes *Phoenix canariensis, Dracaena Draco;* aus dem Pinal die *Pinus canariensis.*

Die europäische Tertiärflora war bekanntlich eine Mischflora aus amerikanischen, afrikanischen, asiatischen und europäischen Formen, oder richtiger gesagt: die nächsten Verwandten der europäischen Tertiärtypen sind heutzutage in allen Kontinenten zu Hause.

Heer hat ursprünglich versucht, diese Mischung durch eine über Makaronesien nach Amerika hinüberreichende Landbrücke, die sagenhafte „Atlantis“ zu erklären; er hat aber später, durch seine eigenen Polarforschungen dazu geführt, eine andere von Asa Gray ausgegangene und jetzt allgemein angenommene Auffassung sich zu eigen gemacht: es bestand eine circumpolare gemeinsame Mutterflora, von der aus Europa, Asien und Amerika besiedelt wurden. Später wurden in Europa viele Typen durch die Eiszeit vernichtet, die in Amerika und Asien sich erhalten konnten: daher der Mischcharakter der europäischen Tertiärflora, verglichen mit der jetzigen.

Nun besitzt gerade auch die Canarenflora im hohen Grade diesen tertiären Mischcharakter. Der Grundstock ist *mediterran*; aber in der Ebenenflora sind zahlreiche *afrikanische* Typen, darunter besonders bezeichnende: die cactusähnlichen Euphorbien, der Drachenbaum, die Aloë,

---

*) Vor kurzem wurde im Flysch vom Tegernsee in Bayern ein fossiles Holz entdeckt, das von Julius Schuster als *Ocoteoxylon tigurinum* bestimmt wurde.

die Plocama; im Lorbeerwald und Pinal finden sich *amerikanische* Formen (*Persea indica*, *Pinus canariensis*) und *indische* Typen (*Apollonias canariensis*, *Visnea mocanera*. *Bosia* etc.). Diese Analogie der tertiären und der canarischen Flora in Bezug auf ihren Mischcharakter ist ein weiteres Argument für die Herleitung der letzteren aus der ersteren.[7])

Ein spezifischer „Inselcharakter" ist der starke Endemismus. Ungefähr die Hälfte der Canarenflora ist endemisch, d. h. besteht aus Arten, die den Canaren eigen sind, auf der ganzen Welt nur hier vorkommen oder deren Verbreitung von hier ausgegangen ist. Nur wenige andere Inseln haben einen höhern Prozentsatz eigentümlicher Formen: Galapagos 52 %, St. Helena 61 %, Juan Fernandez 70 %, Neu-Seeland 71 %, Sandwichinseln 74 %; von insular isolierten Kontinentalgebieten ist Westaustralien mit 80 % das endemenreichste Land der Erde.

Die einem kleinen Gebiet eigentümlichen Formen sind entweder systematisch isoliert, stehen ohne nähere Verwandte da, sind durch Aussterben derselben vereinsamt, oft die einzige Art ihrer Gattung: das sind *Alt*-Endemismen. Oder es sind im Entstehen begriffene Formen, die oft in ganzen Schwärmen nahe verwandter Typen auftreten, im vollen Fluss der Artbildung befindlich: das sind *Neu*-Endemismen.

Dass gerade auf Inseln besonders viele eigenartige Formen auftreten, liegt wohl hauptsächlich in der Isolation: eine auf eine Insel verschlagene Festlandpflanze ist der konservierenden, den Typus erhaltenden Wirkung der Rückkreuzung mit der Stammform entzogen. Die reiche klimatische und standörtliche Gliederung auf den Canaren mag ebenfalls mitwirken.

Die Alt-Endemismen sind reich vertreten: Manche sind uralte, dem Aussterben entgegengehende Formen, erstarrte Tertiärtypen, die als „lebende Fossilien" noch ein letztes Refugium auf den glücklichen Inseln gefunden haben. Hieher gehört vor allem der berühmte, vielbesprochene und

vieldargestellte Drachenbaum *(Dracaena Draco L.*, Tafel V), der nur noch an wenigen Orten wild gefunden wird (Gran-Canaria, Teneriffa, Gomera, Palma, Madeira und Capverden). Seine nächsten Verwandten finden sich in Socotra, im Somaliland und Nubien; ein so zerstückeltes Areal lässt auf hohes Alter schliessen, und in der Tat sind verwandte Formen im Eocän in Mittel- und Südeuropa gefunden worden.

Aber auch lebenskräftige, weiter verbreitete und expansionsfähige Typen stehen auf den Inseln ohne nähere Verwandtschaft isoliert da und müssen schon vor langer Zeit von ihren kontinentalen Verwandten sich abgezweigt haben; meist haben sie im europäischen Tertiär nahe Verwandte, oder bezeugen indirekt durch stark zerstückelte Gattungsareale ihr hohes Alter.

So die meisten baumartigen Elemente des Lorbeerwaldes, die kaktusartige Euphorbia (Tafel III u. IV), die Kleinia der Felswüste (Tafel III, Fig. 2), die Pinie des Nadelwaldes (Tafel XIV u. XV): also gerade die verbreitetsten und bezeichnendsten, physiognomisch hervortretendsten Gewächse sind alte Endemismen. Auch die herrliche dunkelorange Glockenblume der Canaren *(Canarina Campanula)* gehört hieher. Sie hat ihre einzigen Verwandten auf dem Runssoro in Ostafrika, im Gallahochland und Südabyssinien. „Wie die Inseln, so sind auch die Höhen Zufluchtsstätten verdrängter Pflanzen. Die Hochgebirge des östlichen Afrika haben in dieser Hinsicht eine wichtige Rolle gespielt. Ebenso vereinsamt inmitten des heissen Tieflandes, wie die atlantischen Inseln im Ozean, bergen ihre kühlen und feuchten Höhengürtel sonst verlorene Typen der europäischen warmtemperierten Tertiärflora. Das Auffinden der 3 Arten von Canarina an voneinander so weit entfernten und so bedeutsamen Stellen deutet auf eine erloschene europäische Ahnform hin“ (Schimper).

Auch unter den Neuendemismen haben wir 2 Kategorien: Die eine setzt sich zusammen aus leicht flektierten

Derivaten eingewanderter Mediterranpflanzen, also aus nur wenig veränderten Inselvarietäten.

Die anderen Neuendemismen bieten den für Inselfloren seltenen Fall zahlreicher nahe verwandter Arten innerhalb derselben Gattung dar.

Die Canarenflora ist berühmt durch die verblüffend reiche Entwicklung der *Semperviven* (Tafel IX) (60 Arten!), *Echium* (Tafel X, Fig. 1), *Statice* (Tafel II, Fig. 2), *Sonchus* subgen. *Dendrosonchus* (Tafel X, Fig. 2), *Euphorbia* subsectio *Pachycladæ* (7 Arten), *Convolvulus* sect *Rhodorrhiza* (6 Arten). Es sind kohärente, im vollem Fluss befindliche Formenschwärme, die uns da entgegengetreten, besonders bei der Gattung *Sempervivum*. Es mag diese reiche Entfaltung begünstigt worden sein durch die lange Dauer ungestörter Entwicklung und durch die reiche standörtliche Gliederung, welche vielerlei Anpassungsmöglichkeiten schuf. Es sind besonders die feuchten Schluchten, die Barrancos, an deren Wänden die riesigen bis wagenradgrossen Rosetten dieser saftstrotzenden Pflanzen kleben.

Wie ausserordentlich mannigfaltig ist doch die Canarenflora nach ihrer Herkunft! Da sehen wir nebeneinander unveränderte mitteleuropäische und Mediterranpflanzen (z. B. *Erica arborea*), leicht abgeänderte Mediterranpflanzen, uralte Relikte von sonst ausgestorbenen Tertiärpflanzen, höchst eigentümlich abgeänderte isoliert stehende alte afrikanische, amerikanische und indische Einwanderer neben Formenschwärmen von solchen, und zu alle dem noch die im Gefolge der Menschen eingewanderten Unkräuter.

V.

Glücklicherweise aber haben diese Einwanderer nicht wie anderwärts die einheimischen Elemente zu verdrängen vermocht: das Schicksal von St. Helena und von Neuseeland ist den Canaren bis jetzt erspart geblieben. Es ist eine Flora von unverwüstlicher Lebenskraft, die sich der Ausbreitung der Eindringlinge widersetzt.

Anderseits aber hat das Pflanzenkleid von Teneriffa durch die direkten kulturellen Eingriffe des Menschen eine weitgehende Umgestaltung erfahren. Es ist hier der Ort, die wechselvolle Geschichte der Bewohner und der Kulturen der Canaren in ihren Hauptzügen darzustellen.

Der Hauptbestandteil der Urbevölkerung der Canaren, die Guanchen, gelten allgemein als ein in dunkler Vorzeit auf die Inseln verschlagener Zweig der Berber Nordafrikas, der zwar in Fahrzeugen herübergekommen sein muss, später aber die Schiffahrt völlig verlernte und so in völliger Isoliertheit sich entwickelte. Im Laufe des 15. Jahrhunderts wurde die Insel von den Spaniern allmählich in schweren Kämpfen unter grausamer Niedermetzelung der Eingeborenen erobert. Der Rest ging allmählich durch Vermischung in den europäischen Eroberern auf, so dass jetzt die Spuren der Guanchen nur noch in dem abweichenden Typus der Canarier, in vielen Orts- und Pflanzenbezeichnungen, in der Pfeifsprache auf Gomera, in der Volksnahrung des „Gofio“ (geröstetes Mehl) in den Höhlenwohnungen und altertümlicher Töpferei erhalten sind.

In ihrem Kulturbesitz waren die Guanchen auf der Stufe der Steinzeit stehen geblieben. Sie wohnten meist in Erdhöhlen und gebrauchten Geräte aus Obsidian und Basalt, aus Holz und Knochen; sie hatten Tücher aus Pflanzenfasern und verstanden das Leder zu gerben und Töpfe ohne Drehscheibe über einem gerundeten Stein herzustellen;*) sie hielten Schweine, Schafe, Ziegen und Hunde und kultivierten in primitivem wanderndem Ackerbau Weizen, Gerste, Erbsen und Bohnen, wussten sich auch die einheimischen Pflanzen in ausgiebigem Masse zu Nutze zu machen. Den Wald scheinen sie geschont zu haben: schildert doch der Kaplan Bontier im Jahre 1403 Teneriffas Nordküsten als vom Walde bedeckt bist zur Küste herab.

---

*) Wie es jetzt noch in dem Höhlendorf Atalaya auf Gran Canaria der Brauch ist.

Die spanischen Eroberer führten die mannigfaltigsten Kulturen ein, deren Schicksal ein äusserst wechselvolles war:*) Das Zuckerrohr, 1503 auf die Inseln gebracht, ergab bis gegen die Mitte des 18. Jahrhunderts reiche Einkünfte, dann wurde es durch die Konkurrenz des westindischen Rohrs vom Markte verdrängt und spielt heute nur noch eine untergeordnete Rolle. Der Weinbau, im 16. und 17. Jahrhundert in hoher Blüte — der Canarensekt stand bei den trinkfesten Engländern in hohem Ansehen! — ging von 1750 an zurück, da die portugiesischen Weine, die Weine von Madeira, von Xeres, des Kaps und Frankreichs den Canarenwein zu verdrängen begannen. Als dann anno 1852 das Oïdium die Kulturen dezimierte, wurden sie noch mehr reduziert. An Stelle des Weins trat nun die seit 1826 eingeführte Cochenille, die Kaktus-Schildlaus, welche das Karmin liefert; die Reben wurden ausgerissen und in grossem Massstab die stachligen Opuntien gepflanzt. Die Erträge steigerten sich rasch ins Unerwartete; 1845—1875 wurden grosse Reichtümer verdient, bis 15 Millionen Mark im Jahr. Da kam aber für die vielgeprüften Isleños ein neuer Rückschlag; die Erfindung von Anilinfarben machte der teuern Cochenille rasch ein Ende, und heute ist der Markt nur noch ein minimer. Die Kaktusfelder aber, die die Landschaft entstellen, bestehen meist heute noch.

Dass durch solche Ausdehnung der Kultur die ursprüngliche Vegetation, besonders der Lorbeerwald und Pinal stark dezimiert wurde ist einleuchtend.**) In alten Namen und in einzelnen Pflanzenrelikten finden sich vielfach noch die Spuren jetzt verschwundener Wälder. Aber auch heute

---

*) Vergl.: Kampf, W. Die Erwerbsquellen auf den canarischen Inseln und ihre Wandlungen. — Dissertation. Bonn 1894.

**) Rebel und Rogenhofer (Zur Lepidopterenfauna der Canaren Ann. d. k. k. Hofmus. in Wien, IX. 1894) schreiben die auffallende Armut der canarischen Lepidopterenfauna (nur 183 Arten) geradezu der Zerstörung der Wälder und der damit parallel gehenden Veränderung der Bedingungen zu.

noch ist der Prozess der Entwaldung nicht beendigt: die Erikawälder fallen dem Köhler zum Opfer, der Zedernwachholder ist beinahe gänzlich ausgerottet und der Pinal wird durch Harzen und Schlagen gefährdet. Und nichts geschieht zu seinem Schutze, im Gegenteil. Dafür nur ein Beispiel: Dr. Burchard erzählte uns, dass die Regierung einem Unternehmer die Erlaubnis gegeben habe, im Pinuswald oberhalb der Gemeinde Vilaflor auf der Südseite der Insel 40,000 Kiefern zur Harzgewinnung anzuzapfen. Die Lizenz zum Holzen in den Staatswäldern wird für eine Peseta erteilt. Pflanzgärten existieren auf der Insel keine, und von Aufforstungen ist keine Rede. Man sieht mit Betrübnis einer Zeit entgegen, wo die herrlichen Wälder Teneriffas verschwunden sein werden. Es ist zu hoffen, dass vorher die bei uns so mächtig entfachte Naturschutzbewegung auch auf Spanien übergegriffen haben wird.[7a])

VI.

Wir wollen nun auf einigen Exkursionen einen nähern Einblick in die Vegetation zu gewinnen suchen.

Am Abend des 28. März näherten wir uns der Insel Gran Canaria. Die Hauptstadt Las Palmas ist neben St. Cruz de Tenerife die grösste Stadt der Canaren (44,517 Einwohner), die letzterer den Rang als Gouverneursitz streitig macht und auch als Handelsplatz bedeutend ist. Sie steigt mit blendend weissen Häusern amphitheatralisch am Hang empor. Die stattliche Kathedrale kontrastiert eigentümlich mit dem maurischen Charakter, den die flachen Dächer bedingen. Der Hafen Puerto de la Luz, ca. 6 Kilometer von der Stadt entfernt, ist weit und trefflich geschützt. Im Norden erhebt sich die Felsenhalbinsel der Isleta, durch einen thalassogenen Istmus landfest geworden.

Der folgende Morgen sieht uns früh unsern Kojen entschlüpfen; es heisst, die wenigen Stunden bis zum Abgang

des Schiffes nach 11 Uhr auszunützen, um einen ersten Blick in die Wunderwelt der Canarenflora zu tun. Voll Spannung durcheilen wir den schmalen Hafenort, La Luz, wo in langen Reihen die niedern einstöckigen weiss oder rötlich getünchten Häuser der Hafenarbeiter stehen; die Felshänge der Isleta locken uns.

Endlich sind sie erreicht; wir stehen mitten in der „afrikanischen Sukkulententrift", der charakteristischen Formation des canarischen Tieflandes (Tafel III). Wenn man als Wüste ein Land bezeichnet, wo der unbewachsene Boden über den bewachsenen dominiert, so könnte man diese Formation vielfach auch Wüste nennen, so sehr wiegt der nackte, aus Tuffblöcken und Tufffelsen bestehende Boden vor. Dem kräftigen Braun oder dem tiefen Schwarz dieses flechtenbedeckten Bodens entspringen in einzelnen Büschen von Halbmannshöhe die hellgrünen oder weisslichen Büsche des „Cardon", der canarischen Wolfsmilch *(Euphorbia canariensis)* (Tafel IV) mit ihren armdicken prismatischen blattlosen senkrechten Stengeln. Daneben zwei andere, einander zum Verwechseln ähnliche Saftpflanzen vom „Federbuschtypus", die Wolfsmilch des Königs Juba („Tabayba", *Euphorbia regis jubæ)* (Tafel III, Fig. 1) und die oleanderblättrige Kleinia *(Kleinia neriifolia)* (Tafel III, Fig. 2), eine Komposite aus der Verwandtschaft des Kreuzkrautes, halbkugelige, wie künstlich zugestutzt erscheinende Büsche bildend. Die schmalen Blätter drängen sich am Ende der Triebe wie Federbüsche dicht zusammen: Schutz gegen Wind? Und endlich als vierte Leitpflanze dieser Formation der Balo *(Plocama pendula),* keine Saftpflanze, sondern ein blattarmer Strauch oder Bäumchen mit langen hängenden Rutenzweigen und schmalen nadelartigen Blättern, dem Winde und der Ausnutzung des Taus vortrefflich angepasst. Das sind die vier dominierenden Arten der canarischen Strauchtrift: 3 sind afrikanische Typen, einer (die Tabayba) mit mediterranen verwandt, alle xerophytisch angepasst und mit bis 15 m langen Wurzeln

aus den Tiefen des steinigen Bodens Wasser schöpfend, alle mit unscheinbaren Blüten (die jetzt freilich noch fehlen).

Dazwischen hocken grauliche Zwergbüsche der stacheligen Gänsedistel *(Sonchus spinosus)*, eines vegetabilischen Igels aus blattlosen nach allen Seiten starrenden Dornzweigen, auf denen hin und wieder ein verlorenes Blütenköpfchen sitzt; eine nordafrikanische Wüstenpflanze, die in unveränderter Form die Canarenwüste besiedelt, und nur vom Dromedar gefressen wird. Durch die Cardonbüsche schlingen sich häufig schlanke Ruten mit gegenständigen Weidenblättern, durch Widerhaken kletternd und mit weissen wachsartig durchscheinenden Beeren besetzt. Sie sind essbar, wie uns die zerlumpte Bubenschar demonstriert, die uns voll nicht ganz uneigennützigen Interesses begleitet. „Perrito, perrito" tönt es jedesmal, wenn einer wieder etwas Neues uns gebracht hat.*)

Dieser Klimmstrauch ist die strauchige Röte *(Rubia fruticosa)*, ein Beispiel des Holzigwerdens sonst krautiger Vertreter eines Genus. Die Lücken zwischen dem Gestein sind durch ein rot überlaufenes *Mesembryanthemum* ausgefüllt, eine Blattsukkulente afrikanischer Herkunft. Und wie angepflanzt entspringen in fast regelmässigen Zwischenräumen die Ruten eines graublättrigen verwilderten argentinischen Tabaks *(Nicotiana glauca)* dem Tuffboden.

So hat uns gleich dieser erste flüchtige Besuch mit einigen der Hauptcharaktere der canarischen Tieflandflora vertraut gemacht: Reichtum an Endemismen, vielfältiger Ursprung mit Vorwiegen des altafrikanischen Elementes,

---

*) Ein Perrito (Hündchen) ist ein halber Cent; den spanischen Löwen auf dem Cent erklären die Canarier für einen Hund (perro) und der kleine Hund ist eben der halbe Cent. Die Jungen sind übrigens treffliche Botaniker; sie nennen uns alle die Kräuter mit den einheimischen Namen. Wie viele Naturvölker, hatten auch die Guanchen grosses Interesse für die einheimische Flora und so findet man sehr viele Volksnamen. Eine Liste von Dr. Perez enthält 181 Namen.

mannigfache xerophyte Anpassung, Strauchigwerden sonst krautiger Genera und Zurücktreten der Adventivflora.

VII.

Auf Teneriffa haben wir folgende Exkursionen gemacht:

1. Von Laguna über Esperanza und den Lorbeerwald von Agua Guarcia nach Matanza und Orotava (30. März).
2. Von Orotava längs der Nordküste per Wagen nach Icod; von dort zu Fuss nach los Silos und zurück und am 3. Tag durch den Pinal von La Guancha nach S. Juan de la Rambla, von dort per Wagen zurück nach Orotava (2.—4. April).
3. Von Orotava auf den Pik und zurück (6.—8. April).
4. Von Orotava per Wagen oder zu Fuss nach Tacoronte und Laguna (12. April).
5. Von Laguna nach Tegueste und Tegina und zurück (13. April).
6. Von Laguna ins Anagagebirge (Mercedes, Taganana, Draguillo, Igueste, St. Andres und nach St. Cruz, 14.—15. April).

Ausserdem wurden 6 Tage der reichen Umgebung von Orotava gewidmet (botanischer Garten und verschiedene schöne Privatparke, Villa Orotava, Lavavegetation, Kulturen, Strandflora und -Fauna etc.).

Der Raum reicht nicht hin, alle diese Exkursionen zu besprechen; ich muss mich darauf beschränken, die Tour längs der Nordküste und auf den Pik näher auszuführen, und die Anaga-Exkursion kurz zu streifen.

Ein glänzender Frühlingsmorgen weckt uns am 2. April; die Sonne scheint durch die grossen Fenster meines wohnlichen Eckzimmers im Humboldtkurhaus und malt die Schatten der Palmwedel des Parks an die Wand. Rasch aus den Federn und vor der Tour noch schnell auf das platte Dach des Hôtels, um die schöne Aussicht zu geniessen! Vor uns, nach Norden, blaut über den weissen Häusern von Puerto Orotava die unendliche See im Glanze des erwachenden Tages; mit blendend weissem Gischt umsäumt die rauschende Brandung das klippige Gestade (Tafel I); so nagt sie seit Äonen in unablässiger Arbeit, und zerstört, was vulkanische Kräfte aufgebaut haben, im ewigen Wechselspiel des Werdens und Vergehens. Auf den unablässig vor dem Passat heranrollenden Wogen

schaukelt vor der kleinen schlechten Rhede einer der kleinen Bananendampfer, die den Lokalverkehr besorgen. Gegen Westen schweift der Blick von Coulisse zu Coulisse längs der wilden, reich gegliederten Küste, die bis in blau verschwimmende Ferne weiss gesäumt ist. Und hinter uns, im Süden, dehnt sich die weite sanft ansteigende herrliche Fläche der Taoro-Mulde; sie ist reich bebaut: terassenförmig reihen sich die Felder übereinander, im saftigen Grün der breitblättrigen Bananen prangend, oder mit Getreide, Lupinen, Tomaten oder Wein bepflanzt, leider auch immer noch mit dem unschönen starrenden Kaktus; baumreiche Parke mit malerischen palmengesäumten Landsitzen sind überragt von Araucarien und von den dunkeln Domen des tropischen Feigenbaums beschattet; weiss leuchten die Dörfer und Städte aus dem Grün, durch Eucalyptus-Alleen verbunden. Alles ist überschüttet mit einer Fülle von Blumen: von Mauern und Hausdächern giesst die Bougainvillea ganze Kaskaden ihrer roten Blüten herab, verwilderte Geranien schmücken die Raine und die weisse Cherokee-Rose klettert an den Kapellen in die Höhe. Zahlreiche Barrancos mit dichtem Grün einheimischer Flora unterbrechen die Kulturlandschaft, aber auch öde Lavastrecken mit Euphorbiabüschen. Die runden Kegel einiger Montañetas, aus schwarzen Rapilli oder hellem Bimstein aufgeschüttet, erinnern an die unter der lieblichen Landschaft schlummernden drohenden vulkanischen Mächte. Im Hintergrunde steigt die Fläche über buschig bewaldete, mit Erica-maquis bekleidete Hänge zur wellig bewegten Gratlinie der Cumbre auf, über der zumeist ein Wolkendach schwebt. Im Westen senkt sich als gigantischer Grenzwall der Mulde die Lavamauer der „Ladera di Tigaiga“ ab, in einer langen Linie zum Meere streichend. Hinter dieser leuchtet der weisse Kegel des Pik auf, den Blick magisch an sich ziehend und das Bild verklärend.

Das ist die Landschaft, von der Humboldt im Jahr 1799, auf seiner ersten Reise folgende begeisterte Schilde-

rung entwarf: „Ich habe im heissen Erdgürtel Landschaften gesehen, wo die Natur grossartiger, reicher in der Entwicklung organischer Formen ist; aber nachdem ich die Ufer des Orinoko, die Cordilleren von Péru und die schönen Täler von Mexiko durchwandert, muss ich gestehen, nirgends ein so mannigfaltiges, so anziehendes, durch die Verteilung von Grün und Felsmassen so harmonisches Gemälde vor mir gehabt zu haben.

Die Abhänge sind mit Reben bepflanzt, die sich um sehr hohe Spaliere ranken. Mit Blüten bedeckte Orangenbäume, Myrten und Zypressen umgeben Kapellen, welche die Andacht auf freistehenden Hügeln errichtet hat.“

So Humboldt! Heute ist freilich manches anders geworden: die Landschaft hat an Frische, an Grün und an malerischen Bildern wesentlich verloren durch die Einführung der Cochenillezucht auf ausgedehnten Kaktusfeldern, deren hässlicher stachliger Monotonie die Rebguirlanden und Orangenhaine zum Opfer fielen; die reihenweise gepflanzten Bananen, welche den Kaktus jetzt vielfach ersetzen, verlieren an Wirkung sehr durch die zerschlitzten Blätter der erwachsenen Pflanzen. Und die unregelmässig verästelten Eucalypten mit ihrem dunkeln Laub, die sich überall hervordrängen, bilden keine Zierde der sonst baumarmen Landschaft. So kommt es, dass die hochgespannten Erwartungen des Reisenden etwas enttäuscht werden, besonders wenn er, wie wir, verwöhnt ist durch alpine oder noch mehr durch südalpine Landschaftsbilder mit ihrer reicheren Gliederung und ihrer harmonischen Abstufung von üppiger baumreicher Vegetation zu wilder Hochgebirgsnatur.

Doch nun hinab, rasch gefrühstückt und in die sieben Wagen sich verteilt, die uns längs der Nordküste nach Icod de los Vinos führen sollen. Es ist eine wundervolle Fahrt, auf breiter, in die Lava und Tuffmassen gesprengter „Carretera“, die bald tief in ein reichbegrüntes Barranco einbiegt, bald kleinere Schluchten auf steinernen Brücken überschreitet, bald ufernahe hoch über der Brandung sich hinzieht, oder

auch auf weit sich vorbauende bananenbedeckte Lavadeltas herabschaut. Man sieht dann tief unter sich die „Fincas", die Landhäuser, mit ihrem Palmenschmuck und ihren Orangenhainen, von regelmässig gereihten weit sich dehnenden Bananenfeldern umgeben. So z. B. bei der berühmten Ecke der Rambla del Castro, wo einige tuffbildende Quellen tief unten am Meere entspringen.*) Ein hohes Fabrikkamin setzt uns in Erstaunen: es ist eine Dampfpumpe, die das Wasser der Quellen hinaufpumpt, damit man es zur Bewässerung verwenden kann. So sehr haben die dürstenden Felder schon alles verfügbare Nass der Barrancos aufgesogen, dass man zu dieser Aushülfe greifen muss.

Im Barranco unterhalb Realejo leuchtet im Hintergrund, über reichblühenden Sträuchern des canarischen Johanniskrautes *(Hypericum canariense)* auftauchend, das malerisch sich türmende Städtchen Realejo alto mit seinem berühmten Drachenbaum.

An den Felsen längs der Strasse blühen reichlich die strauchigen Margueriten, das *Chrysanthemum frutescens* unserer Gärten; rote und blaue *Cinerarien*, die Stammeltern unserer gefüllten Topfpflanzen schmücken die feuchten Stellen, neben den ganz flachgedrückten Riesenrosetten einer endemischen Hauswurz *(Sempervivum tabulaeforme)* und den zierlichen durchsichtigen Wedeln des mediterranen Frauenhaars *(Adiantum capillus veneris)*, das uns an Locarno erinnert. Im Grunde der Schluchten wächst mit riesigen Pfeilblättern die tropische Name *(Colocasia esculenta* [Taf. VIII]), ein Aronsgewächs mit

*) Über die Entstehung dieses flachen Vorsprungs „Guindaste de Castro", welcher der ehemaligen, jetzt landeinwärts liegenden Steilküste vorgelagert erscheint, sagt Rotpletz (a. a O. S. 244): „Ein Lavastrom hat sich dort über den alten Steilrand bei der Kapelle S. Piedro ins Meer ergossen. Auf das dadurch gewonnene Land haben dann die Barrancos eine mächtige Schuttmasse geführt und so die fruchtbare Terrasse „Rambla del Castro" gebildet. Ähnliche, aber jüngere über den alten Steilrand ins Meer geflossene und zu einem „Lavastromdelta" ausgebreitete Andesitströme haben auch die Vorsprünge von Puerto Orotava und Punta Brava gebildet.

stärkemehlreichem Wurzelstock, das in der Südsee viel kultiviert wird und hier aus den Kulturen häufig verwildert.

Das Dörfchen St. Juan de la Rambla liegt auf einem weit in's Meer vorstossenden Lavastrom. Dass gerade auf solchem die Ansiedelung stattfand, wird begreiflich, wenn man hört, dass auf neuen Laven der Grund und Boden dem gehört, der ihn zuerst okkupiert. Auf einem unfruchtbaren Teil des Stromes, dem „Malpais" (Ödland) treffen wir wieder die Strauchtrift, aber in etwas anderem Typus als auf Gran Canaria, mit weniger Euphorbien; dagegen treten hier Zwiebelgewächse reichlich auf: zwei Meerzwiebeln, zwei Affodillarten und ferner die afrikanische *Justitia hyssopifolia*, stattliche verwilderte Ricinusträucher und eine Ephedra.[8])

Bald darauf rasseln wir über das Lavapflaster der Hauptstrasse von Icod de los Vinos. Links und rechts öffnen sich die kleinen hölzernen Klappläden, die charakteristisch nach oben sich schlagenden „Postulas" und dunkeläugige Isleñas schauen verwundert auf die Menge von jungen „Ingleses", die hier so fröhlich einrücken.

Unser Mittagsmahl nehmen wir im Schatten des grossen Drago von Icod. Den Nachmittag benutzen unsere Geologen, um den jungen Lavastrom von Garachico zu besuchen (vom Jahre 1706), während wir die Barrancoflora, die Formation der feuchten Schluchten, in einem reichen Tälchen oberhalb des Dorfes untersuchen. Die feuchten Wände sind förmlich tapeziert durch die sonderbaren kreisrunden Wedel des *Adiantum reniforme*, auf langen dunkeln Spindeln zitternd; durch das Gebüsch winden sich die reizenden Ranken des *Myrsiphyllum*, der stachliche buschartige Spargel *(Asparagus scoparius)* versperrt den Weg und ein strauchig gewordener Ampfer *(Rumex Lunaria)* bildet ganze Büsche.[9])

Von wilder Schönheit werden diese Barrancos besonders dort, wo sie in enger Schlucht ins Meer ausmünden. So sahen wir es eine Woche später, als wir von Laguna aus eine Exkursion nach Tegina und durch den Barranco de las Palmas machten, der unweit dieses Dorfes ins Meer mündet,

an einer wohl 100 m hohen Steilküste aus schwarzen basaltischen Laven. Die Schlucht, oben weit und mit reicher Vegetation bedeckt, verengt sich gegen das Meer zu cañonartig. Die seitliche Erosion ist wegen der Trockenheit gering und so bleiben die Seitenwände in ihrer ursprünglichen Steilheit erhalten. Es ist ein gegen 100 m tiefer schwarzer Höllenrachen, der sich gegen das blaue Meer öffnet. Brüllend rauscht unablässig die Brandung heran und schleudert donnernd ihre weisse Gischt hoch an die dunkeln Wände hinauf, ein erhabenes Schauspiel von ewig wechselndem Aspekt (Tafel VII, Fig. 2). Auf dem rauhen Boden der steilen Wände, an denen wir bis zum Grunde abstiegen, hat sich eine reiche Vegetation angesiedelt, eine bunte Mischung von Barranco-, Strand- und Triftformen.

Dominierend sind die gelbgrünen niedern Massen einer succulenten Stranddolde, der *Astydamia canariensis* (Tafel II, Fig. 1), die mit ihren mächtigen saftreichen breitfiedrigen Blättern und ihren gelblichen Fruchtdolden einer Mamutsellerie gleicht. Rote Flecken malen die *Mesembryanthemum-* und *Sempervivum*-Arten auf die Lava, dunkelgrüne die *Periploca laevigata*, weisse ein filziges *Helichrysum* und die zierliche silberglänzende *Polycarpaea Teneriffae*; in tiefem Orange leuchtet überall eine Flechte auf. Wolfsmilch und *Kleinia* wagen sich bis weit gegen die Küste hinaus. Und wenn man auf den Steilabfall hinaus klettert, so gleitet der Blick staunend längs der furchtbar zerfressenen Lavaklippen der Küste von Coulisse zu Coulisse.

Doch wieder zurück nach Icod de los Vinos! Wir kehren bei sinkender Sonne in das freundliche Städtchen zurück, wo in den langen Gassen überall der Pikgipfel hereinleuchtet, vom Abendschimmer verklärt. Nirgends baut sich die gewaltige Pyramide so einheitlich auf wie von hier, wo sie vom Meeresniveau eines Schwunges bis 3730 m sich erhebt, nicht unterbrochen durch den Ringwall des Teydezirkus, der hier von Lavaströmen durchbrochen ist (Tafel

XVI, Fig. 1). Auch Icod liegt in einer Mulde wie Orotava, aber sie ist schmäler, nicht von so hohen starren Lavamauern begrenzt und geht nach oben in herrlichen Pinienwald über, über dessen dunkle Massen die Schneepyramide des Pik sich türmt. Es ist eine Landschaft klassischen Stils, einfach und gross in ihren gewaltigen Linien; ich kann ihr nur den Anblick des Fuji-yama, des Wahrzeichens Japans an die Seite stellen.

Der folgende Tag, wiederum in glanzvoller Helle anbrechend, führte uns nach Westen weiter längs der Küste, an Garachico, dem lavazerstörten mit seiner wilden Brandung vorbei gegen Los Silos, wo eine ausgedehnte Zuckerrohrkultur getrieben wird und Kamele als Lasttiere gebraucht werden und abends zurück nach Icod, wo wir noch einmal übernachteten.

Der Exkursionsstab ist in einer mehr als primitiven Fuhrmannsherberge einquartiert. Müde wie wir waren, hatten wir uns in unsern fensterlosen Zimmerchen schon auf's Bett geworfen und gesucht, mit der canarischen Mikrofauna in ein erträgliches Verhältnis zu gelangen, als der Ruf ertönte: Auf, der Alcalde ist zu unserer Begrüssung da, die Dorfmusik will uns ein Ständchen bringen! Wir eilen in die spärlich erhellte Wirtsstube und werden dort in feierlicher Weise vom Alcalden und einigen Honoratioren des Städtchens begrüsst und bewillkommt. Der Gouverneur hatte unsere Ankunft angezeigt und möglichstes Entgegenkommen anbefohlen. Unser freundlicher Begleiter Dr. Burchard bringt in wohlgesetztem Spanisch einen Toast auf den König Alfonso aus, der vom Alcalden mit einem Hoch auf den Bundespräsidenten erwidert wird. Die Stadtmusik draussen vor der Herberge intoniert unter dem Schein von Fackeln das „Rufst du mein Vaterland", in das unsere rasch aus dem andern Hotel zusammen getrommelten Studenten eifrig einstimmen. Und während innen die Verbrüderung lebhafte Fortschritte macht, wird draussen abwechselnd gespielt und gesungen. Unsere Studentenlieder schienen der in dichten Scharen versammelten Volksmenge

sehr zu gefallen, besonders die „Pintschgauer“; am andern Morgen hörten wir die Strassenjugend überall das „Tschahi Tschaho“ pfeifen.

Der letzte Tag dieser Exkursion war dem Studium des Pinals de la Guancha, des schönsten Pinienwaldes von Teneriffa, gewidmet, der an den Flanken des Piks von ca. 1000 bis 1900 m sich hinaufzieht, in seinen obersten Vorposten bei ca. 2000 m die Höhe des Teydezirkus erreicht und durch die „Boca“ in denselben vordringt.

Die canarische Pinie *(Pinus canariensis)* ist ein Endemismus der westlichen Canaren, neben zwei Wachholdern die einzige Conifere, ein stattlicher Baum, bis 40 m Höhe und bis 12 m Umfang erreichend und im Wuchs an unsere Arve erinnernd (Tafel XV). Die Nadeln stehen zu drei in einem Büschel, sind bis 30 cm lang und hängen rossschweifartig herab. Die Pflanze ist mit amerikanischen Formen am nächsten verwandt, in Europa noch im Tertiär in Spanien nachgewiesen, gehört also zu den uralten Reliktformen der Canaren. Sie ist vorwiegend Gebirgsbaum, von unglaublicher Lebenszähigkeit und Bedürfnislosigkeit; auf dem sterilsten Lavaboden vermag sie ihre tiefen Wurzeln zu schlagen und ist besonders auf der trockenen Südseite der Insel stark verbreitet, wo sie ebenfalls bis zum Rand des Teydezirkus vordringt. Der Trockenheit der Cañadas ist sie aber nicht gewachsen, hier fehlt sie völlig. Sehr auffallend ist bei einer Kiefer ihre starke Ausschlagsfähigkeit; aus den Stöcken gefällter Bäume sprossen eine Menge dichtgedrängter Stocklohden, mit den einzelstehenden bläulichen Nadeln der Jugendform besetzt, einen dichten bläulichen Busch bildend. Auch aus den Stämmen älterer Bäume treten aus schlafenden Augen reichliche Wasserschosse auf, die ebenfalls den eigentümlichen Atavismus der Jugendnadeln zeigen (Tafel XIV, Fig. 2).

Der Unterwuchs des Pinals ist nicht reich; es sind namentlich die Elemente der mediterranen Mâquis, die in ihn eindringen: die Cistrosen, die Erica, daneben auch

Leguminosensträucher (*Adenocarpus* und *Cytisus proliferus*[10]). Der Pinal von La Guancha ist ein gut geschlossener Wald mit reicher Verjüngung, der Boden mit den Nadeln bedeckt, mit spärlicher Krautflora zwischen den Büschen des lockeren Macchien-Unterwuchses. Im obern Teil stellt sich der schöne *Arbutus canariensis* ein, der kanarische Erdbeerbaum, mit seiner leuchtend chokoladefarbenen ganz glatten Rinde wie geschält aussehend; seine aprikosengrosse erdbeerähnliche Frucht wird gegessen („Madroñes").

VIII.

Äusserst lohnend erwies sich die Exkursion von Laguna über Mercedes ins Anagagebirge, in die reich gegliederte altbasaltische Ostecke der Insel. Lorbeerwald und Erica-Macchien bedecken hier noch mit üppigem grünem Mantel weithin die Hänge. Die Elemente beider durchdringen sich gegenseitig in mannigfaltiger Mischung. Im Lorbeerwald von Mercedes tragen die knorrig gewundenen und flechtenbedeckten Stämme des canarischen Lorbeers und des Vinatico (*Persea indica*, Tafel XI, Fig. 2) ein dichtes Laubdach, über das sich hohe Baumheiden erheben. Ein Riesengeranium und ein gelbleuchtender stattlicher Hahnenfuss schmücken den Boden; feuchte Lehmwände sind überzogen mit dem Schleier einer reichen Farnvegetation, die auch auf die moosbedeckten Baumäste klettert, tropische Epiphyten nachahmend.[11]) Wir treten in die kühle Passatwolke ein, die über dem Grat lagert; in einer Lichtung tauchen Hirten auf, fröstelnd in ihre Mantas sich wickelnd.

Beim Cruz el Carmen (900 m ü. M., Temperatur 8° C., ca. 11 Uhr) bildet die seltenere Strauchheide (*Erica scoparia*) fast reine Bestände auf dem breiten Grat.*) Wir wandern weiter auf dem Grat im Nebelregen; eine prachtvolle gelblichfilzige Labiate (*Sideritis canariensis*) tritt in

*) Vereinzelt darin: *Myrica Faya, Cytisus canariensis, Laurus canariensis, Pteridium aquilinum, Andryala pinnatifida, Pinus canariensis* (ganz vereinzelte, schlecht entwickelte Exemplare).

ganzen Beständen auf. Jenseits des Cruz de Afur treten wir plötzlich, am Nordhang wandernd, aus dem Nebel heraus; ein schön begrüntes Alpental (valle de los Carboneros [Taf. VII, Fig. 1]) senkt sich zu unsern Füssen zur Nordküste herab; die obern Abhänge mit Lorbeerwald und Escobonbeständen *(Cytisus proliferus)* bedeckt, weiter unten terrassierte Getreideäcker und Viehweiden. Wieder geht es zur Cumbre hinauf und ein ähnliches lachendes Tal (valle de los Catalanos) erfreut uns auf der Südseite. Die herrliche rote Canarenglocke *(Canarina Campanula)* hängt in Massen über den Weg, die silberweisse *Polycarpaea Teneriffae* ziert die Felsen neben Riesenrosetten von Hauswurzarten und ganzen Gärten eines strauchigen *Chrysanthemum.* Bei der kleinen Fonda de los Catalanos bei 800 m liegt mitten auf dem Grat ein primitiver Bauernhof mit Strohhütten, um welche sich Kühe, Esel, Ziegen und Hühner tummeln. Das Vieh bleibt hier das ganze Jahr auf der Weide und wird nur nachts eingestallt. Unter dem Grat treten auf der Südseite auffallende aufwärts gebogene Windformen von *Erica arborea* auf, wohl eine Folge des durch den Nordostpassat aspirierten Talwindes.

Wir lagern uns im Windschutz einer steilen Felswand; Herr Jähnel, der vorsorgliche Wirt des Hotel Tenerife von Laguna, der uns begleitet und auf einem Packesel Proviant und Decken mitführt, bereitet uns ein treffliches Mittagsmahl. Die Felswand ist ein wahrer botanischer Garten.*)

Beim „Cruz de Taganana“ (900 m, Temperatur 11°) verlassen wir den Grat und steigen auf vielgewundenem Pfad durch den wundervollen Lorbeerwald nordwärts zum Dörfchen Taganana herab. Es ist eine wahrhaft tropische Üppigkeit, die uns umgiebt; mannshohe Farnwedel bilden ein Dickicht, überall hängen Lianenstricke von den Bäumen herab,

*) *Sonchus Jacquinianus, Sempervivum canariense* mit 70 cm breiten Rosetten, *Sempervivum agriostachys, Ceterach aureum* in Riesenexemplaren, *Sideritis macrostachys, Davallia canariensis, Notolaena Marantae etc.*

Selaginella überzieht in glänzenden Teppichen den Boden; Lebermoosreinkulturen *(Anthoceros)* bedecken die Lehmwände und alle Baumäste sind in dichte Moospelze gehüllt. Der Lorbeer bildet Stämme von einem halben Meter Durchmesser, Ericabäume von 7 m Höhe sind häufig und die riesigen Magnolienblätter der *Pleiomeris*-Bäumchen bilden ganze Schattendächer. Es ist der ursprünglichste, wildeste und üppigste Wald, den wir gesehen (Tafel XI, Fig. 1).

Das Dörfchen Taganana liegt malerisch zerstreut auf Gräten und Hängen eines rasch zum Meere eilenden Tales, umgeben von zahlreichen Feldern. Der Alcalde ist nicht aufzutreiben, Quartier für 13 Mann auch nicht! Herr Jähnel will uns bis zum Leuchtturm an der Nordostecke der Insel führen, wo der Wächter uns beherbergen kann, aber es ist ein weiter und gefährlicher Weg, auf dem uns die Nacht überraschen würde. Da stellt sich als rettender Engel ein „Peon Guarda del Estado, Servizio forestal", ein Waldhüter mit ehrfurchtgebietendem amtlichem Schild und Flinte vor, vom Gouverneur uns entgegengesandt. Er will uns längs der Nordküste führen, so weit es geht; er kennt Unterkunftsgelegenheit am Weg. Wir preisen die väterliche Fürsorge des Gouverneurs und rasch geht es nun bei sinkender Sonne hinab zur Küste und auf schmalem Pfad längs derselben nach Osten.

Es ist ein hochinteressanter, äusserst malerischer und abwechslungsreicher Weg. Er führt bald durch den weichen Sand der Meeresbuchten, bald über hochgetürmte Lavablöcke, durchkreuzt steile Barrancos, zieht sich an senkrechten Strandklippen hin, geleitet uns auf breiten Rücken durch kleine Ansiedelungen mit Kulturen von Ñame und Agaven. An der Ecke gleich östlich von Taganana zählen wir vom Weg aus an den beinahe senkrechten Felswänden der „Hombres de Taganana" 28 Exemplare wilder Drachenbäume, und ganze Hänge sind mit verwilderten Agaven bedeckt.

Grüne Vorhänge von *Ephedra fragilis* hängen über die Felsen und die seltene *Euphorbia balsamifera* bildet mit *Kleinia* grosse Bestände. Der Rückblick auf die grandiosen Felscoulissen des Nordabfalls des Anagagebirge ins Meer, das im Schein des Abendhimmels glänzt, ist unbeschreiblich grossartig.

Doch schon dunkelt es bedenklich; der Pfad beginnt sich durch eine enge Schlucht emporzuarbeiten; da droben kennt unser Peon einen Bauern, der uns vielleicht beherbergen kann. Bald haben wir das gastliche Gehöft „Draguillo", zum „kleinen Drachenbaum" erreicht; der Bauer ist nicht wenig erstaunt, als die Invasion durch die enge niedere Tür in die geräumige Wohnstube nicht enden will. Doch er empfängt uns freundlich, stellt uns drei reinliche Betten und den Übrigen den Boden seines Wohnzimmers zur Verfügung und will am andern Morgen kein Entgelt annehmen. Das war noch die alte canarische Gastfreundschaft!

Am andern Morgen steigen wir auf schmalem Pfad durch den Barranco zum „Cruz del Draguillo" auf der Cumbre empor. Der Wald, aus den Elementen des Lauretums- und Ericetums gemischt, ist stark gelichtet; mitten zwischen die ausschlagenden Stümpfe des „Laurel" werden Kartoffeln gepflanzt, und rauchende Kohlenmeiler verarbeiten das Holz des Brezo *(Erica)*, traurige Bilder aus der fortschreitenden Waldverwüstung.*) Im Gebüsch steht halbmannshoch der rote Thyrsus der prächtigen *Calianassa canariensis*, gleichsam ein veredelter Fingerhut, und wuchernd schlingen sich die behaarten Triebe der Canarenwinde durchs Geäst. Wilde Birnbäume stehen in voller Blüte und das dunkle Laub des wertvollen Barbusano *(Apollonias canariensis)* wechselt mit dem des Laurels. Der gelbe Riesenhahnenfuss dieser Region *(Ranunculus cortusaefolius)*

*) Der Wald gehört der Gemeinde Taganana; für das Roden wird eine kleine Entschädigung in die Gemeindekasse gezahlt.

tritt in leuchtenden Herden als Schlagpflanze auf den Lichtungen auf und *Echium*bäumchen stehen in voller Blüte.

Vom Cruz del Draguillo (660 m, Temperatur 10° C.) geht es nun hinüber in abwechslungsreicher Wanderung bergauf und bergab, auf gutem Fusspfad von Valle zu Valle traversierend bis zum Valle von Igueste und dann durch dieses hinaus nach dem gleichnamigen Dorf, wo wir mittags 1 Uhr anlangten. Die Siedelungen der Bauern liegen meist malerisch auf den die Täler trennenden Rücken (den „Lomos"); die Hänge sind reich kultiviert, der Wald auf die obersten Teile zurückgedrängt, wo er aber auch auf der Südseite noch stark entwickelt ist. Die Felswände sind überall mit Riesentellern hellgrüner *Semperviven* (Tafel IX) besetzt; oder eine schneeweissfilzige Labiate *(Sideritis macrostachys)* hängt in üppigen Halbsträuchern aus den Spalten. Bis 600 m herauf dringt die Opuntia und der Cardon, mit gelbfilzigen Lippenblütlern und Echiumbäumchen gemischt, über die die zierliche *Paronychia canariensis* ihre weissen Schleier wirft; ganze Jasmingebüsche bedecken sich mit gelber Blütenfülle. Quer durch die verzweigten Talfurchen ziehen sich schmale Gangmauern, in prismatische Basaltsäulen zerklüftet und von den Erosionsrinnen halb durchsägt. Weite Lavahöhlen werden als Ziegenställe benützt. Zuletzt führt der Weg dem plätschernden Bache entlang, der mit überraschender Wasserfülle dem Meere zueilt, in ruhigeren Becken von den weissen Blüten eines Wasserhahnenfusses bedeckt *(Ranunculus aquatilis)*. Üppige Bananenfelder umgeben das malerisch am Ausgang des Valle gelegene Igueste.

Der Nachmittag führt uns auf abwechslungsreichem Strässchen hoch über dem Meer längs der Küste nach St. Andres und von dort per Barke nach St. Cruz. Die Vegetation ist die typische afrikanische Strauchtrift mit *Euphorbia canariensis* und *regis Jubae*, mit *Kleinia* und *Plocama*, mit *Sonchus spinosus* und *Astydamia canariensis*, als Strandelement dazu sich gesellend.

IX.

Am frühen Morgen des 6. April herrscht ein lebhaftes Treiben vor dem Humboldtkurhaus: 26 feurige Maultiere, mit Packsätteln ausgerüstet, stehen bereit, besorgt von 13 Arrieros; 16 Reiter beginnen sich mit grösserer oder geringerer Leichtigkeit auf die Sättel zu schwingen und 10 Fussgänger mit grünen Büchsen oder grossen Pflanzensäcken, schweren Bergschuhen und Pickeln oder Alpenstöcken bewaffnet, erwarten ungeduldig den Aufbruch der Kavalkade. Nachdem die 10 Packtiere mit Proviantkörben, mit Wasserfässchen und 50 Decken schwer beladen sind, gibt der Anführer, auf einem edlen weissen Mulo die Schweizerfahne schwingend, das Zeichen zum Aufbruch und mit einem solennen Abschiedsjauchzer setzt sich die Kolonne in Bewegung, voran Don José Bethencourt, der bekannte Pikführer, der schon eine grosse Zahl von Forschern geleitet hat. Laut ertönten die Zurufe der Arrieros an ihre Tiere: Anda Morena! Arré mulo! scho mul' aschó!

Hell leuchtet unser Ziel, der Pik, über die Ladera herüber und bei der angenehmen Temperatur von 12,8° C. marschiert sich's prächtig. Wir steigen durch die Taoro-Mulde hinauf, über Villa Orotava. Es ist ein interessantes altes Städtchen, am Hange sich hinziehend, der Sommeraufenthalt der Puertaner; prächtige Patrizierhäuser reihen sich aneinander mit schön geschnitzten Balkonen und Friesen aus Teaholz und wundervollen reichen Gärten, aus denen die schlanken Pyramiden der *Araucaria excelsa* neben den dunkeln Laubdomen eines tropischen Feigenbaums und des echten Ceylonzimmts sich erheben. Auf den flachen Dächern der niedrigen Häuser haben sich ganze Luftgärten von Hauslaub angesiedelt *(Sempervivum urbicum)*.

Oberhalb Villa führt der Weg durch eine reiche Terrassenlandschaft mit Weizenkultur; bei 500 m treffen wir die ersten Kastanien und blühende Birnbäume. Bei 740 m stehen wir mitten in der Kastanienregion; die

Bäume sind noch völlig kahl. Sie umgeben die primitiven Strohhütten canarischer Bauern. Das Dach, mit Weizenstroh oder auch mit Kastanienblättern gedeckt, reicht fast bis zum Boden und ruht auf einem Unterbau aus trocken gemauerten Lavablöcken. Jede Ansiedelung besteht aus 3—4 Hütten: einer Wohnhütte, einer Küche, einem Kuhstall und einem Ziegenstall. Die Küche, ohne Kamin, ist schwarz geräuchert, die Schlafhütte wohnlich eingerichtet, mit saubern Betten. Die Leute sind freundlich und lassen die Inspektion ihrer Interieurs ohne Widerstand zu.

Bei ca. 800 m steht die oberste canarische Palme und daneben ein Kirschbaum in voller Blüte, während der Nussbaum eben auszuschlagen beginnt.

Nun betreten wir die Region der Erica, die lockere Macchie mit *Erica arborea* (Tafel XII) und der canarischen Stechpalme; wo wir ein Barranco durchkreuzen, sind sie ersetzt durch den Lorbeerwald; die Kastanien hören bei ca. 1100 m auf. Der Ericabusch wird höher; in anmutigen Windungen schlängelt sich langsam ansteigend unser Pfad durch die blühende mannshohe Heide.

Bei 1300 m machen wir einen Halt in einer Lichtung, mitten in der unterdessen gebildeten Passatwolke, wo allmählich mehr und mehr der „Codeso“ *(Adenocarpus)* und die habituell ausserordentlich ähnliche *Micromeria* als niedrige Zwerg- und Spaliersträucher sich einzustellen beginnen.

Hier hört der „Brezal“, der Ericawald auf und wir treten in die Region des Codeso und „Escobon“, des weissen Gaisklees *(Cytisus proliferus)*, dessen bis 5 m hohe Bäume gerade in voller Blüte stehen*) (Tafel XIII). Stundenweit dehnt sich an den Hängen dieser herrliche Hain, den wir mit Jauchzen begrüssen, denn er erinnert auffallend an die

* Es ist sicher, dass hier früher Pinienwald gestanden hat. Humboldt (1799) erwähnt solchen, auch Edens und P. Feuillé. Der einzige Rest dieser Pinienwälder ist der Pino del Dornajito, der am Camino del Brezal bei einer Quelle steht.

blühenden Obstgärten der Heimat. Doch der schöne Gürtel ist nur schmal; der Pfad klettert jetzt über eine Lavawüste hinauf, deren Kalkarmut durch die Anwesenheit der Geographieflechte gekennzeichnet wird *(Rhizocarpon geographicum)*. Immer öder wird die Szenerie; schon erscheint bei 1750 m der erste Busch der „Retama", des blattlosen Ginsters der Pikregion; wir überschreiten auf holprigem Pfade die Lavablockwildnis des Portillopasses und nun öffnet sich der Blick auf die grossartige Landschaft des Teydezirkus.

In gewaltiger Rundung umzieht der Steilabsturz der „Montañas de las Cañadas" das weite vulkanische Amphitheater (Tafel XVII). Er ist in malerische Bergformen zerklüftet, die ganz an unsere heimischen Berge mahnen: Säntis und Altmann erkennen wir deutlich im Profil. Die Riesenmauer ist 200—500 m hoch und lässt sehr klar die horizontal gelagerten, aber oft durch Verwerfungen gestörten Schichten aus buntfarbigen Laven- und Tuff-Bänken unterscheiden, die täuschend Sedimenten gleichen. Vom Steilhang ziehen sich ausgedehnte Schutthalden herab; hin und wieder ragt eine senkrechte Gangmauer, die aus resistenterem Material besteht, wie ein Sporn weit in die Cañadasebene hinaus.

In diesem Riesenzirkus (er hat bis 20 Kilometer Durchmesser und 188 Quadratkilometer Flächenausdehnung, so dass der ganze Kanton Appenzell-Innerrhoden darin Platz hätte) erhebt sich im Zentrum der eigentliche Vulkankegel des Pik, von dessen Hängen dunkle Lavaströme sich weit hinabziehen. Er füllt aber den Innenraum des Teydezirkus nicht völlig aus: zwischen den Stirnrändern seiner Lavaströme und dem Steilabsturz des Ringwalles schalten sich ebene Bimsteinflächen ein, die oft zwischen beiden in schmalen Engpässen zusammengedrängt sind (Tafel XVII). Diese Engpässe nennt der Canarier „Cañadas" (ein Wort, das mit „Cañon" zusammenhängt); der Name wurde dann auf die gesamten Ebenen und Hügel aus Bimstein übertragen, welche den eigentlichen Abhang des Pik von der Umwallung trennen.

Es ist eine Landschaft von ergreifender Grösse: kahle Steilhänge, weite wüstengelbe Bimsteinebenen, mit dunkelgrünen Retamabüschen locker übersät, dunkle Lavamassen, alles überflutet mit einer blendenden Fülle von Licht in einer Luft von wunderbarer Klarheit und überragt von der majestätischen Pyramide des Pik!

Die einzige Pflanze, welche diese Wüstenregion in grössern Mengen zu besiedeln vermocht hat, ist die berühmte „Retama blanca", der *Spartocytisus supranubius*, der über den Wolken tronende, meist blattlose Ginster oder das Krummholz des Pik. Er bildet dunkle runde Büsche, welche bis 3½ m Höhe und bis 6 m Durchmesser erreichen können. Von einem ganz kurzen, kaum über den Boden sich erhebenden Stamm, der bis 30 cm Durchmesser erreicht und ein eisenhartes, schön getigertes Holz führt, gehen horizontal streichende, oft gewundene Äste aus, die sich in zahllose aufstrebende Zweige teilen bis zur Bleistiftdicke herab, dicht besenartig gedrängt, vom Juli bis Mai völlig blattlos, kantig gefurcht, rein grün oder mit weisslichem Filz bedeckt. Zur Blütezeit, im Mai, erscheinen mit den weissen Blüten kleine Blättchen, die aber im Juli wieder abfallen. Die Cañadas oder die „Ilanos della Retama" sind stellenweise übersät mit diesen vegetabilischen Hügelchen; der lichtverschluckende Strauch erscheint gegenüber den hellleuchtenden Bimsteinflächen fast schwarz, so dass von weitem das Grün überhaupt zu fehlen scheint. Diese Retamawüste findet ihre Analogie in der *Welwitschia*-Wüste des Damaralandes, in der *Euphorbien*-Wüste des Gross-Namalands, in der *Anabasis*- und *Limoniastrum*-Wüste der algerischen Sahara und der *Artemisia*-Wüste von Nevada in Nordamerika. Weite Ebenen sind aber ganz vegetationslos. Wir lagern uns auf einem solchen ebenen Bimsteinfeld unweit des Portillopasses bei 2150 m; die Temperatur der Luft betrug hier abends 5 Uhr 9° C., diejenige des sonnenbestrahlten Bodens an der Oberfläche 20° und des feuchten Untergrundes in 10 m Tiefe 11° C.

Unter einer etwa 3 cm mächtigen Decke kleiner Bimsteintrümmer fand sich ein feiner feuchter Sand vor. Es scheint also die Feuchtigkeit des Untergrundes durch eine solche Schuttdecke gut konserviert zu werden. Das wissen die Canarier sehr wohl; bei lange andauernder Trockenheit pflegen die Bewohner der östlichen Inseln 7—10 cm mächtige Rapillidecken über die Felder auszubreiten, um Missernten vorzubeugen. Dass aber auf den Cañadas diese Bodenfeuchtigkeit doch nur eine spärliche und stark xerophytisch angepasste Vegetation zu nähren vermag, das wird wohl der gewaltigen Evaporationskraft dieser dünnen, trockenen und bewegten Luft zuzuschreiben sein, die noch durch eine enorme Insolation gesteigert wird. Mass doch Piazzi Smith[12]) am 4. August auf dem Guajaragipfel, der höchsten Erhebung des Teydezirkus, bei 2715 m am Insolationsthermometer mittags 11 Uhr 58 Minuten eine Temperatur von 100° C., bei 15,5° Luftwärme im Schatten. Die nächtliche Ausstrahlung ist so stark (sinkt bis auf 1° herab), dass die tägliche Temperaturschwankung bis 100° C. betragen kann! Auf solche Extreme müssen die Alpenpflanzen des Pik eingerichtet sein.

Neben der Retama sind bis jetzt noch 50 weitere Blütenpflanzen in der Hochregion gefunden worden, aber alle nur vereinzelt im Geröll und an den Felsen. Darunter ist keine einzige arktisch; einige sind mit europäischen Alpenpflanzen verwandt, so *Arabis albida*, die andern endemisch.

Doch wir müssen eilen, um noch beizeiten unsern Lagerplatz zu erreichen! Wir lassen das Gros vorausziehen, um noch zu photographieren und zu messen. Nach einiger Zeit sehen wir die lange Karawane über die gelbe kahle Fläche langsam dahinziehen: ein typisches Wüstenbild!

Wir schlagen unser Bivouac im Schutze einer vorspringenden Kulisse des „Risco verde“, östlich vom Pik, am Fusse des Ringwalles auf. Es ist ein stimmungsvoller

Lagerplatz: in halber Höhe eines Schuttkegels aus grossen Blöcken lassen wir uns nieder, hinter uns die senkrecht aufsteigende, im Widerschein des Abendhimmels leuchtende Felsmauer, vor uns, genau gegen Westen, zuerst die kahle gelbe Bimsteinebene, dann dunkle zerrissene Lavamassen, die vom Vorberge Rastrojos herkommen, dahinter der rundliche Bimsteinhügel der „Montaña blanca"; er schimmert grünlich im Streiflicht der sinkenden Sonne, wie ein beraster Gletscherrundhöcker; den Abschluss bildet die erhabene Pyramide des Pik, in den leuchtenden Westhimmel scharf sich einzeichnend.

Um 1/26 Uhr taucht die Sonne gerade hinter dem Pikgipfel unter: noch lange vergoldet sie die feinen Rauchwölkchen, die den Fumarolen des Gipfelkraters entsteigen, als ob auf diesem grandiosen Naturaltar eine weihevolle Opferflamme emporlodere. Nun beginnt am Abendhimmel ein wundervolles Farbenspiel; er strahlt zuletzt in leuchtendem Rot, während die Abendschatten sich langsam über die in feierlicher Stille lagernde Landschaft zu senken beginnen. Wir stehen stumm, tief ergriffen von dem herrlichen Schauspiel.

Doch nun macht die Natur ihre Rechte geltend: unser Küchenchef kommandiert seine Leute und es entspinnt sich ein lebhaftes Lagerleben. Die einen helfen die Mulos entladen, die dann zufrieden an den Retamabüschen zu weiden beginnen, die andern errichten zwischen Lavablöcken einen Herd; wieder andere schleppen Retamaäste zum feuern herbei und zwei wackere Alpenklubisten holen mit Todesverachtung Schnee von einer entlegenen, schwer zu erkletternden Rinne. Bald prasselt ein lustiges Feuer unter dem Kochtopf und jeder erhält seine warme Suppe nebst Zubehör.

Dann geht es an die Bereitung der Lagerstätten. Die Honoratioren werden in der von allen Pikreisenden erwähnten Lavahöhle untergebracht, die an einem Felsvorsprung liegt und mit einer Holztür verschlossen werden

kann; weitere 15 schlafen unter Zelten und 2 unter freiem Himmel, auf einem stilvollen Lager aus Retamazweigen. Die Arrieros gruppieren sich, in ihre weissen Mantas gehüllt, um ein Riesenfeuer, das die malerische Gruppe mit phantastischen Reflexen übergiesst.

Es war eine herrliche sternklare Nacht, die ich à la belle étoile genoss; über mir vollendete der grosse Bär langsam seine lautlose Bahn um den Polarstern; bald begann der Mond, selbst noch hinter dem Ringwall verborgen, die Luft mit seinem Schimmer zu erfüllen und den Pik mit sanftem Licht zu übergiessen. Die feierliche Stille wurde nur hin und wieder durch die weidenden Tiere unterbrochen; nur gedämpft klang die Unterhaltung der Arrieros bis an mein Lager. Die Temperatur sank im Laufe der Nacht von 7° bis auf 1,5, morgens 5 Uhr; der Bimsteinboden zeigte sogar nur 0°.

Wundervoll war der Sonnenaufgang am Pik und das allmähliche Auftauchen der Landschaft aus den Schatten der Morgendämmerung. Um 6 Uhr brachen wir auf, zunächst noch längs der Umwallung uns hinziehend, vorbei an dem malerisch vorspringenden Felsenpfeiler Las Pilas, zur Quelle „Fonte della Grieta“ am Fusse des Espigongipfels, wo wir die Tiere tränkten und unsere Wasserfässer wieder füllten. Hans Meyer fand im Jahre 1895 die Quelle verschüttet; jetzt sprudelte sie wieder, mit einer Temperatur von 7° C., während die Luft 14° zeigte, morgens 8 Uhr.

Nun verlassen wir den Pfad, der längs der Felsmauer weiterführt zum Guajarapass nach Vilaflor auf der Südseite der Insel, durchqueren die Cañadas-Ebene (Tafel XVIII) und steigen langsam über Lavaströme und Bimsteinhänge hinauf zur Montaña blanca, wo wir unsere Mittagsrast machen. Heiss brennt die Sonne und der Glast reizt die Augen, so dass die Gletscherbrille nötig wird; der Boden zeigt bei 2400 m eine Temperatur von 36°, die Luft 15,5, morgens 11 Uhr.

Unser Blick reicht jetzt über die Cañadasberge hinaus auf den Ozean, der von einem schimmernden Passatwolkenmeer überdeckt ist, über dem in blauender Ferne die schönen Gratlinien von Gran Canaria sichtbar werden. Grossartig ist auch der Blick über die Cañadasebene zur Ringmauer hinüber mit ihren trotzigen Felsabstürzen.

Von der Montaña blanca aus führt der steil ansteigende Pfad in endlosen Serpentinen über Bimsteinhänge und Lavatrümmer zur Alta Vista, der Klubhütte bei 3270 m. Links und rechts drohen die wild zerrissenen Wände schwarzer Obsidianlavaströme. Von ihrem untern Rand sind gewaltige Blöcke weit über den Bimsteinhang herabgerollt; sie sind im Laufe der Zeit durch Wind und Frost gerundet und sehen aus wie Riesenbomben; v. Buch bezeichnet sie als „Glasträne".

Unsere Maultiere nehmen auch diesen letzten Anstieg ihrer achtstündigen Tagesarbeit mit Bravour; auch die metertiefen Schneeg'wächte unter der Hütte durchstampfen sie mutig. Unsere reitenden Genossen sind entzückt von der Sicherheit und Ausdauer der Tiere, und von dem behaglichen Genuss der Reise, den das Reiten gewährt. Nur die etwas gar breiten Packsättel muten dem Spreizvermögen etwas zu viel zu.

Um 3 Uhr stehen wir hochaufatmend bei der Hütte; es ist ein solider Steinbau, von einem philanthropischen Engländer den Pikbesteigern gewidmet, mit 3 Abteilungen. Ringsum liegt noch Schnee, von der Sonne zu phantastischen schrägstehenden Gestalten ausgeschmolzen, an „Büsserschnee" in statu nascendi erinnernd (Tafel XVI, Fig. 2).

Der letzte Aufstieg über die schwarzen Obsidianlaven der „Rambleta", teils auf Lavarücken, teils in den schneegefüllten Vertiefungen, und auf den obersten 140 m hohen bimsteinbedeckten Trachytkegel des Piton presste uns manchen Seufzer aus; doch blieben alle von der Bergkrankheit verschont, die hier oft auftritt. Der Weg ist als deutlicher

Pfad kenntlich, irgendwelche Kletterschwierigkeit oder Schwindelgefahr kommt nicht vor.

Und endlich, 6 Uhr abends, haben wir die hohe Warte des Pikgipfels 3730 m erreicht. Es ist ein kleiner, halb eingestürzter Krater, 40 m tief, 100 m lang und 70 m breit, innen mit Trachyttrümmern bedeckt und aus mehreren Spalten feine Schwefeldämpfe aushauchend, die schöne Kristalle am Rande absetzen. Das Gestein ist weissgelb gefurcht, daher der Name „Zuckerhut“ (Pan de Azucar).

Die Lufttemperatur betrug 1,5 °, der Wind wehte zu unserer Überraschung immer noch als Passat aus Nordost, nicht, wie er eigentlich sollte, als Antipassat aus Südwesten. Das scheint öfters vorzukommen; auch Hans Meier hat es so angetroffen, ebenso Biermann, während die mittlere Grenze des Passat bei ca. 2500 m angegeben wird.

Und nun die Aussicht! Die Insel selbst ist nur in ihren obersten Partien von Wolken frei: Teydezirkus und Cumbre im Osten, die Tenoberge im Westen. Im Osten, Süden und Westen zieht sich die Ringmauer der Cañadasberge als trotzige Wehr rings herum und begrenzt die freie Aussicht; der Krater des Pico viejo im Westen, die hellen Bimsteinkuppen der Montaña blanca, die schwarzen Eruptionszentren der Rastrojos, das kreisrunde, rabenschwarze parasitische Vulkänchen der Montaña nera im Osten und die weite Cañadasebene liegen wie auf einer Reliefkarte unter uns und weit zieht sich die Cumbre über das Wolkenmeer, das in seine Täler wie in enge Buchten mit langen Zungen brandet (Tafel XX, Fig. 2). Nach Norden senkt sich der Blick über die ununterbrochenen wilden Lavagehänge bis zum Pinal herab, den wir jetzt in seiner ganzen Ausdehnung überblicken, es ist neben dem Monte verde der Cumbre das einzige Grün, das wir sehen.

So dominiert in der Nahesicht die furchtbare aus dem Feuer geborene vulkanische Einöde dieser Mondlandschaft, und der grüne Mantel mit den freundlichen Siedelungen

der Menschen liegt unter schimmernden Wolken verborgen.

Denn ein weites, rings in unendliche Ferne sich dehnendes Nebelmeer deckt den Ozean. So bleibt uns der vielgerühmte Anblick der blauen Schale des Ozeans entzogen, in deren Mitte der Pikbesteiger wie auf einem Pfeiler steht, und in deren Grunde die Schiffe langsam zum Rande emporkriechen! Aber auch das Nebelmeer ist wunderbar schön. Deutlich erkennt man die Kluft, die die höher liegenden Seewolken von den tiefern, über der Insel lagernden Landwolken trennt (Tafel XX, Fig. 1). So haben wir ein dreifaches Wolkensystem: zu unterst die Landpassatwolken, dann die Seepassatwolken und ganz oben, hoch über dem Pik die nach Nordosten ziehenden feinen Cirrhi des Antipassat.

Das ozeanische Wolkenmeer setzt sich aus lang hinziehenden Streifen von Haufenwolken zusammen; stellenweise ist die Nebelfläche so geebnet, dass sie die Wasserfläche des Ozeans vortäuscht. Im Westen überflutet die sinkende Sonne die glänzende Wolkenschar mit Purpurgluten (Tafel XX, Fig. 2). Aus ihnen tauchen in blauender Ferne die westlichen Inseln auf: die zweigipflige Palme, die massige Gomera, auf der Passatseite mit dicken Nebelballen vollgepackt, und die langgestreckte Ferro, auf der eine mitleidige Wolke das Grab des verlassenen Meridianes deckt.

Im Ostsüdost erhebt sich der zackige Grat der imponierenden Gran Canaria über die leuchtende Fläche, und selbst Lanzerote und Fuertaventura lassen ihre Umrisse ahnen.

Und nun beginnt im Osten der Riesenschatten unseres Berges langsam über Land und Wolkenmeer anzusteigen, erst schwarz auf der Cañadas liegend, dann wächst er in duftiger blauer Färbung über das rötlich schimmernde Wolkenmeer hinaus und steht zuletzt als riesige blaue Pyramide uns gegenüber, ein gewaltiger Anblick! Der

Schatten ragt etwa zur doppelten Höhe der Insel Gran Canaria empor, die 2000 m hoch ist. Am Gipfel des Schattens erzeugen die Dunstwölkchen eine in Strahlen nach oben schiessende Glorie. Aber rasch wird die überirdische Erscheinung im nachrückenden Erdschatten ertränkt und in totem Mattsilberschimmer umbrandet uns nun lautlos das weite Dunstmeer.

Es war eine unvergessliche Feierstunde, die das Häuflein Menschen da oben durchlebte; wir fühlten uns durchdrungen von den Schauern der Unendlichkeit.

Nur ungern rissen wir uns los, aber die empfindliche Kälte (0,8°), die der steife Passat noch fühlbarer machte, zwang uns zum Abstieg. Nur einer von uns, ein gereifter Alpinist, der in unserem Hochgebirge schon vieles durchgemacht, liess es sich nicht nehmen, die Nacht im Krater zuzubringen. In Decken eingewickelt, verbrachte er bei — 4° C. Minimum die Nacht frierend, aber ohne Schaden. Auch die Nacht auf der Alta Vista war kalt; geschlafen wurde wenig in den dicht zusammengedrängten Haufen, die allen verfügbaren Raum mit Menschenleibern bedeckten. Aber all die Mühen waren vergessen, als uns morgens 5 Uhr, bei — 2° Kälte, ein herrlicher Sonnenaufgang über dem Nebelmeer entzückte.

Um 7 Uhr begann der Abstieg. Wenig unter der Alta Vista bei 3140m passierten wir den obersten Retamastrauch, niedrig, dem Boden dicht angepresst und von den wilden Kaninchen zernagt, deren Losung massenhaft zwischen den Lavablöcken lag. Am untern Ende der Serpentinen fanden wir im Bimsteinschutt das berühmte Pikveilchen; es wächst im sonst völlig vegetationslosen Bimsteingrobschutt, unter dem in 10 cm Tiefe ein feiner sandiger Boden auftritt. Es kommt nur hier vor und ist am nächsten mit der *Viola cenisia* unserer Kalkalpen verwandt.

Der Rückweg führte uns mitten durch die Cañadas an der Festung der „Fortalezza“ vorbei, einem der wenigen Überreste der Ringmauer auf der Nordseite des Teydezirkus.

Am Fuss derselben steht einsam bei 2150 m die oberste *Pinus canariensis*, an ihren Felsen wächst *Juniperus Cedrus*, *Echium Aubersoni* und *Rhamnus integrifolia*. Den Abstieg nahmen wir über den langen Kamm der Ladera de Tigaiga.

Bei 1730 m hört die Retama auf und es tritt die Ericaformation an ihre Stelle. Von 1680 bis 1140 m durchwanderten wir die Passatwolke. Die Temperatur sank sofort von 16° C. auf 9,5°, betrug in der Mitte der Wolke noch 6° und stieg beim Abstieg langsam bis auf 9,6° an, am untern Rand der Wolke. Es wäre von grossem Interesse, fortlaufende Beobachtungen aus der Wolkenregion zu haben, die zweifellos eine bedeutende Depression der mittleren Jahrestemperatur ergeben würden.

Während wir noch oberhalb der Passatwolke abstiegen, tat sich plötzlich die weisse Decke auf und liess uns einen herrlichen Blick in die liebliche Landschaft des Orotavatales tun. Die Ostwand der Ladera erscheint mit Ericetum bestanden; in den Barrancos tritt wieder auf der Westseite Lorbeerwald auf, der mit einzeln Relicten (*Oreodaphne*. *Woodwardia*) tief herabreicht. Am untern Ende der Ladera stiegen wir auf einem Geispfad über deren Ostwand nach Realejo ab; dabei überzeugten wir uns, dass der Lorbeerwald und Pinal tief herabreichen.

Um 7 Uhr rückten wir, nach 12stündigem Marsche, wieder in unser Buen retiro ein, hochbefriedigt von der prächtigen Tour, die in der Spanne eines Tages von Palmenhainen zu alpiner Höhe führt.

Lassen Sie uns zum Schluss unsere Eindrücke über die herrliche Insel zusammenfassen:

Ein uraltes plutonisches Hochgebirge, mitten aus den Fluten des Ozeans aufsteigend, führt den entzückten Wanderer vom Schnee der Brandung zum Schnee der Höhe, von der sonndurchglühten afrikanischen Wüste durch die ehrwürdigen nebelfeuchten Schatten des tertiären Lorbeerwaldes, die lichten Haine mediterraner Baumheide und die winddurch-

sausten Hallen des amerikanischen Pinienwaldes zur feierlichen Stille der über den Wolken tronenden Hochwüste der Kanaren. Es ist eine wunderbare Folge landschaftlich schöner und biologisch bedeutungsvoller Szenerien, anmutig belebt durch das fleissige und sympathische Inselvolk. Dem Naturforscher zeigt sich in erstaunlicher Mannigfaltigkeit die Genesis und die sekundäre Aufarbeitung vulkanischen Bodens, und in seltener Klarheit sieht er die Abhängigkeit des lebendigen grünen Kleides von Klima und Boden vor sich. Er schwelgt in einem unerhörten Reichtum schöner und eigenartiger Formen, auffallender Anpassungen und erdgeschichtlich bedeutungsvoller Typen. Eine Fülle ungelöster Fragen birgt noch das Inselleben für den Biologen. Und wer jemals längs der felsigen Nordküste gewandert, zwischen dem ewigen Lied der Brandung und dem stummen Hymnus der Pflanzenwunder des steinigen Gestades, oder wer, im Grün der Barrancos halb ertränkt, jubelnd bei jedem Schritt neue fesselnde Erscheinungen begrüsste, oder vom luftigen Kamm der Cumbre des Anagagebirges, aus dem Schleier der Passatwolke heraustretend, den erstaunten Blick von Meer zu Meer über reichbegrünte und reichdurchtalte Hänge schweifen liess, oder wer endlich gar auf den Gipfel des Pik die Seele in Ewigkeitsahnung tauchte, der gedenkt stets in sehnendem Verlangen der glücklichen Insel!

Anmerkungen und Zusätze.

[1]) Wir waren unser 34; ausser 15 jetzigen und ehemaligen Studierenden des eidgenössischen Polytechnikums und einiger Universitäten zierten eine Anzahl Kollegen des In- und Auslandes unsere Liste: wir waren 5 Botaniker, ein Garteninspektor, ein Zoologe, ein Hygieniker mit starken biologischen Neigungen und unermüdlichem Sammeleifer, ein Geologe, zwei Geographen, drei Mediziner, ein Pharmazeute, zwei Sekundarlehrer, und auch das kaufmännische Element war trefflich vertreten: eine Vielseitigkeit der Interessen und Kenntnisse, welche die Reise doppelt lehrreich machte. Sie verlief denn auch unter der ausgezeichneten Führung Dr. Riklis, der das Programm äusserst sorgfältig vorbereitet hatte, unter dauernder Wettergunst und ungetrübter Harmonie zu vollster Befriedigung der Teilnehmer, denen sie reichen Gewinn brachte.

Ich will auch an dieser Stelle dankbar hervorheben, dass der hohe schweizerische Schulrat mehreren unter uns die Teilnahme an der Reise durch einen Beitrag aus dem Barthfond ermöglichte.

[2]) Die Purpurarien sind sehr quellenarm; der Regen kann unter Umständen ein ganzes Jahr ausbleiben, so dass das Trinkwasser von Gran Canaria geholt werden muss. Die Reben werden meist in tiefe Gruben in der Lapillidecke gepflanzt; Weizen- und Gerstenfelder werden durch eine dünne Lapillidecke vor dem raschen Austrocknen bewahrt. Die wilde Flora ist beinahe baumlos; auch die blühende Kamelzucht ist ein afrikanischer Charakter.

[3]) Die Bananenkultur ist gegenwärtig die wichtigste auf Teneriffa ;1906 betrug der Wert der Ausfuhr (von den gesamten canarischen Inseln) 8,666,160 Mark für Bananen, 4,513,000 Mark für Tomaten, 1,416,780 Mark für Kartoffeln (nach freundlicher Mitteilung von Konsul Ahlers). Die Bananen werden auf bewässerte Lavafelder gepflanzt, von denen man die Blöcke entfernt hat. Da die kultivierten Bananen niemals Samen tragen (die Früchte entstehen ohne Befruchtung „parthenokarpisch"), werden sie ausschliesslich auf vegetativem Wege vermehrt. Man pflanzt entweder die jungen Schösslinge, welche am Grunde des fruchtenden

Haupttriebes entspringen, oder die Strünke, welche nach dem Kappen desselben übrig blieben, und die dann neue Seitenschösslinge treiben. Nach 12—18 Monaten blühen diese Schösslinge. Zwischen den Bananenreihen werden häufig noch Kartoffeln gepflanzt, die in 3 Monaten reif sind, oder auch Mais. Die Blüten sind reihenweise unter fest zusammengepackten grossen Brakteen geborgen; wenn bei der Blüte diese Deckblätter sich zurückrollen, kommen schon Fruchtansätze zum Vorschein. Die grosse Fruchttraube setzt sich aus 7—14 „Händen", d. h. Querreihen von Früchten zusammen und wird nach der Anzahl der Hände verkauft. Eine Traube von 12 Händen kostet auf dem Feld Fr. 4,5—5, mit 11 Händen Fr. 3,5, mit 10 Händen Fr. 2,5, mit 8 Händen Fr. 1,5 und mit 7 Händen Fr. 1. Eine Hektare zählt im Mittel 1000 Pflanzen, die im Jahre ca. 2000 Trauben produzieren. Die Ernte dauert das ganze Jahr, die Hauptzeit ist Juni bis August. Die Fruchttrauben, die 25—60 Kilo schwer sind, werden sehr sorgfältig verpackt, zuerst in Watte, dann in Papier, dann in Weizenstroh aus Frankreich, dann kommen trockene Bananenblätter und zuletzt ein Lattenverschlag aus schwedischem Fichtenholz. Die ganze Verpackung einer Traube kostet Fr. 2. 50.

Die Bananenfelder werden bewässert; sie sind durch niedere Dämme in Carrés geteilt, die alle 11—15 Tage mit Wasser gefüllt werden. Es ist gegenwärtig wenigstens in der Taoro-Mulde aller verfügbare und bewässerbare Bananenboden okkupiert; neue Anlagen wären nur nach Errichtung neuer Wasserleitungen möglich. Diese Leitungen werden alle von Privatgesellschaften erstellt, die das Wasser teuer verkaufen. Eine Hektare Bananenboden inklusive Wasser kostet Fr. 3000 Pacht.

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass auf Teneriffa es notwendig ist, vor der Reife die Perigonblätter auf der Frucht abzuschneiden, weil sonst die Frucht leicht fault. Auf Gran Canaria wird diese mühsame Operation nicht ausgeführt, obwohl dort dieselbe Sorte (Musa Cavendishi) gepflanzt wird.

(Nach mündlichen Mitteilungen an Ort und Stelle von Herrn Machado.)

[4]) Ueber die Futterpflanzen für das Vieh verdanke ich Herrn Dr. Burchard folgende Mitteilungen: „Richtige aus Gräsern angebaute Wiesen zu Mähzwecken gibt es nicht. Als Viehweiden werden auf den gesamten Canaren nur unkultivierte, mit wilden meist endemischen Gewächsen bestandene Abhänge meist felsigen Untergrundes benutzt. Mit Futtergewächsen bestellte Terrains (hauptsächlich Mais und Saubohnen) spielen nur

eine ganz untergeordnete Rolle. Ganz selten sieht man einmal ein ganz kleines Stückchen mit „Alfalfa“ (Luzerne) besät. Von dieser wie von den wilden Kräutern wird nie Heu gewonnen, sondern der betreffende Viehhalter rafft täglich mit der Sichel den Hausbedarf in der Nähe seines Wohnsitzes 1—2 mal zusammen und wirft die frischen Kräuter den Kühen vor. Auf Nordwest-Palma bildet die ausgezeichnete Futterpflanze *Cytisus proliferus* var. *palmensis* („Tagasaste“ der Eingeborenen) im Pinienwald stellenweise Massenvegetationen und ermöglicht relativ hohe Siedelungen. Pferde bekommen nur Trockenfutter (Häcksel und Maiskorn). Schafe (in Teneriffa auf den Tenobergen, auch auf Gran Canaria in weiterer Ausdehnung auf dem Monte, d. h. den Bergeshängen von 800 m aufwärts), sowie Ziegen werden überall, wo nur der geringste Kräuteranflug existiert, frei ausgetrieben, nur nachts in die meist als Höhlen oder Blocksteinmauern eingerichteten Ställe (correales) zurückgetrieben. Auf den Cañadas gibt es auch ohne dauernde Behütung frei weidende Ziegenherden und eine Menge verwilderter Tiere, die Sommer und Winter im Freien bleiben“. Nach freundlicher Mitteilung von Dr. Perez wird der Tagasaste auf Palma in ausgedehntem Masse kultiviert; er bleibt das ganze Jahr grün. Seit 25 Jahren besitzt die Familie Perez in Laguna eine Pflanzung dieses Cytisus, der zuerst durch Dr. Perez senior bekannt wurde. Auch *Lathyrus tingitanus* („Chicharaca“) wird nach Perez bei Laguna als Futterpflanze viel benützt.

5) Von dem griechischen „*Μακάρων νῆσοι*“ abgeleitet, das nach Kiepert vielleicht auf den tyrischen Stadtgott Makar (Melkart) zurückweist. — Manche Forscher rechnen auch die Capverden zu dem makaronesischen Florenreich, doch haben diese viel ausgesprochener afrikanisch-tropischen Charakter. — Vahl (Ueber die Vegetation Madeiras, Englers botanische Jahrbücher Band 36, 1905) macht den Vorschlag, als makaronesisches Vegetationsgebiet nur Azoren, Madeira und die Canaren mit Ausnahme von deren Tiefregion zu bezeichnen und letztere der „nordsaharischen Steppe“ zuzurechnen.

6) Die vielumstrittene Frage, ob die Canaren und die atlantischen Inseln überhaupt je landfest gewesen, also „kontinentale“ Inseln seien, oder ob sie stets isoliert gewesene „ozeanische“ Inseln seien, möge hier kurz gestreift werden.*) Sie

*) Siehe besonders den Artikel v. Scharff: Some remarks on the Atlantis-Problem. Proc. royal Irish Academy, vol XXIV Sect. B. 1902—1904. S. 268.

ist mit der umfassenden Hypothese einer ehemaligen kontinentalen Ueberbrückung des atlantischen Ozeans, einer versunkenen „Atlantis“ eng verknüpft, und setzt sich ihrerseits aus folgenden Einzelfragen zusammen:

Waren die Canaren jemals mit dem Kontinent in Verbindung?

Wenn ja, welches war die Brücke, und wie schliesst sie sich an eine „Atlantis“ an?

Wie lange hat die Verbindung gedauert?

Geologie und Biogeographie müssen sich hier die Hände reichen, um alle direkten und indirekten Argumente des Für und Wider zu erschöpfen. Ob man für die Besiedelung von Inseln Landbrücken postulieren muss oder nicht, hängt in erster Linie von der Wirksamkeit ab, die man den direkten Transportmitteln zuschreiben darf und vom Nachweis solcher Mittel im gegebenen Fall. In neuerer Zeit hat sich das Tatsachenmaterial für wirksame Verschleppung von Pflanzenkeimen über weite Meeresstrecken durch Strömungen, Vögel und Wind so gehäuft, dass die Botaniker im allgemeinen weniger für Landbrücken eintreten als die Zoologen. Manche Tierklasse nämlich, besonders die Landmollusken (und darunter namentlich die unterirdisch lebenden), dann manche Krustaceen, viele Würmer, eignen sich sehr wenig für Verschleppung über Meer.

Für die Canaren kommen als Zufuhrmittel organischer Keime in Betracht: die häufig von Afrika her in grosser Stärke wehenden Winde, die ja sogar Heuschreckenschwärme wenigstens zu den Purpurarien gebracht haben, dann die Zugvögel,*) die

*) Kœnig (Verh. d. niederrh. Ges. in Bonn. Bd. 47. 1890. S. 11 des Sitzber.) sagt darüber: „Es darf – zumal von Teneriffa — gesagt werden, dass Zugvögel auf der Insel recht selten sind; ich selbst habe trotz grösster Aufmerksamkeit nur eine Rauchschwalbe, ein Paar Turteltauben, drei Kampfschnepfen und einige Brachvögel wahrgenommen und niemals einen wirklichen Vogelzug etwa bemerkt.“ Dagegen schreibt Bolle, der öfter und zu allen Jahreszeiten die Kanaren besuchte (Zeitschr. f. allg. Erdkunde. Bd. X 1860): „Im Winter erscheinen, vom Norden her und vom Kontinente herüberwandernd, grosse Schwärme von Zugvögeln auf den Kanaren, darunter Enten, Reiher, Bekassinen, Eisvögel, Drosseln, Staare, Mandelkrähen, Kiebitze und viele andere, welche reiche Jagdbeute liefern. Die weniger bekannten dieser Gäste werden vom Volke mit dem Kollektivnamen „Pajaros de Africa“ belegt.“ Dr. Burchard, der seit sechs Jahren auf Teneriffa lebt und sich lebhaft für diese Frage interessiert, teilt mir folgendes mit: „Hier auf Nord-Teneriffa zeigen sich sehr wenige Zugvögel. In

allerdings nur spärlich erscheinen, vielleicht auch der Arm des Golfstroms, der seine Inseln bespült.*)

Die Frage nach der Landverbindung war und ist heute noch strittig:

Für eine ehemalige Kontinentalbrücke sprachen und sprechen sich aus die Botaniker Unger und Heer, die Geologen und Geographen Forbes, Blanford, Frech, Suess, Neumayr, Sapper, Arldt und die Zoologen Murray, Wollaston, Kobelt, Stoll und Scharff.

Unger und Heer lassen ihre tertiäre „Atlantis" quer über den mittlern atlantischen Ozean sich erstrecken, zur Erklärung der amerikanischen Elemente in der Tertiärflora; diese „Mittel-

---

der Laguna-Ebene und in Süd-Teneriffa soll gelegentlich mehr davon zu sehen sein, und jedenfalls noch mehr auf den östlichen Inseln. Ich selbst beobachtete in den letzten Jahren hier in meinem Grundstück oder dessen Umgebung (in Orotava):

1. Im Winter, Januar und Februar: *Vanellus cristatus* (Kiebitz), jedoch in kleineren Flügen, stets auch schreiend.
2. Im Frühjahr, März—April, etwa 1—2 Wochen hier in meinem Garten als Gast auftauchend und verbleibend: *Turdus musicus* (die Singdrossel), aber völlig schweigend.
3. Im Oktober (sehr eigenartige Zeit, da so sehr viel später als der Abzug aus Europa!), plötzlich und nicht regelmässig jedes Jahr, 1—3 Tage in grösster Zahl einfallend und verbleibend, gerne in den höchsten Astnisteln von Araucaria excelsa sitzend: *Hirundo rustica* (Rauchschwalbe).
4. Einmal beobachtet, im Frühjahr, ein Pärchen von *Pratincola rubella*, im Brombeergebüsch.
5. Gelegentlich, meist im Herbst in grosser Höhe streichend: Enten und diverse Wasservögel, Art und Gattung schwer erkennbar.

Die Canaren liegen ziemlich ausserhalb der Zugstrasse der meisten Vogelarten." Ebenso sagt König: „Schon in Marocco, Algier und Tunis ist der Zug der Vögel Europas keineswegs ein starker und regelmässiger. Die Hauptmasse der befiederten Welt zieht dem Nil im Egyptenlande zu und kehrt von daher nach Europa wieder zurück."

*) Christ führt als Zeugen von dessen Wirkung neben den schon von Columbus her bekannten Stämmen und Samen der Antillen (z. B. *Entada gigalobium* fand Bolle auch auf Gran Canaria!) einige westindische Meeresmuscheln an, die ihm die Fischer von Teneriffa brachten. Auch König erhielt von Apotheker Gomez eine Sammlung westindischer Muscheln, die angeblich von den Küsten der Canaren stammten. Doch fand sich bei näherem Zusehen eine Landschnecke aus Kuba darunter, welche jene Angabe als höchst zweifelhaft erscheinen lässt.

atlantis“ ist heutzutage von den Meisten fallen gelassen worden, weil ja dieses Ozeanstück gerade in die rings um die Erde gehende alte Zone der Mittelmeere fällt.

Forbes fasst seine Atlantis nur als Verlängerung der europäischen Westküste bis zu den Azoren auf, Murray dehnt sie bis Neufundland und Grönland aus.

Viele neuere Geologen und Geographen (Frech, Suess, Neumayr, Scharff, Arldt,*) fassen den mittleren atlantischen Ozean (etwa die Breite von Island bis Marokko) als stets meerüberflutete Tiefe auf; sie postulieren aber bis zur ältern Tertiärzeit eine nördliche und südliche Querverbindung, eine Nordatlantis und eine „Südatlantis“, gegründet namentlich auf den tektonischen Parallelismus der beiden Küsten und gestützt durch folgende biogeographische Tatsachen:

a) Die Identität vieler tertiärer Strandmollusken der beidseitigen atlantischen Küsten.

b) Die zahlreichen gemeinsamen tropischen Pflanzentypen, von denen viele nicht durch Wanderung erklärt werden können. Engler (Ueber floristische Verwandschaft zwischen dem tropischen Afrika und Amerika, sowie über die Annahme eines versunkenen brasilianisch-äthiopischen Kontinents — Sitzber. d. kgl. preuss. Akademie d. Wissenschaften, 1905, VI) sagt: „Die angeführten Vorkommnisse (von Amerika und Afrika gemeinsamen, nicht durch interozeanisches Ueberwandern erklärbaren Pflanzentypen) würde am besten ihre Erklärung finden, wenn erwiesen werden könnte, dass zwischen dem nördlichen Brasilien südöstlich vom Mündungsgebiet des Amazonenstroms und der Bai von Biafra im Westen Afrikas grössere Inseln oder eine kontinentale Verbindungsstrasse, und ferner zwischen Natal und Madagaskar eine Verbindung bestanden hätte . . .“. Die Engler'sche „Südatlantis“ reicht allerdings nicht bis zu den Canaren; es hängt das damit zusammen, dass seine Untersuchung sich ausschliesslich auf tropische Formen bezieht.

c) Die disjuncte Verbreitung einer grossen Zahl Gattungen landbewohnender Wirbellosen fordert nach Stoll (Zur Zoogeographie der landbewohnenden Wirbellosen. Berlin 1891) eine

---

*) Arldt nimmt in seinem grossen Werk über die Entstehung der Kontinente 1907 an, dass im Miozän von Südmarokko aus eine Halbinsel über die canarischen Inseln nach den Kapverden sich erstreckte, deren Aussenrand etwa mit der 4000 m Isobathe parallel verlief. Die Isolierung der Inseln soll erst im untern Pliozän erfolgt sein.

kontinentale Brücke zwischen Amerika und Afrika. „Die von Dana inaugurierte, von Wallace und den modernen Geographen weiter verfochtene Lehre von der Konstanz der kontinentalen Sockel und der grossen Meeresbecken verliert gegenüber diesen biogeographischen Tatsachen ihre Berechtigung“ (Stoll).

Scharff, der in dieser Richtung am weitesten geht, schliesst seine Ausführungen wie folgt:

„Aus diesen Tatsachen schliesse ich, dass Madeira und die Azoren bis zum Miozän mit Portugal verbunden waren; und dass von Marokko zu den Canaren und von diesen nach Südamerika sich ein weites Land erstreckte, welches südwärts sicher bis St. Helena reichte. Dieser grosse Kontinent mag, wie Ihering vermutet, schon in der Sekundärzeit existiert haben, und begann wahrscheinlich im Beginn der Tertiärzeit unterzusinken. Aber vermutlich sind seine nördlichen Teile bis zur Miozänzeit stehen geblieben, wo der südliche und nördliche Atlantik verbunden wurden und die Azoren und Madeira von Europa isoliert wurden.

Das erklärt aber nicht die ganze Entwicklung der atlantischen Inseln. Das ausserordentliche Vorherrschen des mediterranen Elements in ihrer Fauna wird nur unter der Annahme verständlich, dass sie in neueren Zeiten wieder mit der alten Welt verbunden waren. Das fand in derselben Weise statt wie früher; und ich glaube, sie waren noch im ältern Pleistozän landfest, zu einer Zeit, wo der Mensch schon im westlichen Europa erschienen war, so dass er die Inseln auf dem Landweg erreichen konnte.“

Für eine solche tertiäre Landbrücke zwischen Canaren und Afrika sprechen folgende Tatsachen:

1. Die geringe Meerestiefe zwischen Afrika und den Purpurarien.

2. Die zahlreichen europäischen Tertiär- (speziell pliozänen) Typen in der Canarenflora. Sie konnten über die Gibraltarbrücke und Marokko auf die Canaren gelangt sein.

3. Der europäisch-tertiäre Charakter der Landmolluskenfauna (Craspedopoma, Bœttgeria u. a.), nach Simrot, Wollaston und Scharff.

4. Das Vorwiegen des Mediterrancharakters in der Canarenflora und in der Mollusken- und Insektenfauna.

5. Das Vorkommen transportunfähiger mediterraner oder europäischer Landschnecken, Erdmollusken (Plutonia), Erdkruster (Platyarthrus Schöbli) und terrikoler Oligochæten (letztere sind meist identisch mit kontinentalen Formen). Nach freundlicher

schriftlicher Mitteilung von Prof. A. Forel ist auch die Ameisenfauna der Canaren ohne eine Landbrücke nicht zu verstehen.

Gegen eine ehemalige Landverbindung, also für streng ozeanische Natur der Inseln, zum mindesten der westlichen treten Wallace, Christ, Vahl, Schimper, Engler*) und Hans Meyer ein, gestützt auf folgende Gründe:

1. Die grossen Meerestiefen gleich ausserhalb der Inseln (bis 4000 m).

2. Das Fehlen jeglicher Andeutung einer so gewaltigen Senkung; es sind im Gegenteil Beweise für beträchtliche Hebung vorhanden.

3. Den ausserordentlich reichen Endemismus mit seiner weitgehenden Lokalisierung.

4. Die durch fossile pliozäne Lokalendemismen auf Madeira und Porto Santo nachgewiesene uralte Trennung dieser beiden Inseln.

5. Das Fehlen einheimischer Landsäugetiere**) (mit Ausnahme der Fledermaus).

In Erwägung aller oben angeführten Gründe und Gegengründe scheinen mir bei dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse folgende Annahmen als Antworten auf die drei oben gegebenen Fragen die wahrscheinlichsten zu sein:

Die Canaren waren wahrscheinlich bis in die jüngere Tertiärzeit mit dem afrikanischen Kontinent verbunden; früher bildeten sie vielleicht einen nördlichen Ausläufer der Südatlantis. So erklären sich ihre tertiären und ihre reichen afrikanischen und spärlichern amerikanischen Anklänge und der vorherrschende Mediterrancharakter am einfachsten, während

---

*) „Wahrscheinlich sind die westlichen Canaren schon lange oder immer isoliert gewesen, während die östlichen längere Zeit mit dem Kontinent in Verbindung gestanden haben mögen.“ (Versuch e. Entwickl.-Geschichte d. Pflanzenwelt, I. S. 76.)

**) Scharff bestreitet das wenigstens für die Azoren; er finde in einem Atlas der Azoren vom Jahre 1385 (50 Jahre vor der Eroberung durch die Portugiesen) eine Insel als Ziegeninsel, eine andere als Kaninchеninsel bezeichnet, und schliesst daraus auf das Indigenat dieser Tiere auf den Azoren; für die Canaren freilich liegen keine solche Zeugnisse vor. Er betont übrigens, dass auch das wirkliche Fehlen von Landsäugern kein strikter Beweis für ozeanische Natur der Inseln wäre: denn sicher kontinentale Inseln wie Seychellen und Neukaledonien haben auch keine Säuger.

der Trennung seit der Pliocänzeit der konservative und eigenartige Charakter zuzuschreiben wäre. Wenn zu allen Zeiten die Besiedelungsmöglichkeiten dieselben gewesen wären, wäre nicht einzusehen, warum die vorpliocänen und pliocänen Formen so stark dominieren. Der Wechsel der Besiedelungsmöglichkeit scheint mir also ein Hauptpostulat zu sein, was übrigens auch Christ zugibt. Unter den Möglichkeiten anderer Einwanderungswege in früherer Zeit: andere Meeresströmungen, andere Winde und Zugvögelstrassen, oder aber Landbrücke, wird letztere durch die Fauna direkt verlangt.

[7]) Wie diese Tertiärpflanzen auf die Canaren gekommen sind, ist eine schwer zu entscheidende Streitfrage: Engler und mit ihm Schimper und Vahl leiten sie direkt von der europäischen Tertiärflora ab; Wind und besonders Vögel haben die Keime über den Ozean gebracht. Dafür spricht u. a. die Tatsache, dass auch heute noch Zugvögel die Canaren berühren, dass die meisten Bäume der spezifisch tertiären Formation des Lorbeerwaldes fleischige Früchte besitzen; und dass unter den Tertiärtypen klimatisch mögliche Formen fehlen, wie z. B. die immergrünen Eichen, weil sie dieses Verbreitungsmittel nicht besitzen.

Christ hält dagegen eine direkte Einwanderung aus Afrika und Amerika für wahrscheinlich. Nach ihm sind die afrikanischen Elemente als Bestandteile der altafrikanischen Flora die ältesten Besiedler: also die Euphorbien, der Drachenbaum, die Kleinia, die Plocama, die Charakterpflanzen der Sukkulententrift des Tieflandes. Diese „altafrikanische“ Flora hat heute ihr Zentrum im Kap: sie hat sich längs der Hochländer Ost- und Westafrikas bis Abyssinien, ja bis ins Mittelmeergebiet verbreitet; vielleicht hat sie früher ihr Zentrum im äquatorialen Afrika gehabt, vor der Besiedelung desselben durch indisch-tropische Typen. Als Refugium dieser altafrikanischen Xerophytenflora betrachtet Christ Makaronesien und Südwest-Marokko; merkwürdigerweise gehört auch die Insel Socotra dazu, eine östliche Parallele zu den Canaren, die in ihren Drachenbäumen eine auffallende Analogie zeigt. Das indische Element ist nach Christ ein Ausläufer der Invasion Afrikas durch die malayische Flora, das amerikanische kam mit dem Golfstrom, und das mediterrane hatte ständige, auch heute noch fortdauernde Einwanderungsmöglichkeiten. — Diese Christ'sche Auffassung ist mit der oben besprochenen Annahme von vorpliocänen Landverbindungen sehr gut in Einklang zu bringen.

[7a]) Vor der endgültigen Eroberung durch die Spanier (die Kämpfe dauerten das ganze 15. Jahrhundert hindurch) war die Haupterzeugnisse der Canaren: die Orseilleflechte *(Roccella tinctoria)*, Ziegenhäute und Ziegenfett, Datteln, Honig, Getreide, „Drachenblut", das rote Harz des Drachenbaums, das als Heilmittel geschätzt wurde, und — Sklaven!

Nach der Eroberung hatten ausser den im Text erwähnten noch folgende Handelsartikel grössere Bedeutung: Die *Orseilleflechte* (1730 wurde für das Recht zum Einsammeln 6500 Mk. bezahlt); die *„Barilla"*, die sodahaltige Asche aus verschiedenen Strandpflanzen (Ausfuhr von 1814—24 ca. 340,000 Mk. jährlich, jetzt nur noch unbedeutend wegen der Konkurrenz mit der Soda aus Kochsalz); der *Canarienvogel;* er war im 15. und 16. Jahrhundert ein bedeutender Ausfuhrartikel; da kam durch gestrandete Schiffe der Vogel auf die Insel Elba und verwilderte dort, so dass man ihn von da beziehen konnte; dann kam im 17. Jahrhundert die Zucht im Harz und heute hält man selbst auf den Canaren nur Harzer Vögel. Gegenwärtig sind *Bananen*, *Tomaten*, *Kartoffeln*, *Zwiebeln* und *Teneriffa-Spitzen* die Hauptprodukte, und die Fremdenindustrie gewinnt steigende Bedeutung.

Was den Canaren dringend not tut, ist eine gut ausgerüstete landwirtschaftliche Versuchsstation, zur Erprobung neu einzuführender lohnender Kulturen!

[8]) *Asphodelus ramosissimus*, *Scilla hæmorrhoïdalis* und *iridifolia*, *Allium odoratissimum*, *Justicia* (*Gentharossa*) *hyssopifolia*, *Helianthemum guttatum*, *Euphorbia regis Jubæ*, *Withania aristata*, *Picridium tingitanum*. *Trifolium arvense*, *Polycarpœa spec.*, *Wahlenbergia lobelioïdes*, *Chrysanthemum frutescens*, *Plocama pendula*, *Parietaria debilis*, *Ficus carica*, *Ricinus communis*, *Lamarckia aurea*, *Delphinium Staphysagria*, *Micromeria ericoides.**)

[9]) Flora des engen Barrancos dicht über dem Städtchen Icod de los Vinos:

Makaronesische Endemismen: *Adiantum reniforme* (afr.), *Davallia canariensis* (afr.), *Polypodium vulgare* var., *Teneriffæ* (med.), *Phœnix canariensis* (afr. tert.), *Scilla iridifolia* (med.), *Dracunculus canariensis* (med.), *Asparagus scoparius* (med.), *Rumex Lunaria* (med.), *Paronychia canariensis* (med.), *Sempervivum urbicum* (med.), *Messerschmidia fruticosa* (afr.), *Kleinia neriifolia* (afr.), *Artemisia canariensis*

*) Nomenclatur nach: *Sauer*, Catalogus plant. in can. ins. cresc. 1880.

(med.), *Sonchus Jacquini* (med.), *Rhamnus crenulata* (afr.), *Doronicum* (Senecio) *Tussilaginis* (afr.).

Mediterranpflanzen: *Juncus acutiformis, Wahlenbergia lobelioïdes, Lavatera arborea, Psoralea bituminosa, Inula viscosa, Gymnogramme leptophylla, Phagnalon saxatile.*

Einwanderer: *Phytolacca decandra, Sida rhomboidalis, Papaver Rhoeas, Oxalis cernua, Myrsiphyllum asparagioïdes.*

[10]) Unterwuchs im Pinal de la Guancha:

Sträucher: *Erica arborea, Cistus monspeliensis* und *vaginatus* (mit *Cytinus Hypocistus*), *Adenocarpus viscosus, Laurus canariensis, Myrica Faya, Ilex canariensis, Visnea Mocanera, Arbutus canariensis.*

Stauden (vereinzelt auf dem durch Streusammeln der Nadeln beraubten nackten Boden): *Habenaria tridactylites, Scilla iridifolia, Silene gallica, Vaillantia hispida, Andryala pinnatifida* und *Davallia canariensis* auf Lavablöcken, *Ranunculus cortusæfolius, Rubia peregrina,*

[11]) Flora des Lorbeerwaldes von Mercedes:

Hohe Bäume: *Laurus canariensis, Persea indica* (Viñatico), *Erica arborea.*

Sträucher und niedrige Bäume, ein leichtes Unterholz bildend: *Ilex canariensis, Visnea Mocanera, Rhamnus glandulosa, Erica scoparia, Gesnouinia arborea, Viburnum rugosum, Rubus* sp.

Farne: *Woodwardia radicans, Asplenium Hemionitis, A. Adiantum nigrum, Cystopteris fragilis, Aspidium spinulosum, Cheilanthes pulchella.*

Stauden: *Geranium anemonæfolium, Ranunculus cortusæfolius, Peristylus cordatus, Luzula canariensis, Senecio populifolius, S. cruentus, Arisarum vulgare, Tamus communis, Canarina Campanula.*

[12]) Siehe Piazzi Smyth: Tenerife, an Astronomers Experiment, or Specialities of a residence above the clouds. — London 1858. — Smyth hielt sich vom 14. Juli bis 20. Aug. 1856 auf Mont Guajara bei 2715 m auf, vom 21. Aug. bis 21. Sept. auf der Alta Vista, in einer ad hoc konstruierten Hütte mit Zeltdach (denn die jetzige Unterkunftshütte stand damals noch nicht). Die Resultate seiner Beobachtungen sind ausführlich niedergelegt in: Philosophical transactions of the royal Society of London, vol. 148, part II, S. 465—533 und

Tafel 30—39; ferner in Monthley Notices of the Astronomica Society of London, vol. XVII, S. 107 und vol. XVIII, S. 156. — Das oben erwähnte Buch enthält die Reisebeschreibung mit zahlreichen geologischen Beobachtungen.

Einige Hauptresultate seiner meteorologischen Beobachtungen mögen hier folgen:

Station auf dem Guajaragipfel (2715 m):

Temperatur: Tag im Mittel 26°, Nacht 4,4.

Wind schwach, weil auf der Grenze zwischen Passat und Antipassat.

Trockenheit exzessiv: Depression des Taupunktes im Mittel um 22° C., Maximum 32,4, Minimum 16,6.

Am 17. Juli z. B. betrug die Lufttemperatur (trockenes Thermometer) 10,8°, die Depression des Taupunktes 32,4°, die relative Luftfeuchte war also nur 10 %; am Meeresstrand bei Orotava gleichzeitig 62 %.

Sonnenstrahlung am Insolationsthermometer bis 100° steigend, bei 15,5° Luftwärme im Schatten.

Bewölkung nur hochfliegende Cirri und Cirrostrati ungefähr jeden fünften Tag; meist Nebelmeer über Land und Meer.

Niederschläge 0.

Station auf Alta Vista 3270 m.

Temperatur: 13,3° bis 3,3°.

Trockenheit geringer als auf dem Guajaragipfel, Maximum 25,5°, Mittel 15,5° Depression des Taupunktes.

Niederschläge: unter Herrschaft eines heftigen Südwest fiel am 14. September 50 mm Regen, von 1 h mittags bis zum nächsten Morgen. Trotz so starker Regengüsse ist auf dem Pik keine Spur von Erosionswirkung zu sehen; die Abhänge der Montaña blanca z. B., aus losem Bimsteingrobschutt aufgebaut, zeigen keine Wasserrinnen. Das ist ein sprechender Beweis für das gewaltige Aufsaugungsvermögen dieses vulkanischen Bodens. Auch die stets Schnee, Eis und Wasser enthaltende Eishöhle oberhalb der Alta Vista (bei ca. 3300 m) spricht dafür.

Sonnenstrahlung am Insolationsthermometer bis 100°, schon morgens 9 h.

Es wäre eine schöne Aufgabe, würdig der Anstrengungen einer internationalen Vereinigung, auf Teneriffa ausser der in Orotava organisierten meteorologischen Station noch eine zweite ständige Station in der Wolkenregion und eine dritte in der Alta Vista zu errichten. Da die nötigen Unterkunftslokalitäten schon existieren, die Alta Vista ja mit Maultieren leicht zu erreichen ist, und Wasser in der benachbarten Eishöhle stets, auch im Hochsommer, zu haben ist, wäre die Sache ohne übermässige Kosten durchzuführen.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I. Strandbilder.

Fig. 1. An der Nordküste von Teneriffa bei Garachico. Blick von Westen, von der Strasse aus gegen Garachico; draussen im Meer die Felseninsel Roque de Garachico, der Standort der Statice imbricata. (Aufnahme von stud. chem. F. van Ostroom Meijes, Zürich.)

Fig. 2. Strandklippen bei Orotava.
Westlich der Stadt, vor der Besitzung des Dr. Perez; die zerklüfteten Andesit-Laven sind von der Brandung ausgebrochen. (Aufnahme von cand. pharm. Schürmann, Luzern.)

Tafel II. Strandflora.

Fig. 1. *Astydamia canariensis* DC. (= *Crithmum latifolium* L.) eine succulente Strand-Umbellifere, mit dem Meerfenchel (*Crithmum maritimum* L.) der Mittelmeerländer verwandt; auch in Marokko vorkommend. (Aufnahme von stud. chem. v. Ostroom Meijes, im Barranco de las Palmas bei Tegina, östlich von Orotava.)

Fig. 2. *Statice arborea* × *macrophylla* (über mannshoch).
Ein Bastard zweier strauchiger Strandimmortellen, die sich durch strenge Lokalisierung ihrer zahlreichen Formen auszeichnen. Kultiviert im Garten des Herrn Dr. George V. Perez in Orotava. (Aufnahme von Dr. P. Bohny, Basel.)

Tafel III. Succulenten-Strauchtrift.

Fig. 1. Im Barranco secco bei St. Cruz an der Südostküste. Ein typisches Bild der Formation der afrikanischen Strauchtrift. mit der „Garigue“ der Mittelmeerländer verwandt, von Vahl als „Succulenten-Steppe“ bezeichnet, von Schimper als „Steinfelder“.

Links im Vordergrund der „Cardon“ (*Euphorbia canariensis* L.), rechts vorne die „Tabayba“ (*Euphorbia*

regis Jubae Webb), eine Succulente vom „Federbuschtypus". (Aufnahme von Prof. Businger, Luzern.)

Fig. 2. *Kleinia neriifolia* Haworth (= *Senecio Kleinia* Schultz bip.) Das oleanderblättrige Kreuzkraut, eine succulente Composite von ausgesprochenem „Federbuschtypus", mit Zusammendrängung der schmalen Blätter am Ende der Triebe. Höhe ca. 1,5 m. (Aufnahme von cand. pharm. Schürmann.)

Tafel IV. Der „Cardon".

Euphorbia canariensis L., die Canaren-Wolfsmilch, in Blüte. Die prismatischen, vier- oder fünfkantigen Zweige tragen reihenweise Blattpolster, von zwei Stacheln begleitet; über diesen Polstern entspringen auf kurzen dicken Stielen meist drei dunkelpurpurgefärbte „Cyathien", kleine Blütenstände. Die Zweige selbst sind meist durch Wachsüberzug bläulichgrün gefärbt; beim Anschneiden derselben ergiesst sich ein reichlicher Strom des giftigen Milchsaftes. (Aufnahme von Dr. P. Bohny, 5. April 1908.)

Tafel V. Der „Drago".

Fig. 1. Junger Drachenbaum, mit nur zwei Aesten nach der ersten Blüte; der vordere Ast hat geblüht und sich nachher in drei Aeste gegabelt. (Aufnahme von cand. pharm. Schürmann, bei Orotova.)

Fig. 2. *Dracaeno Draco* L., der Drachenbaum, Junges, ca. 30—40 Jahre altes Exemplar auf der Besitzung der Herrn Dr. George V. Perez, mit vierzehn, in gleicher Höhe entspringenden Aesten. Die Pflanze hat erst einmal geblüht, und an Stelle des nach der Fruchtung absterbenden Gipfels sind die vierzehn noch unverzweigten Seitenäste getreten. Der Durchmesser des Stammes in Brusthöhe beträgt 42,3 cm. (Aufnahme von Dr. P. Bohny, 5. April 1908.)

Tafel VI. Die Canarenpalme (Phœnix Jubæ Webb, als var.).

Bei St. Ursula, östlich von Orotava, auf einem Besitztum des Herrn Dr. George V. Perez, Blick gegen Osten. (Aufnahme von Dr. P. Bohny.)

Tafel VII. Valle und Barranco.

Fig. 1. Blick von der „Cumbre“ (Grat) des Anagagebirges in das „Valle de los Carboneros“, nach Norden. (Aufnahme von stud. chem. F. v. Ostroom Meijes.)

Fig. 2. Die Mündung des Barranco de las Palmas bei Tegina (vide Text pag. 26). (Aufnahme von stud. chem. F. v. Ostroom Meijes.)

Tafel VIII. Barrancoflora.

Blick in das „Barranco de la Vigne grande“ an der Strasse von Icod de los Vinos nach Garachico. Die herzförmigen grossen Blätter im Vordergrund gehören zu der Name (*Colocasia esculenta*), einer tropischen Aroidee, die wegen ihrer stärkemehlreichen Rhizome kultiviert wird, feuchten Boden verlangt und in den Barrancos oft verwildert. Das links oben hereinhängende Gras ist *Arundo Donax* der Mittelmeerländer. Der Blatttepich über der *Colocasia* wird durch die endemische pappelblättrige Cinerarie (*Senecio populifolius*) gebildet. Die schmalblättrigen Zweige rechts gehören der endemischen Canarenweide an (*Salix canariensis*) und die Ranken sind die canarische Brombeere. (Aufnahme von Dr. P. Bohny.)

Weitere Bestandteile dieser Barrancoflora (nach einer Aufnahme mit Dr. Burchard): *Crambe strigosa, Sonchus Jacquini, Gonospermum fruticosum, Artemisia argentea, Wigandia caracassana* (verwildert), *Doronicum Tussilaginis, Rumex Lunaria, Kleinia neriifolia, Rubia fruticosa, Davallia canariensis, Adiantum reniforme, Bryonia verrucosa.*

Tafel IX. Sempervivum.

Verschiedene Sempervivum-Arten, kultiviert am Stamm einer Canarenpalme im Garten des Herrn Dr. Burchard. Orotova.

Die grösste Rosette, zu unterst, stammt von *Sempervivum (Aichryson) palmense* Webb von Palma; die halb im Profil gesehene flachgedrückte Rosette gehört zur *S. tabulaeforme* Haw. von Teneriffa; die schmalblättrige links oben ist *S.* (*Aeonium*) *cuneatum* W. B. von Anaga und die zahlreichen kleinen Rosetten rechts stammen von *S.* (*Grenowia*) *aureum* W. B.; das oberste Exemplar beginnt zu blühen. Ueber der grossen untersten Ro-

sette erhebt sich auf kurzem Stamm eine Rosette von *S.* (*Aeonium*) *balsamiferum* W. B. von Lanzerote. (Aufnahme von Dr. P. Bohny. Namen von Dr. Burchard frdl. mitgeteilt.)

Tafel X. Endemische canarische Strauchformen

sonst vorwiegend krautiger Genera.

Fig. 1. Die kleinblättrige Gänsedistel (*Sonchus leptocephalus* Cassini) auf der noch wenig bewachsenen Andesit-Blocklava, die von der Montaña della Orca stammt, angeblich vom Jahre 1430, und auf welcher der Park des Humboldthauses angelegt ist. Der holzige Stamm dieser feinblättrigen Gänsedistel erreicht mehrere Centimeter Durchmesser. (Aufnahme von Dr. P. Bohny.)

Fig. 2. Der grünende Natternkopf (*Echium virescens* DC = *candicans* L. f.), auf den obersten Hängen des Valle de Igueste im Anagagebirge, mit *Lavandula abrotanoides* L. (Aufnahme von F. v. Ostroom Meijes.)

Tafel XI. Aus dem Lorbeerwald.

Fig. 1. Am Waldwege „Vueltas de Taganana“ im Anagagebirge oberhalb Taganana, mitten im Lorbeerwald mit seinem Farn- und Lianenreichtum. (Aufnahme von stud. chem. F. v. Ostroom Meijes.)

Fig. 2. Fruchtzweige des „Viñatico“, der *Persea indica* Sprengel, eines amerikanisch-tertiären Elementes des Lorbeerwaldes; von einem einzelstehenden Relikt des Lorbeerwaldes bei der Quelle Boquin oberhalb Icod de los Vinos. (Aufnahme von stud. chem. F. v. Ostroom Meijes, 5. April 1908.)

Tafel XII. Die Erica-Macchie („Monte verde“).

Mit der mediterranen *Erica arborea* bedeckter Hang oberhalb Esperanza bei Laguna, ca. 7—900 m ü. M., in voller Blüte befindlich, auf lehmreichem Boden stockend. Dazwischen viel *Ilex canariensis* („Aceviño“), *Cytisus proliferus*, *Pteridium aquilinum*. (Aufnahme von Dr. P. Bohny.)

Tafel XIII. Der „Escobon“ (*Cytisus proliferus* L. f.).

Ein stattlicher weissblühender Geisklee, ein Bestandteil der Ericaformation und des Pinals, nach Zerstörung desselben in fast reinem Bestand an dessen Stelle tretend. So bildet er einen prächtigen Gürtel oberhalb des „Brezal“ (Ericawaldes) am Aufstieg von Orotava zum Portillopass, gemischt mit dem „Codezo“ (*Adenocarpus* s. Text S. 35 u.). Die vorliegende Aufnahme (von Dr. P. Bohny) stammt von dort, bei ca. 1400 m; der Stamm des Baumes hat einen Durchmesser von 35,6 cm. Eine niedrige Varietät dieses Geisklees (*Cytisus proliferus* L. f. var. *palmensis*, der „Tagasaste“ der Eingeborenen) ist eine treffliche Futterpflanze.

Tafel XIV. Die Canarenkiefer (*Pinus canariensis* Sm.)

Fig. 1. Die Pinienform der Canarenkiefer, die Form der tieferen Standorte, mit breit abgewölbter Krone; charakteristisch sind die langen hängenden Nadeln, die zu drei in einem Büschel stehen. Zwischen Orotava und Matanza. (Aufnahme von Garteninspektor Willy Lange, Berlin.)

Fig. 2. Stamm der Canarenkiefer mit zahlreichen hängenden Adventivsprossen, die mit den einzelstehenden Jugendnadeln bekleidet sind. (Aufnahme von Garteninspektor Willy Lange, Berlin.)

Tafel XV. Im Pinal de la Guancha.

Ein stattliches Exemplar der „Arvenform“ der *Pinus canariensis*, zwischen Lavablöcken wurzelnd; im Hintergrund der dichtere Wald. Unterwuchs aus *Erica arborea* und *Ilex canariensis*. (Aufnahme von Dr. P. Bohny.)

Tafel XVI. Der Pik.

Fig. 1. Der Pik von Icod de los Vinos aus gesehen; im Vordergrunde Bananenfelder. (Aufnahme von Prof. Businger, Luzern.)

Fig. 2. Bei der „Alta Vista“ am Pik (3270 m); schwarze phantastisch zerklüftete Obsidianlaven und „Büsserschnee“ in statu nascendi. (Aufnahme von stud. chem. F. v. Ostroom Meijes.)

Tafel XVII. In den Cañadas. I.

Beim Portillopass, Blick gegen Süden, ca. 2200 m; im Vordergrund die nackte Bimsteinebene der „Estancia della Cera"; rechts die dunkeln Vorderfronten der vom Pik, resp. von den Rastrojos herkommenden Lavaströme; im Hintergrund die Ringmauer des Teydezirkus.

Tafel XVIII. In den Cañadas. II.

Bei der „Fonte della Grieta", Blick gegen Westen. Im Vordergrund die weite Cañadas-Ebene mit einzelnen weit vorstossenden Lavazungen, dann die hohen Stirnen der dunkeln Lavawälle, mit Retamabüschen bedeckt; weiter hinten rechts die runde Kuppe der Montaña blanca, und im Hintergrund der Pik, mit dem deutlich abgesetzten obersten Kegel des „Piton", über der Schulter der „Rambleta" sich erhebend. (Aufnahme von Dr. P. Bohny, 7. April 1908.)

Tafel XIX. Die „Retama blanca" (*Spartocytisus supranubius*).

Fig. 1. Ein grosser Busch auf dem Rücken der Ladera di Tigaiga unweit der „Fortalezza" bei 2100 m; Stamm von 35 cm Durchmesser. (Aufnahme von Dr. Rübel, Zürich.)

Fig. 2. Junges Exemplar des *Spartocytisus*, auf der Bimsteinebene der „Llanos della Retama" ausgegraben, um die gewaltige Länge der Wurzel zu zeigen. (Aufnahme von Dr. P. Bohny.)

Tafel XX. Das Nebelmeer vom Pikgipfel aus.

Fig. 1. Blick gegen Nordosten: im Vordergrund das helle Gestein des obersten Kraters, rechts darüber der lange Grat der „Cumbre", aus dem Nebel auftauchend; in der Mitte die Landwolke, welche in die Täler der Cumbre hinein sich zieht. Links die Seewolke, durch eine deutliche dunkle Kluft von der Landwolke getrennt und höher liegend als diese. (Aufnahme von cand. pharm. W. Schürmann, 7. April 1908, 6 Uhr abends.)

Fig. 2. Blick nach Südwesten, mit Gomera und Palma; am Himmel die Antipassatwolken. (Aufnahme von cand. pharm. W Schürmann.)

Die Pierre des Marmettes und die grosse Blockmoräne bei Monthey (Kanton Wallis).

Von

Prof. Dr. *H. Schardt.*

Es ist eine schöne und freudige Errungenschaft, dass durch geduldiges und unermüdliches Zusammenwirken der Freunde der Wissenschaft und der Naturschönheiten, des Zentralkomitees der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, der Behörden der Eidgenossenschaft und des Kantons Wallis und ganz besonders der Stadt Monthey, der riesige erratische Block, „Pierre des Marmettes" genannt, vor der Zerstörung gerettet wurde. Es brauchte aber drei Jahre langes Verhandeln, Kämpfen und Opferbringen, bis endlich der Sieg auf der Seite derer blieb, welche es nicht übers Herz bringen konnten, dass der grösste und schönste der erratischen Blöcke der Moräne von Monthey, der Vorletzte der noch übrig bleibenden und nicht geborgenen grossen Blöcke, dem Meissel der Steinmetze zum Opfer falle. Dieser Block zeichnet sich aber nicht nur durch seine Grösse (1824 m^3), sondern ausserdem noch durch seine Lage aus. Schon von weitem sieht der Wanderer in den Weinbergen über dem so malerisch gelegenen Städtchen Monthey den grossen Block hervorragen mit dem darauf gebauten, weiss betünchten Häuschen, welches noch von einem etliche hundert Quadratmeter messenden Gärtchen umgeben ist; alles dies auf der flachen und mit Mauern eingefassten Oberfläche des Blocks. Eine steinerne Treppe führt

hinauf; eine Türe gestattet, das winzige Gütchen von der Aussenwelt abzuschliessen. Einige Fruchtbäume beschatten das Häuschen, welches ein momentan als Remise dienendes Zimmerchen einschliesst. Das Gärtchen enthält einige Gemüsebeete; im Frühjahre blühen dort Dornröschen, spanischer Flieder, einige Obstbäume und eine dichte Umrandung von Schwertlilien. So sieht das nunmehrige Eigentum der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft aus.

Dass so viele Mühe und Opfer zur Bergung dieses erratischen Blockes gebracht wurden, hat seine gewichtigen Gründe. Seit vielen Jahren haben alle Bewunderer dieser Zeugen der Gletscherzeit nach Mitteln und Wegen gesucht, die Pierre des Marmettes vor Zerstörung zu bewahren, nachdem so viele andere, fast ebensogrosse Blöcke der Moräne von Monthey nach und nach ausgebeutet worden waren. Denn schon de Charpentier erwähnte diesen Block und hat denselben abgebildet. Damals (1840) war das Häuschen noch nicht gebaut. Jedesmal, wenn ein neuer von diesen grossen Steinriesen angegriffen und in Platten, Säulen, Treppenstufen etc. gespalten wurde, da hiess es: die Pierre des Marmettes aber muss wenigstens gerettet werden. So sind, nur soviel ich mich selber habe mit eigenen Augen überzeugen können, seit etwa 20 Jahren zum mindestens 10, mehrere hundert Kubikmeter messende Granitblöcke gebrochen worden. Kleinere Blöcke, von weniger als 100 Kubikmeter, sind zu hunderten gefallen. So *la pierre du Four*, deren Namen auf eine unter derselben vorhandene Höhlung, einem Backofen ähnlich, hinweist, dann *la pierre à Milan,* ebenfalls ein überhängender hohler Block, unter welchem ein Sonderling, namens Milan, seine Wohnung aufgeschlagen hatte. Diese beiden Blöcke gehörten zu den grössten und waren, wie die Pierre des Marmettes, von J. de Charpentier abgebildet worden. Als im Dezember 1898 der etwa 500 Kbm. messende Block *la Pierre à Martin* von einem Granitbrecher ange-

kauft wurde und schon die Keile angelegt waren zu dessen Zerspaltung, da wurden von Seiten verschiedener Bewohner der Stadt Monthey Anregungen gemacht, die Naturforscher möchten sich doch dieses Blockes annehmen und denselben vor der drohenden Zerstörung bewahren. Dahinzielende Schritte, welche auf's Zuvorkommendste von der Walliser Regierung unterstützt wurden, führten leider nur zur Erlangung einer Henkersfrist, denn es wurde als einziges Mittel der Ankauf des Verurteilten angeboten. Die anfänglich sehr willige Kantonsregierung von Wallis musste jedoch bald erkennen, dass der verlangte Preis (etwa Fr. 6000) die verfügbaren Mittel weit übersteigen würde; aus diesem Grunde kam es auch nicht zur Organisation der anfänglich geplanten Subskription. Der Bloc à Martin wurde zerspalten und seine Stücke weggeführt; eine Anhäufung von Trümmern verrät noch dessen frühere Lagerstätte. Solche Überbleibsel liegen der ganzen Moränenzone entlang als Anzeichen dieser grossen, nun fast vollständig ausgebeuteten Blockmoräne. In diesem Momente wurden auch die ersten ernsten Schritte getan zur Sicherung des allergrössten Blockes, der Pierre des Marmettes. Der damalige Eigentümer desselben, Herr S. J. Donnet, zugleich Bezirksstatthalter-Substitut, gab das Versprechen ab, der Block solle nie ausgebeutet werden. Es hiess sogar, er gedenke denselben der Gemeinde Monthey zu schenken zum Zweck der ewigen Bewahrung. Doch blieb es nur beim Versprechen; es kam nie zur Verwirklichung des Vorhabens, trotz aller möglichen Schritte, welche von verschiedener Seite getan wurden. Da wurde am 24. Mai 1905 plötzlich die Schreckensbotschaft kund, dass der Besitzer den unerklärlichen Beschluss gefasst habe, den Block dem Untergang zu weihen und auch denselben durch einen schon abgeschlossenen und rechtsgiltigen Vertrag an einen Granitbrecher verkauft habe, unter der Bedingung, die Ausbeutung in kürzester Frist auszuführen. Das durfte nicht sein! Es wurde sofort alles in's Werk gesetzt, um

den Kauf rückgängig zu machen, und als dieses nicht mehr möglich war, wurde mit Hilfe der Regierung des Kantons Wallis die offizielle Expropriation angebahnt, die auch mit grosser Mühe und nach langwierigen Verhandlungen durchgeführt werden konnte. Heute können wir den Triumph der beinahe drei Jahre dauernden Prozedur feiern. Allerdings mengt sich in die freudige Erregung des Gelingens eines mühevollen Unternehmens die wehmütige Empfindung der gebrachten Opfer. Statt Fr. 15,000, der ursprünglichen Verkaufssumme, mussten zum Ankauf des Blockes und des Grundstückes, auf dem er liegt, mehr als Fr. 30,000 zusammengebracht werden. Was für Bemühungen, Schreibereien und Geduldsproben dazu notwendig waren, das wissen nur diejenigen, welche die Sicherung des Blockes eingeleitet und durchgeführt haben. Vor allem ist es den Gemeindebehörden und der Einwohnerschaft Monthey, besonders ihrem verdienstvollen Präsidenten E. Delacoste, zu verdanken, dass die eingeleiteten Verhandlungen zum Ziele geführt werden konnten. Namens und unter Vorgehen dieser Behörde wurde die offizielle Expropriation von der Walliser Regierung verlangt und von dieser auch bewilligt. Die Gemeinde Monthey musste sich dabei in einen langwierigen Prozess mit dem Eigentümer einlassen. Sie tat dies mit einer bewundernswerten Zielbewusstheit und scheute keine Opfer, um das berühmte Wahrzeichen der Stadt Monthey zu erhalten; ja sie erklärte sich bereit, alle Kosten tragen zu wollen, welche die Summe von Fr. 26,000 überschreiten würden. Die Aufgabe, diese Fr. 26,000 zusammenzubringen, hatte das Zentralkomitee unserer Gesellschaft übernommen, und mit aufrichtigem Danke möge hier hervorgehoben werden, dass die hohen Bundesbehörden mit Fr. 12,000 und die hohe Regierung des Kantons Wallis mit Fr. 5000 ihr Interesse an der Erhaltung des erratischen Riesenblockes kundgegeben haben. Der Rest von Fr. 9000 musste durch freiwillige Beiträge der Mitglieder unserer Gesellschaft und von Freunden der Natur gedeckt werden. Das Zentral-

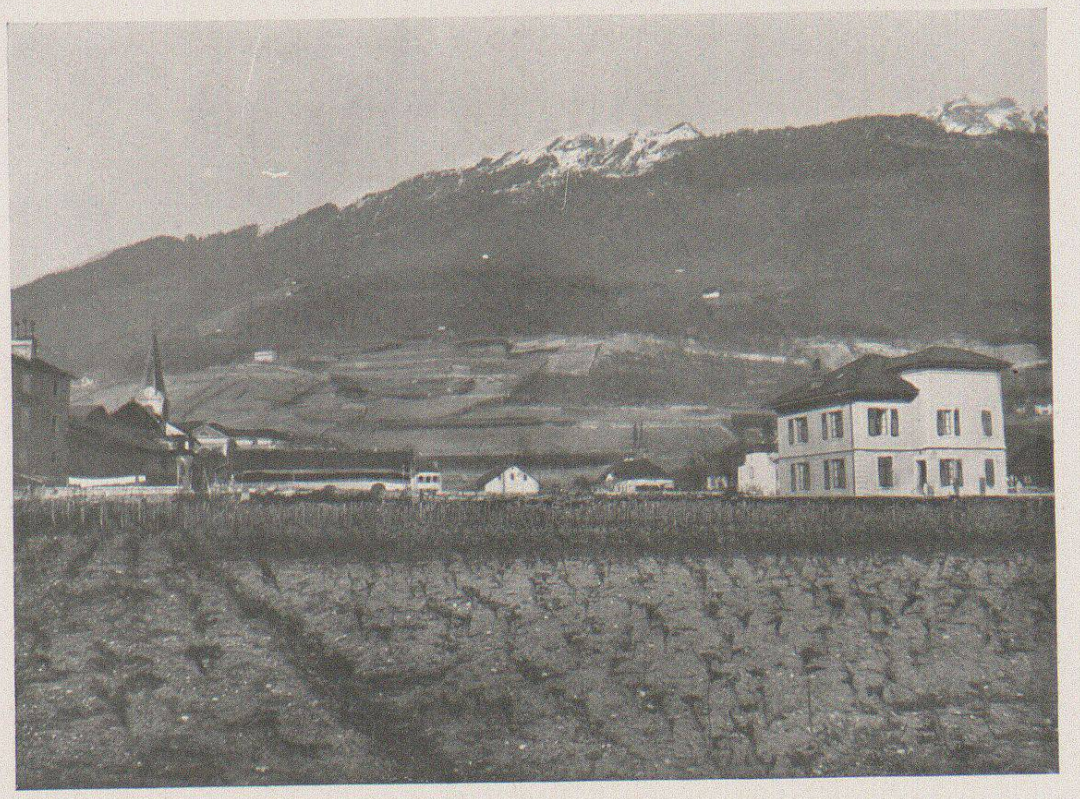


Pierre des Marmettes.
1824 m³.

Phot. Fumex, 1906.

Tafel I

Pierre des Marmettes. Pierre à Dzo



Phot. H Sch 1907.

Fig. 1. Ansicht von Monthey. Vue de Monthey.



Phot. Fumex. 1899.

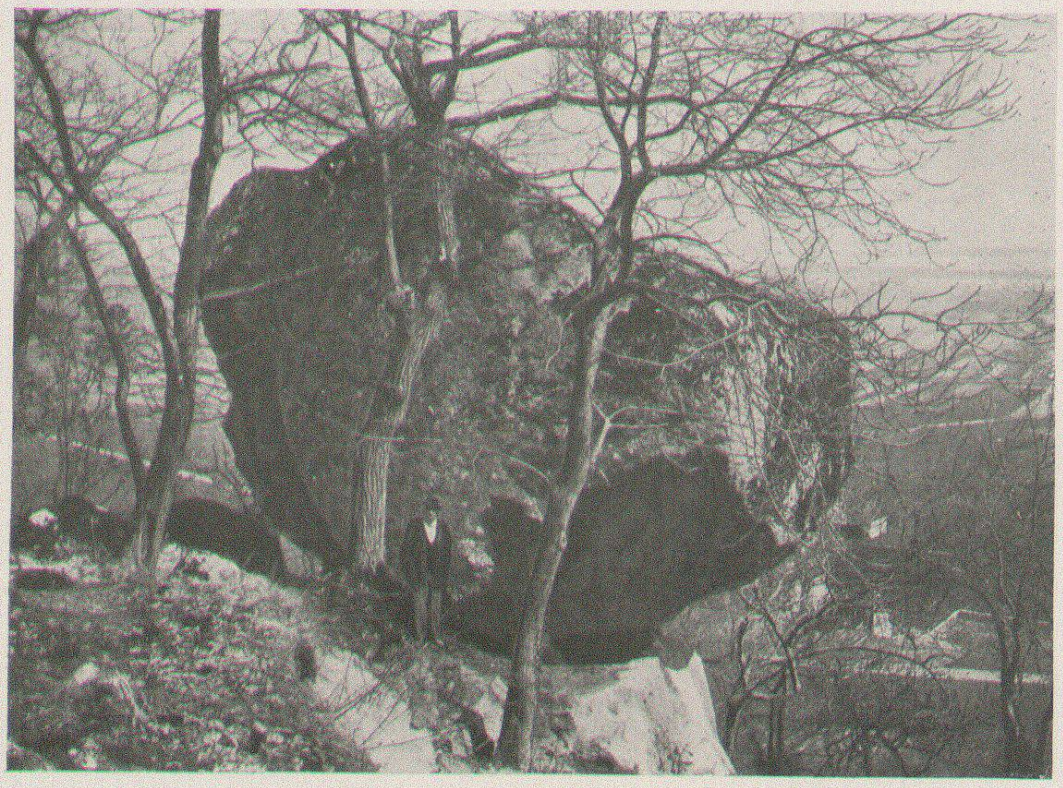
Fig. 2. Pierre à Martin.
ca. 400 m³.
Im Abbau. En exploitation.



Phot. Fumex. Jan. 1904.

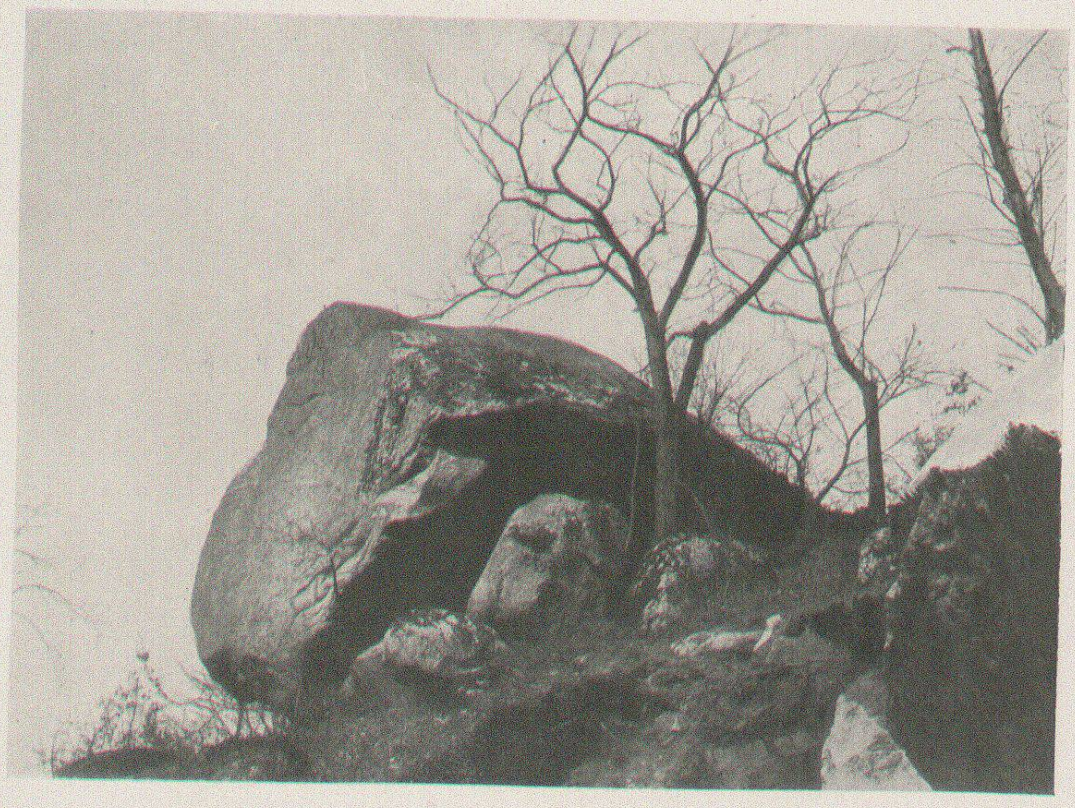
Intakte Blockmoräne oberhalb La Barmaz, rechts die grosse Pierre des Muguets.

Moraine intacte sur la Barmaz, à droite la grande Pierre des Muguets.



Phot. H. Sch. 1887.

Fig. 1. Pierre à Dzo.
ca. 300 m³.



Phot. H. Schardt. 1907.

Fig. 2. Studerblock. Bloc Studer.
ca. 500 m³.



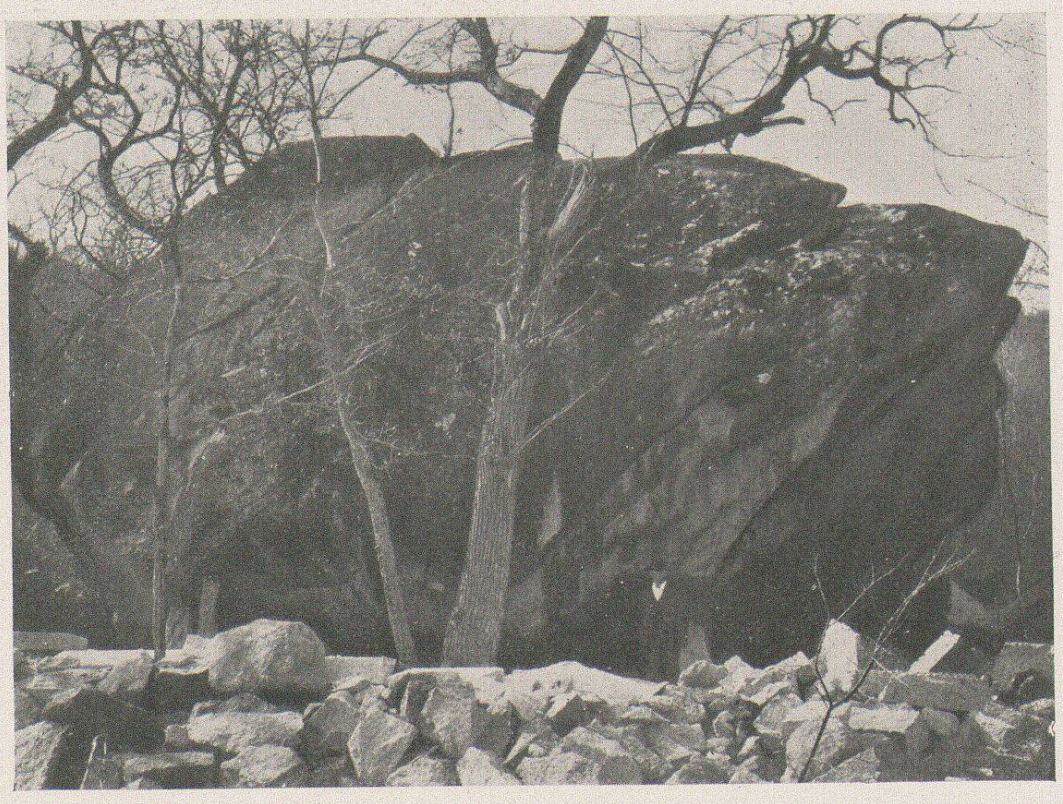
Phot. H. Schardt. 1887.

Fig. 1. Pierre des Muguets.
ca 1000 m³.
Oberhalb Monthey. Sur Monthey



Phot. H. Sch. 1887.

Fig. 2. Pierre aux Oreilles.
ca. 250 m³.
Oberhalb Collombey. Sur Collombey.



Phot. H. Sch. 1887.

Fig. 1. Pierre à Milan.
ca. 1000 m³.



Phot. Fumex. 1904.

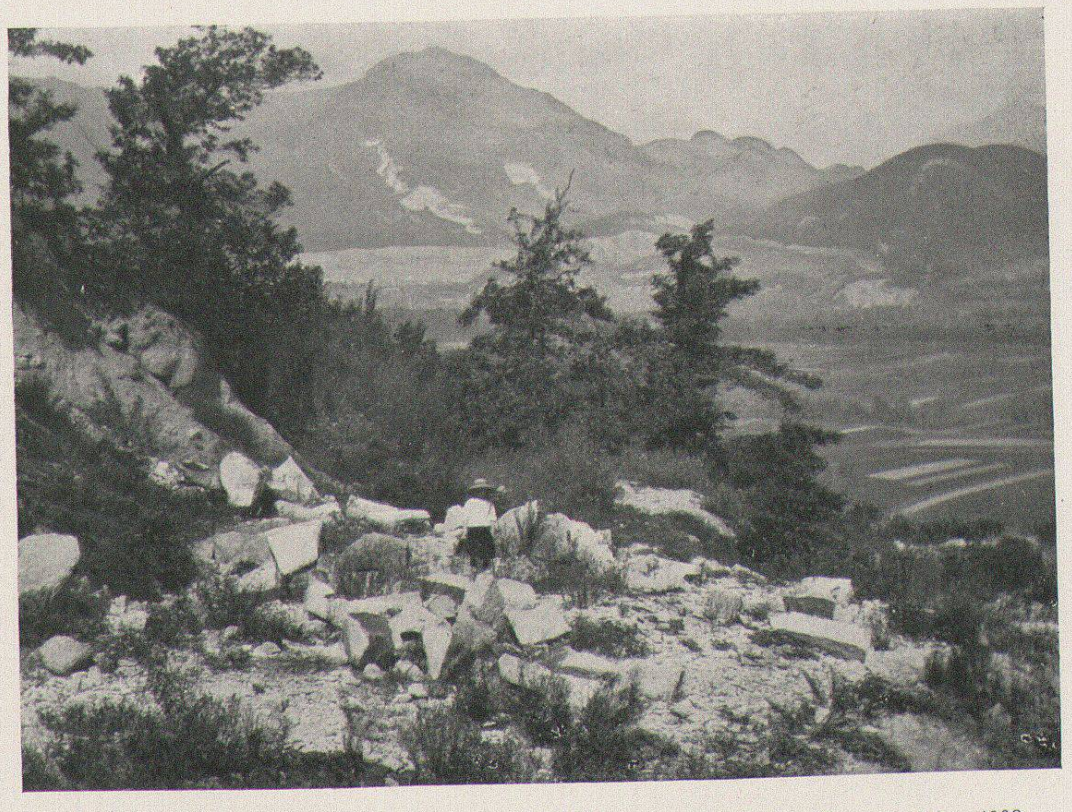
Fig. 2. Pierre des Muguets de la Barmaz.
ca. 800 m³.



Phot. H. Sch. 1907.

Fig. 1. Ausbeutung von Blöcken in der liegenden Moräne.

Exploitation de blocs dans la moraine sousjacente.



Phot. H. Sch. 1908.

Fig. 2. Überbleibsel eines ausgebeuteten Blocks.

Restes d'un bloc exploité.

komitee nahm hiefür unsere neugeschaffene Naturschutzkommission in Anspruch, welche sofort mit Freuden diesen Auftrag übernahm und bei ihren kantonalen Tochterkommissionen einen erfreulichen Beistand fand. In der ganzen Schweiz wurden Zirkulare zur Sammlung von Beiträgen versandt, und heute dürfen wir mit Dank und Freude konstatieren, dass die benötigten Fr. 9000 auf freiwilligem Wege gedeckt worden sind (siehe den Anhang).

Schon während der Anordnung zur Sammlung der Beiträge wurde die vollständige Kaufsumme an den Eigentümer ausbezahlt, damit wenigstens in dieser Hinsicht die Verhandlungen als abgeschlossen zu betrachten seien. Es blieb noch der Ankauf des Grundstücks, auf dem der Block liegt, zu bewerkstelligen übrig und dann die Übergabe desselben an unsere Gesellschaft. So ist, nachdem schon an dem Gelingen des Unternehmens vielfach gezweifelt wurde, mit vereinten Kräften das endgiltige, erfreulichste Resultat erzielt worden.

Noch bleibt uns übrig, die letzten Anordnungen zu treffen, wie unser Besitztum in Zukunft verwaltet werden soll. Das Häuschen sowohl, als das Gärtchen verlangen Pflege und Unterhalt. Es ist angezeigt, beiden eine zweckentsprechende Verwendung zu sichern; so z. B. in dem Gärtchen eine Anpflanzung der verschiedenen erratischen Pflanzen anzulegen, und in dem Häuschen eine Sammlung von Handstücken aller erratischen Gesteine der Moräne von Monthey aufzustellen, nebst Photographien aller grösseren erratischen Blöcke und der charakteristischen Landschaftsbilder, dann eine Karte in grossem Masstab, auf welcher die Ausdehnung der Moräne von Monthey und die Lage der noch bestehenden und besonders der verschwundenen erratischen Blöcke eingetragen ist.

Ist es nach all' dem Gesagten wirklich bewiesen, dass es durch das wissenschaftliche Interesse gerechtfertigt war, mit solchen Bemühungen und bis jetzt nie gebrachten Opfern den grossen erratischen Block zu schützen? Es kann in der Tat nicht daran gezweifelt werden, dass das Objekt der Bemühungen und der Opfer wert ist. Die Bilder, welche beiliegen, rechtfertigen dies im vollsten Maasse; aber auch durch seine Lage in der Verbreitungszone der Moräne von Monthey verdiente dieser Block schon an und für sich auf ewige Zeiten geschützt zu werden.

Dies führt uns dazu, von der Lage und Verbreitung der Moräne von Monthey zu sprechen. Etwa hundert bis hundertfünfzig Meter über dem Talboden breitet sich auf dem linken Ufer der Vièze und dem Rhonetal entlang, auf eine Länge von etwa 3 km, eine ununterbrochene Zone von erratischen Blöcken aus, welche gewiss ihresgleichen nicht findet. Wenn ich hier noch das Präsens gebrauche, so geschieht dies des wissenschaftlichen Faktums wegen, welches nicht verschwinden kann, wenn auch das Objekt, mittelst welchem die Tatsache festgestellt wurde, zunichten ging. Das ist nun leider hier der Fall. Von den vielen hunderten von erratischen Blöcken, welche die etwa 100 bis 150 Meter breite Moränenzone aufbauten, sind nur noch wenige vorhanden. Es sind dies die nun definitiv geschützten vier grössten oder doch interessantesten Blöcke oder Blockgruppen folgender Namen: Die *Pierre des Marmettes*. welche das südliche Ende der Verbreitungszone der erratischen Blöcke bezeichnet. Um die Pierre des Marmettes herum liegen noch eine ganze Anzahl kleinerer Blöcke, welche das interessante Bild dieser Blockmoräne noch vermehren. Seit weniger als 15 Jahren ist eine schöne Gruppe etwa 100 bis 200 m^3 messender Granitblöcke nördlich der Pierre des Marmettes ausgebeutet worden; dieselben trugen ebenfalls den Namen Pierres des Marmettes. Dieser Name ist wohl darauf zurückzuführen, dass in alten Zeiten unter diesen Blöcken Murmeltierbaue vorhanden waren; im ge-

gebenen Falle ein ganz bezeichnendes Relikt tierischen Lebens der Gletscherzeit.

Die *Pierre à Dzo* ist eigentlich eine Blockgruppe, weil ein grosser mehr oder weniger abgerundeter, etwas ungeschlachter Block auf einem andern aufruht. Dazwischen liegt ein kleineres zerbrochenes Felsstück, wovon schon de Charpentier spricht. Die Lage dieses Blockes ist eine bedrohende, was auch den Namen Pierre à Dzo, d. h. ein genau das Gleichgewicht haltender Stein, rechtfertigt. Mittelst einigem Mauerwerk ist den Befürchtungen, der Block könnte einmal nach Monthey hinunterrollen, Einhalt getan worden. Die Gefahr wurde besonders dadurch vermehrt, weil die Granitbrecher, behauptend, der nunmehr der Waadtländer Naturforschenden Gesellschaft gehörende Block habe kein Recht auf den Boden, auf dem er liegt, d. h. auf die darunter liegenden Blöcke, sich daran machten, diese letzteren auszubeuten unter Gefahr, die Pierre à Dzo zum Sturze zu bringen. Infolge dessen hat nun die Walliser Regierung, welche ursprünglich diesen sowohl, als die Pierre des Muguets an Joh. v. Charpentier als Nationalgeschenk, in Anerkennung seiner Leistungen und Verdienste im Gebiete der Gletscherkunde verabreichte, beschlossen, dass eine gewisse Landzone rings um die beiden Blockgruppen abgesteckt werden solle und dieselbe mit Marksteinen versehen.

Um die Pierre à Dzo herum ist der Boden wie von Bruchstücken übersät, welche von ausgebeuteten Blöcken herrühren. Jenseits einer Einbuchtung des Gehänges, in welchem die Höfe von le Croix, le Gueurse und Malevoz liegen, beginnt der interessanteste Teil der Moräne. Hier zeigt sich vorerst die Blockgruppe der *Pierre des Muguets*, auch Pierre des Mourguets genannt, der Maiglöckchenstein. Der riesige Stein besteht aus zwei aneinandergelehnten Stücken, unter welchen man durchschlüpfen kann. Mehrere kleinere Blöcke liegen darunter, daneben und darauf. Auch hier hat sich die Vermessenheit der Granitbrecher bemerkbar gemacht, indem dieselben angefangen hatten,

die unter der Pierre des Muguets liegenden Granite auszubeuten. Das Einschreiten der Regierung auf Ansuchen der Waadtländer Naturforschenden Gesellschaft hat diesem Eingreifen ein Ende gemacht; die vollständige Blockgruppe ist nun ummarkt. Die Pierre à Dzo sowohl, als die Pierre des Muguets sind von der Ebene aus über dem felsigen Abhang sichtbar.

Ganz am anderen nördlichen Ende des Moränenzugs, über dem Neocomfelsen von La Barmaz (der hohle Fels) liegt der *Studerblock*, Derselbe wurde unserer Gesellschaft anno 1869 von Herrn Breganti, dem bekannten Granitbruchbesitzer, mit einer Anzahl anderer Blöcke geschenkt. Diese Aufmerksamkeit mag für uns ein Beweggrund sein, den Zerstörern dieser Zeugen der Gletscherzeit Vieles zu verzeihen. Der Studerstein ist in jeder Hinsicht gewiss einer der interessantesten, denn er beherrscht, auf einem Felssockel liegend, die Talebene im Norden, gegenüber dem Dorfe La Muraz. Hier hört in der Tat der Blockmoränenzug auf. Weiter nördlich von dieser Stelle finden sich nur noch ganz vereinzelte und nur ganz kleine unbedeutende erratische Blöcke, welche auch nie zu Ausbeutungen Veranlassung gegeben haben.

Die genau 1750 Meter lange Strecke zwischen der Pierre des Muguets und dem Studerstein war früher ganz von grossen und kleinen Granitblöcken bedeckt; dieselben lagen förmlich aneinander gereiht und bildeten eine der frappantesten Erscheinungen im Gebiete der Gletscherwirkung.

Joh. v. Charpentier drückt sich in seinem Werke „Essai sur les Glaciers“ über diese Blockmoräne folgendermassen aus:

„Ich glaube nicht zu übertreiben, wenn ich die Blockzone von Monthey zu den sonderbarsten, lehrreichsten und merkwürdigsten Naturerscheinungen der Alpen rechne. Diese Blöcke werfen ein helles Licht auf die Frage über die wahrscheinliche Ursache und Herkunft der erratischen

Schuttanhäufungen. Alle Geologen, welche die Westschweiz besuchen, möchte ich einladen, diese wirklich aussergewöhnliche Blockanhäufung zu besichtigen."

Es ist bekannt, dass J. A. De Luc dieselbe schon vorher untersuchte und darüber berichtete, daraus aber schloss, der Transport derselben sei durch grosse Wasserströmungen zustande gekommen.

Charpentier fügt hinzu, der Besuch dieses Blockgebietes sei auch den Landschaftsmalern, sowie allen denjenigen, welche genug Bildung besitzen, um Naturerscheinungen dieser Art zu lieben und zu geniessen, auf's Wärmste zu empfehlen.

Heutzutage ist eine solche Anempfehlung nicht mehr gerechtfertigt; die Verwüstung ist über das früher so liebliche Gelände weggegangen. An Stelle des malerischen Bildes der von hundertjährigen Kastanienbäumen beschatteten, moosbedeckten Blockriesen, breitet sich auf der ganzen Breite der Moränenzone eine Steinwüste aus, bestehend aus den traurigen Überbleibseln der zersprengten und gebrochenen Granitblöcke. Nicht zufrieden, die an der Oberfläche liegenden Blöcke auszubeuten und wegzuführen und nur deren Abfälle zurückzulassen, beginnen nun die Granitbrecher den Abbau der unter der Blockmoräne vorhandenen Sand- und Kiesmoräne, um die darin liegenden zerstreuten grösseren und kleineren Blöcke auszubeuten. Dadurch wird das Land förmlich aufgewühlt. Die Ausgrabungen sind von weitem sichtbar und bieten in der Nähe ein unwiderstehlich wehmütig bedrückendes Bild. Allerdings wird dadurch auch ein Vorteil gewonnen, indem oft recht schöne und lehrreiche Aufschlüsse der inneren Struktur der Moräneanhäufungen zutage treten; aber nur für kurze Zeit; denn so bald der Abbau fertig ist, verschüttet sich der Anbruch. Die Photographie bietet aber ein schätzbares Mittel, diese momentanen Aufschlüsse zu fixieren.

Nicht überall ist die ursprüngliche Oberflächenform dieser Blockmoräne verschwunden. An einigen Stellen, wo die Blöcke zu klein oder von nicht guter Beschaffenheit waren, haben die Steinbrecher dieselben verschmäht, und man kann noch heute ein in Abwesenheit der grossen Blöcke allerdings nur mässig grossartiges Bild des früheren Zustandes geniessen. Ein einziges, leider sehr reduziertes Gebiet, etwas südlich vom Studerblock, über dem Felsabsturz von La Barmaz gelegen, enthält noch eine intakt gebliebene grosse Blockgruppe, welche ebenfalls unter dem Namen Pierre des Muguets bekannt ist. Hier liegen ausser dieser grossen Gruppe noch eine Anzahl kleinerer Granitblöcke herum, während der Kastanienhain im schönsten Bestande die imposante Moränenlandschaft beschattet. Die Schwierigkeit der Zufahrt hat bis jetzt dieses Gebiet verschont. Aber schon ist eine Fahrstrasse gebaut worden, und das eintönige Hämmern der Steinmetzen klingt auch hier schon gleich einem Sterbegeläut durch den ruhigen Wald.

Diese Pierre des Muguets von La Barmaz ist noch grösser als ihre homonyme Blockgruppe bei Monthey. Der etwa 8 Meter breite und 5 Meter hohe Block hat eine Länge von beinahe 20 Meter. Er ist steil aufgerichtet und lehnt sich an mehrere kleinere Blöcke an. Die Art und Weise, wie während des Abschmelzens des Gletschereises die Blöcke nach und nach seitlich abstürzten und übereinander rollten, ist hier, wie nirgends deutlicher, zu ersehen. In dieser Hinsicht wäre gewiss die Konservation dieser schönen Blockgruppe sehr wünschbar. Man darf aber kaum daran denken, in Anbetracht der Mühe und Opfer, welche die Rettung der Pierre des Marmettes gekostet hat.

Die Lage der Blockmoräne von Monthey hat etwas Eigenartiges. Sie scheint wie vereinzelt dazuliegen, ohne Fortsetzung weder talaufwärts noch talabwärts. Es ist sicher, dass dieselbe dem Bühlstadium des Rhonegletschers ange-

hört. Das Zungenende desselben stand zur Zeit, als diese Blockanhäufungen abgelagert wurden, etwa bei Vouvry oder noch näher talaufwärts. Dann müsste man aber doch die Fortsetzung nördlich und südlich finden. Was die nördliche Fortsetzung anbelangt, so ist anzunehmen, dass der Felsabsturz von La Barmaz, an welchem das nördliche Ende der Moräne absetzt, auch ein Absinken dieser letzteren zur Folge hatte, so dass diese nun unter dem ausserordentlich reichlichen rezenten Gehängeschutt und unter dem Alluvium des Rhonetales begraben liegt. Die aussergewöhnliche Ansammlung von Blöcken ist an dieser Stelle ausserdem noch dadurch zu erklären, weil nach der Einengung des Rhonetales beim Durchbruch zwischen Dent du Midi und Dent de Morcles hier eine bedeutende Erweiterung sich einstellte, welche naturgemäss die seitliche Ablagerung der Moräne erleichterte. Talaufwärts finden sich zwar auch hin und wider Granitblöcke, welche die Fortsetzung der Moräne andeuten. Es sei hier noch die Frage aufgeworfen, ob die ebenso merkwürdige, aber weniger ausgedehnte Blockanhäufung, welche bei 1200 bis 1500 Meter Meereshöhe oberhalb le Ravoir bei Martigny die Abdachung des Massivs von Arpille über les Autans einnimmt, zu demselben Gletscherstadium gehört. Auch hier wird nun abgebaut. Eine Aktiengesellschaft hat eine Fahrstrasse angelegt zur Talfahrt der Granite. Die Gemeinde Martigny-Combe hat aber drei der grössten Blöcke zur Konservierung bestimmt.

Die Grundlage der Blockmoräne von Monthey ist zum grössten Teil nur spärliche Geröll- oder Sandmoräne. Viele Blöcke liegen direkt auf Felsboden, so der Studerstein, die Pierre à Dzo und andere. Das Felsgestein unter der Moräne ist oberhalb Monthey Flyschsandstein und Flyschschiefer. Bei Gueurse beginnt Urgon, grauer dichter Kalk, welcher bei Malevoz zum Kalkbrennen gebrochen wird. Weiter nordwärts kommen die bekannten Echinodermenbreccien des Neocoms zum Vorschein; in diesen graugrünlich,

violettbraun bis rötlich kolorierten Kalkschichten liegen die Bau- und Marmorsteinbrüche von Collombey. Stellenweise geht der Echinodermenkalk auch in einen dunkel- bis hellgrauen schieferigen Kieselkalk über.

Diese Unterlage bietet, wo dieselbe abgedeckt ist, die deutlichste Gletschererosionswirkung dar. Die Rundhöckerform ist von weitem zu erkennen in den über der Moränenzone liegenden Hügeln von Foge. Jüngeren Datums sind die auf dem Kalk entstandenen Karrenfurchen. Unter der Moränenzone ist der Fels auch meist blossgelegt und dort sind eben zum Teil die Marmorsteinbrüche. Hier ist neben Gletschererosion auch die ausgeprägteste Schmelzwassererosion zu erkennen. Tiefe Rinnen sind in den Fels eingeschnitten. Ganz besonders interessant ist der sogenannte „Creux de l'Enfer" (Hölloch), ein tiefer Einschnitt, in welchem Riesentöpfe, Erosionsfurchen und daneben auch mit verwaschener Moräne ausgefüllte Aushöhlungen zu sehen sind. Grosse abgerundete Granitgeschiebe sind in der Klamm eingeschlossen und werden auch schon ausgebeutet.

In Bezug auf die petrographische Beschaffenheit des Moränenmaterials von Monthey ist, wie bekannt, der Mont-Blanc-Granit oder Protogin das evident vorherrschende Gestein; alle grösseren Blöcke bestehen daraus. Dieser grobkörnige Granit ist oft von feinkörnigen Aplitadern durchzogen und bietet vielerorts die so charakteristische Eigenschaft der basischen Einschlüsse oder Ausscheidungen dar. Unter den Abfällen, welche die Ausbeutung der Granitblöcke zurückgelassen hat, können alle möglichen Typen des Protogins und dessen Begleitschaft gesammelt werden. Neben dem Protogin findet sich, aber nur in ganz untergeordneter Häufigkeit, auch nur in kleineren Blöcken, der graue schieferige Gneiss der Nordseite des Mont-Blanc-Massivs in allen möglichen Varietäten. Von verschiedenen Walliser Gesteinen finden sich vereinzelte Vorkommnisse.

Es wäre gewiss eine interessante Aufgabe, alle Gesteine zu sammeln, welche in der Moräne von Monthey neben den vorherrschenden Felsarten vorkommen. Die Beziehungen zwischen dem Drance-Gletscher einerseits und dem Hauptgletscher der Rhonetals andrerseits könnten auf diese Weise erörtert werden.

Anhang.

Verzeichnis der freiwilligen Beiträge an die Erhaltungskosten der „Pierre des Marmettes".

Schweiz. Verein für Heimatschutz **Fr. 100.** —

Aargau. Fr. 438. —

Tit. Aarg. Naturforschende Gesellschaft
„ Schülerschaft der Aarg. Kantonsschule
Herr Boveri, Walter, Baden
„ Bloesch, Karl, Laufenburg
„ Byland, Rektor, Aarburg
„ Frey, Eugen
„ Forster. Dr., Apotheker, Frick
„ Fuchs, Karl, Dr., Sins
„ Habich-Dietschy, Rheinfelden
„ Hartmann, Ad., Dr., Chemiker
Tit. „Industria", Kantonsschülerverein
Herr Keiser, Walter, stud. phil., Laufenburg
„ Keller, H., Dr. med., Rheinfelden
„ Matter-Bally, Kölliken
„ Meissner, A., Buchhändler
„ Meyer, O., Dr., Fürsprech
„ Mühlberg, F., Prof. Dr.
„ Mühlberg, Max, Dr. phil.
„ Roethlisberger, Dr. med., Baden
„ Schwere, Dr., Seminarlehrer
„ Siegrist, Dr. med., Brugg
„ Spühler, Fürsprech
„ Stoll, S., Rektor, Schinznach
„ Streit, Dr. med.
„ Wehrli, H., Buchs
„ Weibel, Dr., a. Direktor, Brugg †

Basel-Stadt. Fr. 4179. —

Herr Buxtorf, Aug., Dr.
„ Chappuis, P., Dr.
„ Christ, H., Dr.
„ Corning, H. K., Prof.
„ Ditisheim, Alfred
„ Engelmann, Th., Dr.
„ Fichter, Fr., Prof. Dr.
„ Hagenbach-Bischoff, Prof. Dr.
„ Hagenbach, Aug., Prof. Dr.
Frau His, E.
Herr Mähly-Eglinger, Dr.
„ Miescher, Paul
„ Otto, F.
„ Piccard, J., Prof. Dr.
„ Preiswerk-Sarasin, Pfarrer
„ Riggenbach, Alb., Prof. Dr.
„ Riggenbach-Iselin
„ Rütimeyer, Prof. Dr.
„ Sarasin, Fritz, Dr
„ Sarasin, Paul, Dr.
„ Sarasin, Peter
„ Senn, G., Dr., Privatdozent
„ Siegrist, Hermann, Dr.
„ Stehlin, H. G., Dr.
„ Stehlin, Karl, Dr.
Frau Stehlin-Merian, Cécile
Herr Trüdinger, Ph.
„ Von der Mühll, K., Prof. Dr.
„ Wackernagel, G.
„ Zschokke, Fr., Prof. Dr.

Basel-Land. Fr. 28. —

Herr Heinis, Fr., cand. phil., Therwil
„ Strübin, Dr., Liestal
Tit. Naturforschende Gesellschaft Basel-Land

Bern. Fr. 349. —

Herr Baltzer, A., Prof. Dr.
„ Burri, R., Dr., Kreistierarzt, Laupen
„ Dick, Dr. med.
„ Fischer, Ed., Prof. Dr.
„ Guillebeau, Prof. Dr.
„ Huber, Rud., Dr.
„ Hugi, E., Dr., Privatdoz.
„ Körber, Hans
„ Kronecker, H., Prof. Dr.
„ Lanz, E., Dr. med., Biel
„ Lanz, J., Dr. med., Biel †
„ Lindt, W., Prof. Dr.
„ Lory, C. L., Münsingen
„ Mützenberg, E., Dr. med., Spiez
„ Nanni, Wilh., Dr.
„ Pillichody, Oberforstadjunkt
„ Reber, Dr. med., Niederbipp
„ Renfer-Dietler, H.
„ Sahli, H., Prof. Dr.
„ Sidler, G., Prof. Dr. †
„ Studer, B., Apotheker, sen.
„ Trösch, Alfr., Dr., Lehrer
„ Tscharner, L. von, Oberst
„ Wäber-Lindt, Dr.
„ Zeerleder-von Fischer, Fr.

Freiburg. Fr. 230. —

Herr Crausaz, Simon, Oberst
„ Gobet, Louis, Prof. Dr. †
Tit. Organisationscomité des Jahresvorstandes pro 1907
Herr Repond, Oberst, Chenaleyres

Genf. Fr. 319. —

Anonyme Gönner
Herr Brun, A., Pharmacien
„ de Candolle, Cas.
„ Chaix, E., Prof. Dr.
„ Corning, E. L.
„ Flournoy, Edm.
„ Reverdin, Fréd., Chimiste
„ Reverdin-Mayer
„ Rivoire, Emile
Frau de Roulet, Henry, Chambésy
Herr Stroehlin, P. Ch.

Graubünden. Fr. 114. —

Herr Bischoff, J., Schuls
„ Flury, A., Dr., Schiers
„ Hauri, Dekan, Dr., Davos
„ Jaeger, W., Baumeister
„ Meuli, Apotheker
Tit. Naturforschende Gesellschaft Graubündens
Herr Neumann, Ed., Dr., Schatzalp-Davos
„ Planta von, P., Fürstenau
„ Schucan, A., Direktor d. rhät. Bahn
„ Tarnuzzer, Chr., Prof. Dr.
„ Töndury-Zender, J., Samaden

Neuchâtel. Fr. 154. —

Herr Attinger, V., Editeur
„ Berthoud, J., Conseiller d'Etat
„ Borel, Maurice, Cartographe
„ Bourgeois, A., Prof.
„ de Coulon. Th., Cortaillod
„ Godet, Philippe, Prof.

Herr Humbert, Paul E.
„ Huguenin, Béliaire, Chaux-de-Fonds
„ Jéquier, Jean
„ Nelson Convert, Ingénieur
„ Perret, David
„ Perret, F. A., aux Brenets
„ de Perrot, Sam., Ingénieur
„ Piquet, Dr., Cernier
„ de Quervain, F., Prof. Dr., Chaux-de-Fonds
„ Ritter, Guill., Ingénieur
„ Rivier, H., Prof. Dr.
„ Roulet, Jean

Obwalden. Fr. 20. —

Gönner in Obwalden

Schaffhausen. Fr. 130. —

Herr Amsler, J., Prof. Dr.
„ Frey, Herm., Färber
Tit. Naturforschende Gesellschaft
Herr von Waldkirch-Neher, W.

Solothurn. Fr. 274. —

Herr Bally-Herzog, A., Schönenwerd
„ Bally-Prior, Ed., Schönenwerd
„ Brosi, Oberst
„ Dübi, Direktor, Gerlafingen
„ Forster, W., Apotheker
„ Glutz, E., Architekt
„ Kottmann, Dr.
„ Mägis, Direktor
„ Meier, Direktor, Gerlafingen
„ Pfähler, Apotheker
„ Vogt, Paul, Zahnarzt
„ Walker, Aug., Dr. med.

St. Gallen. Fr. 20. —

Herr Rehsteiner, H., Dr., Apotheker
„ Wegelin-Janssen, Max

Tessin. Fr. 15. —

Herr Bettelini, Arn., Dr., Lugano.
„ Spohr, J.

Thurgau. Fr. 50. —

Tit. Naturforschende Gesellschaft

Waadt. Fr. 1263. —

Herr Amann, J., Dr.
Anonym aus Lausanne
Herr Barbey, Will, Valleyres s. Rances
„ Blanc, H., Prof. Dr.
„ Bugnion, E., Prof. Dr., Blonay sur Vevey
„ Bührer, C., Clarens
„ Burnat, E., Nant.
„ Chappuis, E., Notaire, Chexbres
„ Chatelanat, Dr., Veytaux
„ Cornu, F., Corseaux
„ Dumur, J., Colonel, Pully
„ Du Pasquier, L., Ingénieur, Veytaux
Frl. Epplé, Veytaux
Herr Favrad-Coune, A., Château d'Oex
„ Forel, F. A., Prof. Dr., Morges
„ Gallet, J., Bex
„ Garin, A., Dr., Yverdon
„ Goll, Herm.
„ Grandjean, H., Dr.
„ Heer, Oswald, Dr. med.
„ Hottinger, Th., La Tour de Peilz
„ Jaccard, H., Prof., Aigle

Herr Lochmann, J., Colonel
„ Longuinine, W., Montreux
„ Lugeon, M., Prof. Dr.
„ Mellet, R., Prof. Dr.
„ Mermod, Prof. Dr.
„ Musson, S. C., Aigle
Tit. Naturfreund in Clarens
Herr Nicod, Henri, La Tour de Peilz
„ Pilet, Emile, Tolochenaz
„ de Pury, Sam., Clarens
„ Roux, F., Prof. Dr.
„ Schardt, Hs., Prof. Dr., Veytaux
Tit. Section de Montreux S. A. C.
„ Société Acad. Vaudoise
„ Société Vaudoise des Sciences naturelles
Herr Thélin, Pasteur
„ Vernet, H., Dr., Duillier
Frau Vuichoud-Marquis, Château de Châtelard

Wallis. Fr. 45. —

Herr Andreæ, C., Ingenieur, Visp
„ Dubosson, Curé, Trois-Torrents
„ Repond, Dr., Monthey

Zürich. Fr. 972. —

Herr Ernst, J. W.
„ Faesi-Schulthess, F.
„ Fritzsch & Cie.
„ Früh, J., Prof. Dr.
„ Grubenmann, U., Prof. Dr.
„ Guyer, Max
„ Guyer Rudolf
„ Haab, O, Prof. Dr.
„ Heim, Alb., Prof. Dr.

Herr Heimgartner, stud. phil.
„ Huber, H., Männedorf
„ Huber, Oberst
„ Jaccard, Paul, Prof. Dr.
„ Kleiner, Alfr., Prof. Dr.
„ Lang, Arn., Prof. Dr.
„ Locher-Freuler, E., Dr.
„ Messikommer, Jak., Dr., Wetzikon.
„ Müller-Jelmoli, H.
„ Ottiker, A., Dr.
„ Schœller, Cæsar
„ Schröter, Karl, Prof. Dr.
„ von Schulthess Rechberg, Dr. med.
„ Simon, Charles
„ Swellengrebel, N., Assistent an der Universität
„ Tobler, Adolf, Prof. Dr.
„ Trümpler-Ott
„ Ulrich, P., Architekt
„ Vogel-Fierz, H.
Winterthur, Sammlung der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft (430. —)
„ Zuppinger, E., Wallisellen

Ausland. Fr. 300. —

Herr Avebury, Lord, London
„ Bertoni, Giac., Prof. Dr., Livorno Mare
„ Büttikofer, J., Dr., Direktor des zoolog. Gartens, Rotterdam
„ Choffat, Paul, Dr., Lissabon
„ de Coppet, L. C., Dr., Nizza
„ von Drygalski, E., Prof. Dr., München
„ Ebert, Herm., Prof. Dr., München
„ Erb, Jos., Dr., Bukarest
„ Finsterwalder, Seb., Prof. Dr., München

Herr Guillaume, Ch. Ed., Dr. ès-sciences, Directeur, Sèvres-Paris
„ Schall, Karl, Dr., Leipzig
Tit. Schweizertisch im „Roten Hahn“ (durch Herrn Dr. G. Hegi), München
Herr Urech, Fr., Prof. Dr., Tübingen

Total **Fr. 9000.** —

Sur les Fougères des temps paléozoïques et leur signification dans la paléontologie.

Par

R. Chodat.

L'auteur expose tout d'abord l'état de la question avant les découvertes de Williamson. Selon l'Ecole française dont Brongniart était le chef, les anciennes plantes cryptogames du carbonifère non seulement étaient des plantes à spores mais étaient dépourvues d'accroissement secondaire du bois et du liber. Les troncs trouvés dans ces couches anciennes et chez lesquels on pouvait reconnaître une structure secondaire devaient appartenir au règne des Gymnospermes. Ces idées semblaient d'accord avec la théorie en vogue du transformisme; les plus anciennes plantes devaient être aussi les plus simples. Mais grâce aux recherches du savant anglais on sait maintenant et cela est désormais admis par tous les botanistes que les Ptéridophytes anciennes étaient plus compliquées que celles d'aujourd'hui; on a reconnu la structure secondaire dans tous les groupes. Plus encore on a reconnu l'hétérosporie dans des familles qui ne la possèdent plus actuellement (Lycopodiacées, Equisetacées etc.). Dans certains genres de Lycopodinées *Lepidocarpon* et *Miadesmia* et même *Selaginellites* l'hétérosporie va jusqu'aux confins du domaine de l'unique mégaspore dans un espèce d'ovule indusié.

Mr. Chodat rappelle enfin la retentissante découverte faite par Williamson puis par Williamson et Scott de Fougères proprement dites à structure secondaire et dont les traces foliaires comme les faisceaux perimédullaires

auraient selon ces auteurs possédé une structure mésarque comme celle des Cycadacées actuelles. Le conférencier s'arrête à cet exemple et montre en partant des notations et des manières de lire la structure des Fougères telles qu'elles ont été formulées par C. E. Bertrand et Cornaille, qu'en homologuant ces structures de *Lyginodendron* avec celles des feuilles des Cycadacées les auteurs anglais se méprennent; au moyen de diagrammes projetés sur l'écran il fait saisir qu'en réalité, dans ces deux phylum, la structure est toute différente: le protoxylème chez les Cycadacées est à développement centripète (feuille) tandis que dans les Lyginodendron il y a un divergeant endarque par conséquent centrifuge avec ailes de métaxylème rabattues à la façon du divergeant des *Osmunda* ou des *Todea* (tige). — Le genre *Lyginodendron* qui selon l'opinion courante, depuis peu, devait être *l'Archæopteryx* végétal reste simplement une Fougère à structure secondaire. Le conférencier insiste aussi sur les différences qui séparent les semences de *Lyginodendron* décrites comme telles par Oliver et Scott et réfute l'opinion de Kidston, Benson etc. relative aux micrarchidies de ces plantes qui auraient été du type *Crossotheca* ou *Telangium* c'est-à-dire des espèces de synanges. Mr. Chodat expose les raisons qui lui font admettre que *Lyginodendron* portait sur ses frondes *(Rhaciopteris aspera)* des micrarchidies du type de celles (sporanges) des Filicinées. Il a trouvé ces micrarchidies filicéennes en connexion directe avec le feuillage *Rhaciopteris* (Coll. Inst. bot. Genève).

Par conséquent loin d'être, comme le veut la théorie acceptée, un anneau qui réunirait les Filicinées aux Cycadinées, Lyginodendron n'est qu'une Fougère d'un type particulier qui s'est élevé jusqu'aux confins de la Phanérogamie.

L'auteur de cet exposé met en garde ses auditeurs contre les théories trop peu étayées et affirme que l'origine des principaux groupes végétaux est aussi peu connue

aujourd'hui que du temps de Brongniart. Il est bien permis d'imaginer des origines plus ou moins problématiques mais une science consciente de ses devoirs et jalouse de ses traditions, toutes faites de probité et de rectitude intellectuelles préférera s'en tenir à l'exposé objectif des faits plutôt que de s'engager dans le domaine mouvant des spéculations.

Vorträge

gehalten

in den Sektionssitzungen.

Leere Seite
Blank page
Page vide

I.

Geologische Sektion

zugleich Versammlung der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft.

Präsident: Herr Prof. Dr. J. Früh.
Sekretär: „ R. Beder, cand. phil.

Beginn der Sitzung: $8^3/_4$ Uhr.

Anwesend: Zirka 20 Personen.

---

1. Herr Prorektor *J. Oberholzer* (Glarus): *Das Deckensystem der Silbern.* Die westlich vom Glärnisch liegende Kreideregion der Silbern und des Kratzerngrates zeigt einen ausgesprochenen Deckenbau. Über der Axendecke, die den hervorragendsten Anteil am Aufbau der Gebirgsgruppe zwischen Linthtal und Vierwaldstättersee, Klausenpass und Pragelpass nimmt, liegen in der Silbern noch vier weitere Decken: die Bächistockdecke, die untere Silberndecke, die obere Silberndecke und die Toralpdecke, die jedoch nur als Verzweigungen der Axendecke anzusehen sind, da sie nur aus Kreide und Eocän bestehen, während letztere alle Sedimente von der Trias bis zum Eocän umfasst. Jede dieser Zweigdecken besteht am Südrande der Silbern nur aus unterer Kreide (Berriasien, Valangien und Neocom); nordwärts stellen sich darüber die obere Kreide und der Nummulitenkalk ein, während gleichzeitig an ihrer Basis die ältern Sedimente sukzessive sich auskeilen. Die Tektonik kompliziert sich noch dadurch, dass die Axendecke und die obere Silberndecke in ihrem nörd-

lichen Teile sich in sekundäre, flach übereinander gepresste Falten gabeln. Die Faltennatur der Decken wird durch die sehr reduzierten, verkehrten Schichtfolgen bewiesen, die gegen die Stirnregion hin zwischen einzelnen Decken, besonders an der Basis der obern Silberndecke, erhalten geblieben sind.

Die Silbern wird von einer sehr grossen Zahl von transversalen und longitudinalen Brüchen durchkreuzt, von denen jedoch nur wenige eine beträchtliche Verschiebung der beidseitigen Gebirgsteile bewirkt haben. Ihre Gruppierung zu Systemen paralleler Brüche und der Umstand, dass sie nicht nur ganze Falten geradlinig durchschneiden, sondern oft von einer Überfaltungsdecke in eine andere übergreifen, beweisen, dass sie grösstenteils jünger sind als der Faltungsprozess.

Da in den Gebirgen westlich der Linth alle Überfaltungsdecken stark nach Westen einsinken, sind östlich von der Silbern, am Glärnisch, die obern Zweigdecken der Axendecke bereits abgetragen worden, die Bächistockdecke ausgenommen, welche die Gipfelregion im mittlern und westlichen Teil der Glärnischkette aufbaut. Dagegen lassen sich westlich von der Silbern, im Wasserberg und in der Kaiserstockkette, sehr deutlich über der Axendecke noch ihre drei ersten Zweigdecken erkennen.

Die nach Norden untertauchende Stirnregion der Axendecke und ihrer Abzweigungen liegt auf der Linie Muotathal-Pragelpass-Richisau unter der Säntis-Drusbergdecke verborgen, welche die Gebirge nördlich von Klönthal und Muotathal aufbaut. Als Beweis dafür, dass diese grosse Decke einst auch über die Silbern sich hinüberwölbte, sitzt auf ihrer Westabdachung noch ein Erosionsrelikt derselben, das Roggenstöckli, bestehend aus Valangien und Neocom in der Facies der Drusbergdecke.

In Übereinstimmung mit der tektonischen Lage stimmt die Facies der Silberndecken im ganzen mit derjenigen der Axendecke und der tiefern Glarner Decken überein,

zeigt jedoch, namentlich im Neocom und im Gault, bereits eine Annäherung an diejenige der Säntis-Drusbergdecke. Der Gault z. B., der noch in der Deyenkette am Nordrand der Axendecke bloss das Albien und Cenomanien repräsentiert, zeigt in den Silberndecken bereits die volle Gliederung in Aptien (Glauconitsandstein und Echinodermenbreccie), Albien (Concentricusschiefer und Knollenschichten) und Cenomanien (Turrilitenschicht).

Zunächst dankt der Präsident (Prof. Dr. *J. Früh*) in warmen Worten dem Vortragenden für seine vorzügliche Darlegung und beglückwünscht den Kanton Glarus dazu, dass in seiner Mitte ein so vortrefflicher Beobachter lebt, der sich mit solcher Energie, Ausdauer und Erfolg der geologischen Erforschung des merkwürdigen Landes widme.

Darauf demonstriert Prof. Heim die Manuskriptblätter 1 : 50,000 zu der von ihm und Herrn Oberholzer gemeinsam bearbeiteten geologischen Karte des Linthgebietes, zu welcher nach seiner Mitteilung Herr Oberholzer mehr als Dreivierteile der neuen Detailbeobachtung geliefert hat. Der Vortragende hebt die Zuverlässigkeit der Beobachtungen und das eindringende Verständnis hervor, von welchem die grosse Arbeit des Herrn Oberholzer durchdrungen ist. Trotz den enormen Verwicklungen wird der Kanton Glarus bald zu den geologisch am besten erforschten und verstandenen Gebieten der Alpen zählen.

Die Herren Prof. Lugeon und Prof. Schardt sprechen sich in gleicher Weise anerkennend über die Forschungen des Herrn Oberholzer aus.

Herr Schardt erwähnte noch, dass die Decken der Silbern eher den Namen Teildecken, beziehungsweise Schuppen verdienen, da sich das Kreidesystem der Silbern unabhängig vom Jurakern gefaltet und geschuppt habe.

2. Herr Prof. *Heim* als Präsident der Schweizerischen Geologischen Kommission demonstriert:

a) Den ersten definitiven Abdruck der Karte in 1 : 25000 der Umgebung von Aarau von Prof. Dr. *F. Mühlberg,* umfassend 4 Siegfriedblätter. Die Karte ist die dritte Nummer in der Serie seiner Detailkarten, welche die Grenzregion des Ketten- und Plateaujura betreffen. Wie die früheren ist sie reich an einer Fülle der feinsten Beobachtungen.

b) Den ersten Probeabdruck der Karte der penninischen Alpen 1 : 50000 von *Emil Argand.* Es liegt hier das Resultat einer äusserst schwierigen und mit grosser Energie durchgeführten vortrefflichen Untersuchung über die Decken im Gebiete der krystallinen Gesteine vor. Die krystalline Decke der Dent Blanche ist weit überschoben über die dislokationsmetamorphen mesozoischen Sedimente. Die Umbiegungen an Wurzel oder Stirn der Decken sind genau verfolgt und auch in die Karte eingetragen.

3. Herr Dr. *Arnold Heim* machte einige Demonstrationen mit Erläuterungen:

1. 4 Photo-Lichtdrucke 18 × 24 cm. in geologischen Farben, aus der Mattstockgruppe (Tafeln X—XIII der in Arbeit stehenden Monographie der Churfirsten-Mattstockgruppe).
2. Spezialkarte der Flifalte (bei Weesen am Walensee) in 1 : 3000 neu topographisch und geologisch aufgenommen, fertig gedruckt (Tafel XIV der „Monogr.“).
3. Ein poliertes Handstück: Nummulitengrünsand von Seewen mit Gerölle von Habkerngranit, das erste gefundene exotische Geschiebe in den ältesten Nummulitenschichten (Lutétien) der Schweizeralpen. (Näheres erscheint in Vierteljahrschr. der nat. Ges. Zürich 1908).
4. Eine Photographie von einer Faltung des miocaenen Mergels von Oehningen durch subaquatische Rut-

schung. (Näheres darüber erscheint im Neuen Jahrb. f. Min. etc.)

Im Anschluss daran wirft Herr Prof. Dr. *Schardt* die Frage auf nach der Art des Transportes des vorgezeigten Habkerngranits, erwähnt ferner noch, dass gestauchte Bändermergel schon von Champ du Moulin bekannt und auch beschrieben seien.

4. Herr Prof. *H. Schardt* bespricht die Entstehungsweise der Faltendecken, wie sie die neueren Untersuchungen als eine allgemeine Erscheinung in der Tektonik der Alpen erwiesen haben. An der Hand einer Reihe von Profilen in grossem Masstab zeigt der Vortragende, wie sowohl die krystallinen Decken mit ihren mesozoischen Zwischenlagen der südlichen und östlichen Schweizeralpen, sowohl als die sedimentären Deckfalten der nördlichen Zone, durchgehends den Eindruck machen, als ob dieselben durch einfaches Abrutschen in ihre jetzige Lage gelangt seien. Dies ist besonders auffallend bei dem an die krystallinen Fächermassive anlagernden Deckensysteme, ebenso bei den Tauchfalten mit aufbrandender Stirnzone. Überall zeigt sich die Wirkung von Zug, nicht aber der Stosswirkung, wie sie die durch Stauung infolge Kontraktion des Erdradius entstandenen Falten aufweisen sollten. Diese Theorie vermag wohl die Entstehung einzelner Faltendecken und Überschiebungen zu erklären, nicht aber die Übereinanderhäufung von zehn und mehr Decken, welche oftmals viele Kilometer Breite haben und von welchen eine jede sich wieder in Teildecken zerlegen kann, die an deren Oberfläche nie fehlenden Fältelungen ganz abgerechnet.

Die Entstehung der Faltendecken kann sich nur in zwei Phasen entwickelt haben. Zuerst richteten sich die Falten senkrecht auf, während die tieferen Gebirgsmassen zusammengequetscht wurden, wodurch die Überhöhung des Gebirges ebenfalls zunahm. Dadurch gelangte aber das garbenartig aufgerichtete Faltensystem in labiles Gleich-

gewicht und stürzte entweder beidseitig, oder meist einseitig um, worauf die einzelnen Decken oft von der Wurzel abgerissen, oder, sich in dünne Platten auswälzend, in das Vorland glitten und dieses auf weite Strecken zu überdecken vermochten. Oft sind Fetzen von höheren Decken unter tieferliegende geraten und von diesen während dieser Bewegung tatsächlich überwalzt worden, was durch stossende Faltung absolut unerklärlich wäre.

Dieser Vorgang führt ausserdem noch zu dem Schluss, dass die Alpen zu einer gewissen Zeit um mehrere tausend Meter höher gewesen sein müssen. Das Gebirge wurde erniedrigt zuerst durch das Abknicken, dann durch das Abgleiten der in Bewegung geratenen und zusammengepressten Falten, welche erst dann zu „Faltendecken" wurden.

Es folgte eine sehr lebhafte und interessante Diskussion, an der sich die Herren Professoren Heim und Lugeon einerseits, die Herren Professoren Schardt und Becker andererseits beteiligten. Herr Prof. *Heim* führte etwa folgendes aus:

Es ist etwas kühn, schon jetzt über die Mechanik der Deckenbildung sich genauere Vorstellungen zu machen. Ich habe den Eindruck, dass hierfür erst ein noch viel genaueres Studium der Detailstruktur der Decken notwendig ist. Kollege Schardt stellt sich vor, die Decken seien erst als vertikale Falten aufgestossen worden und dann durch ihre Schwere umgesunken und abgeglitten. Ich kann mir entsprechend hohe vertikale Falten nicht denken, ich glaube eher, die Decken sind stets erst flach überschoben und die Vertikalstellung ihrer Wurzelreste ist erst nachher in einer letzten Phase des Zusammenschubes zustande gekommen.

5. Herr Prof. *Becker* macht dann einige Bemerkungen über das Verhältnis der Topographie zur Geologie und gibt dem Wunsche Ausdruck, es möchte in Zukunft ein

innigeres Zusammenarbeiten des Geologen und Topographen beide Wissenschaften gleichzeitig fördern.

6. Herr Prof. *Alb. Heim* erinnert an den Vortrag von Ingenieur Niethammer über die Resultate der Schweremessungen im Wallis. Wir können dieselben geologisch deuten. Wo ein autochthones Gebirge hoch aufgefaltet ist, wie z. B. im Aarmassiv und Montblancmassiv, da werden die schwereren inneren Massen näher an die Erdoberfläche hinauf reichen; wo dagegen in Decken und Teildecken die weniger dichte Lithosphäre Schuppe auf Schuppe gehäuft ist und entsprechend eingesunken ist, da werden die oberen Teile der Barysphäre seitlich verdrängt sein. Es ist also zu erwarten, dass unter autochthonen Zentralmassiven die Erdschwere grösser sein wird, unter Regionen mit gehäuftem Deckenbau geringer. Durch Schweremessungen können autochthone Regionen von solchen, die Deckenbau haben, unterschieden werden. In Übereinstimmung hiermit erscheint der durch Pendelbeobachtungen festgestellte Massendefekt nördlich der Rhone (Aarmassiv!) viel geringer, nimmt südlich rasch zu (Deckenmassive von Simplon, Dent Blanche, Gross St. Bernhard etc.). Die Zonen stärkeren Massendefektes biegen von ihrem Verlauf südlich parallel der Rhone vor Martigny stark gegen Südsüdwest um und weichen so dem autochthonen Montblanc-Massiv aus. Der Massendefekt geht also nicht zusammen mit der Gliederung in grösste Erhebungen und tiefste Haupttäler, sondern seine Zonen richten sich nach der Tektonik, nach dem Verlauf der Zonen von einerseits autochthonen Regionen, andererseits solchen mit Deckenbau.

7. Mr. *Maurice Lugeon* fait un exposé rapide sur l'origine du naphte, en ce qui concerne particulièrement les Carpates roumaines. Il montre que la roche mère ne peut être que les argiles de Salifère, ainsi que l'ont démontré les géologues roumains. La migration de ce minéral liquide s'exécute surtout sous l'action de la pression hydrostatique

et des efforts orogéniques. Le fait que l'on trouve, comme à Busténari, du naphte dans l'oligocène, démontre que cet oligocène doit être charrié sur le Salifère. Le chevauchement est du reste visible dans les environs de Valéni. Ce charriage de l'oligocène doit être une propriété de toute la chaine carpatique. Il se serait effectué avant les temps méotiques.

8. Herr Dr. *H. Schardt* weist noch zwei Juraprofile vor, welche bezwecken, die möglichen strukturellen Verhältnisse in der Tiefe des Gebirges zur Darstellung zu bringen. Das eine führt durch den nördlichen Jura und ist nach einem von Prof. Mühlberg konstruierten Profil gezeichnet und bis unter das Meeresniveau ergänzt worden. Das zweite läuft vom Salève durch das Genferbecken bis zum Reculet im Jura. Es ergibt sich aus diesen Konstruktionen, dass die Faltung der Schichten gewiss nicht tiefer greifen kann als die Trias, bezw. die Anhydritgruppe, da es kaum anzunehmen ist, dass der mächtige und wenig geschmeidige Buntsandstein mit in die Falten hineingezogen worden sein kann. Diese Auffassung ist ganz besonders bekräftigt durch die Faltenverwerfungen und Überschiebungen, sowohl im südlichen, als im nördlichen Jura. Die dachziegelartig übereinanderliegenden Schuppen des Muschelkalkes, wie sie Mühlberg in der Hauensteinkette festgestellt hat, sind wahrscheinlicher Weise erst dann entstanden, als der Dogger zum Teil schon abgetragen war, oder man müsste annehmen, die Schuppungen des Muschelkalkes haben sich zwischen den Mergeln der Trias und des Lias ausgebildet, während der Dogger sich ganz verschieden überschoben oder gefaltet habe.

Buxtorf hat vor kurzem diese Verhältnisse auf eine ähnliche Weise gedeutet, indem er den Jura als eine gefaltete Abscherungsdecke bezeichnet, ja unter der mittleren Trias eine Rutschfläche zeichnet. Richtiger wäre von einer „Rutschzone“ zu sprechen, denn es ist anzunehmen, dass

der von den Alpen herkommende ganz oberflächliche Schub in verschiedenen Schichtenlagen plastischer Natur zur Auslösung kam und dass jeweilen nicht allein eine bestimmte mathematische Fläche, sondern die ganzen Mergelmassen in Bewegung waren. In diesem Sinne hat der Vortragende schon im Jahre 1890 die Entstehung der Falten des südlichen Juras und der Überschiebungen im Berner- und Aargauer-Jura mit den Überschiebungen der westlichen Alpen in Verbindung gebracht. Die Blattverschiebungen der Mont Salève-Falte sind in dieser Hinsicht ganz besonders beweisgebend.

Schluss der Sitzung 12½ Uhr.

II.

Botanische Sektion.

Zugleich Versammlung der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft.

Sitzung: Dienstag, den 1. September 1908.

Einführender: Herr J. Laager, Sek.-Lehrer.
Präsident: „ Prof. Dr. E. Fischer.
Sekretär: „ H. Wirz, cand. phil.

---

1. Herr Prof. Dr. *A. Ernst* (Zürich) berichtet über den Embryosack der Angiospermen (siehe am Schluss den Vortrag in extenso).

An der Diskussion beteiligen sich die Herren Prof. Dr. *C. Schröter* und Prof. Dr. *R. Chodat.*

2. Herr Sek.-Lehrer *J. Wirz* (Schwanden, Kt. Glarus): *Übersichtsbild der Flora des Kantons Glarus.* Durch Flusskorrektionen, Trainierungen und Runsenverbauungen im Verlaufe des letzten Jahrhunderts hat das Florenbild zum Teil einen andern Habitus bekommen. Die weiten Sumpfgebiete und unfruchtbaren Kiesbänke verschwinden und machen den Kulturen Platz. An wenigen Stellen, in dem Torfmoor bei Bilten und in kleinern Torfmooren auf den Alpen finden wir noch die ursprünglichen Verhältnisse. Andererseits haben längs der Verkehrswege fremde Einwanderer Eingang gefunden und da und dort Boden gefasst. Die Talhänge sind meist bewaldet. Tanne und Buche führen die Vorherrschaft. In die Baumvegetation mischen sich besonders im Glarnerunterland zahlreiche Föhnpflanzen.

Im Schatten der Wälder haben sich zahlreiche Farne und Orchideen niedergelassen. Die Flora der Alpen zeigt engen Anschluss an die alpine Vegetation der Nachbarkantone. Innerhalb des Kantons bedingen die geologischen Verhältnisse eine scharfe Trennung zweier Florengebiete. Auf der einen Seite steht die Glärnisch- und Wiggiskette mit mehr kalkliebenden Pflanzen, auf der andern das Freiberggebiet aus Schiefer und Verrucano mit den Charakterpflanzen dieses Untergrundes.

3. Herr Prof. Dr. *A. Ernst* (Zürich): *Die Besiedelung vulkanischen Bodens auf Java und Sumatra.* An Hand von Photographien schildert der Vortragende:

1. Die Flora und Vegetation der Kraterebenen am Gedeh, einem nicht mehr tätigen Vulkan. Im Unterholze finden sich Kräuter, wie sie auch unsere Alpen schmücken: Arten von Viola, Primula, Ranunculus und Plantago. Besonders reich ist die Vegetation hier an Farnen und Moosen.
2. Die Flora und Vegetation der obersten Abhänge noch tätiger Vulkane. Die Eruption von 1840 zerstörte die Vegetation auf der einen Seite des Vulkankegels des Pangerango. Hier lässt sich der Vorgang der Neubesiedlung durch Albizzia, Gnaphalium, Vaccinium etc. verfolgen. Bis in die Nähe des Kraterkegels dringen Büsche vor. Ein riesiger Kraterwald umgibt im Tenggergebirge die Gipfelebene, aus der sich neue Krater erheben.
3. Die Flora und Vegetation in der Umgebung der Solfataren, heissen Quellen, Moffeten und heissen Seen. Die sie zusammensetzenden pflanzlichen Elemente sind dieselben wie an den Gipfeln der Krater. Die gleichen Moose, Flechten und Ericaceen sind hier zu treffen. Bis an die rauchenden Spalten dringen Melastoma, Gleichenia und Gymnogramme vor.
4. Die Besiedlung von Lava-, Aschen- und Lapillifeldern.

5. Die neue Flora der Vulkaninsel Krakatau. Sie ist der Hauptsache nach eine Strandflora mit typischer Pes Caprae-Formation. In zweiter Linie folgt der Barringtoniawald, an dessen Zusammensetzung zahlreiche Arten beteiligt sind. Im Innern der Insel hat eine steppenartige Vegetation die Abhänge und Schluchten in Besitz genommen.

4. Herr Prof. Dr. *Ed. Fischer* (Bern) bringt einen *Beitrag zur Kenntnis der biologischen Arten der parasitischen Pilze.* Er referiert über zwei im botanischen Institut der Universität Bern ausgeführte Untersuchungen: diejenige des Herrn *René Probst* über die weitere Zerlegung der Hieracien-bewohnenden Puccinia Hieracii und diejenige des Herrn *Alfred Steiner* über die biologischen Verhältnisse der Sphaerotheca Humuli auf Alchemillen. Anschliessend an diese Untersuchungen erörtert der Vortragende die verschiedenen Faktoren, welche für die Entstehung biologischer Arten in Betracht kommen können.

An der Diskussion beteiligen sich die Herren Prof. Dr. *Schröter*, Prof. Dr. *Schinz* und Prof. Dr. *Chodat.*

5. Herr Dr. *J. Coaz*, Oberforstinspektor (Bern): *Über einen neuen Standort von Trientalis europaea L.* Der Vortragende teilt mit, dass für die Schweiz ein neuer Fundort obiger Pflanze durch Herrn Dr. *Steck*, Konservator der entomologischen Sammlung des Museums in Bern ermittelt worden sei. Der Vortragende hat mit seinem Sohn, Kreisförster *Karl Coaz*, den Standort besucht und die Richtigkeit desselben bestätigt. Er nennt weitere Fundorte in der Schweiz und bezeichnet die Pflanze als Relikt aus der Gletscherzeit. Einige der gesammelten Pflanzen legt Herr Coaz vor zu Handen des botanischen Museums des eidg. Polytechnikums.

Diskussion: Prof. Dr. *Schröter*, Prof. Dr. *Schinz.*

6. Herr Dr. *Th. Herzog: Über seine Reise durch Bolivia.*

Die erste Etappe führte den Vortragenden von Corumbá am Rio Paraguay nach Santa Cruz de la Sierra und zwar

zunächst durch eine weite Ebene, bedeckt von hochstämmigem, regengrünem Walde, der etwa den brasilianischen Caatingas entspricht und mit einigen Elementen des Chacowaldes gemischt ist. Dann wurde das Sandsteingebirge von Chiquitos durchquert, dessen Fuss von Leguminosenwäldern bedeckt ist, während sich in den höhern Lagen lichte Campos-Wäldchen finden. Durch den Niederwald des Monte Grande mit xerophytischem Charakter gelangte der Reisende in die Savannenregion der „Pampa von Santa Cruz“ und weiter nach Norden in die Urwälder am Rio Blanco. Dabei wurde das Hügelland von Velasco mit seinen mächtigen Palmenwäldern gequert. Die Urwälder des Rio Blanco selbst bilden den Übergang zu den Regenwäldern der Hylaea. Von Santa Cruz aus wurde auch der Nordwesthang der Cordillere besucht. Der Rand der Gebirge ist von tropischem Regenwald bestanden. Die Heimreise erfolgte quer durch die Cordillere. Auf den palmenarmen Bergwald folgt hier nach oben die Dornstrauch- und Succulentensteppe, dann die Busch- und Mattenzone. Durch das rauhe Hochland von Vacas erreichte der Vortragende die Kulturtäler von Cochabamba und von hier nach Überwindung mehrerer hoher Bergpässe die Puna von Oruro.

Ergebnisse neuerer Untersuchungen über den Embryosack der Angiospermen.[1])

Von

A. *Ernst. Zürich.*

Im Vergleich zu der innerhalb der Pteridophyten und der Gymnospermen herrschenden Mannigfaltigkeit in der Ausbildung der Geschlechtsgeneration erscheint diese bei den Angiospermen auffallend stark und, bei Vertretern zahlreicher Familien, gleichmässig reduziert. Innerhalb der Pteridophyten ist die Reduktion des *Prothalliums* (Geschlechtsgeneration) von einer freilebenden, sich autotroph ernährenden Pflanze zu einem kleinen, oft nur wenig aus der keimenden Spore hervortretenden Zellkörper zu verfolgen, dem nur noch die wichtigste Aufgabe des Prothalliums, die Produktion von Sexualorganen, zukommt. Auch bei zahlreichen Gymnospermen bildet die Geschlechtsgeneration einen von der ungeschlechtlichen Generation ernährten Zellkörper, der im Innern von Geweben und Organen der ungeschlechtlichen Pflanze eingeschlossen bleibt. An seinem Scheitel werden bei der grossen Mehrzahl der

---

[1]) Da es sich in der vorliegenden Arbeit um Wiedergabe eines Vortrages handelt, glaube ich von der Beifügung detaillierter Literaturangaben absehen zu können. Die im Texte enthaltenen Zeichnungen sind — mit Ausnahme von Figur 8 (Embryosackentwicklung von Peperomia nach Johnson u. Campbell) — Reproduktionen nach Originalen aus eigenen Arbeiten und denjenigen meiner Schüler P. Tannert, E. Schmid, H. Huss und K. Peters, sowie Zeichnungen nach neuen, eigenen Präparaten und solchen der Herren H. Meier, J. Samuels und H. Wirz. Bei der Herstellung der Clichés sind alle Zeichnungen auf 3/4 der Originalgrösse reduziert worden. Die Vergrösserungsangaben in den Figurenerklärungen beziehen sich auf die Originalzeichnungen.

Gymnospermen Organe ausgebildet, welche den *Archegonien* der Pteridophyten homolog sind. Im einzelnen sind aber die zur Bildung des weiblichen Prothalliums führenden Vorgänge ebenfalls verschieden, und eine vergleichende Betrachtung derselben ergibt, dass auch innerhalb der Gymnospermen die aus der Makrospore hervorgehende Geschlechtsgeneration (weibliches Prothallium, Embryosack) einer verschieden weit gehenden Reduktion unterliegt.

Bei den *Angiospermen* ist der Entwicklungsgang der Geschlechtsgeneration noch viel weiter verkürzt worden. Was für die Deutung dieses Entwicklungsvorganges besonders ungünstig wirkt, ist der Umstand, dass er bei Vertretern aller Reihen und Familien im wesentlichen nach demselben Typus erfolgt, und daher eine Reduktionsreihe innerhalb der Angiospermen bis jetzt nicht aufgestellt werden konnte.

Der gewöhnliche Verlauf der Entstehung und Keimung der Makrospore (des Embryosackes) der Angiospermen ist etwa folgender:

Im Nucellus der jungen Samenanlage wächst eine subepidermal gelagerte Zelle stark heran (Fig. 1 A) oder erfahren die Zellen einer kleinen Zellgruppe eine starke Vergrösserung (Fig. 1 C). Sie werden zu *Makrosporen-* oder *Embryosackmutterzellen*. Haben sie unter gleichzeitiger Vergrösserung ihres Kernes und besonderer Lagerung der färbbaren Kernsubstanz ihre definitive Grösse erreicht, so erfahren sie eine Teilung in vier Enkelzellen (Embryosackzellen, Makrosporen) (Fig. 1 B). Man bezeichnet diesen Teilungsvorgang als *Tetradenteilung*. Die Kernteilungen, welche während derselben erfolgen, sind die *Reduktionsteilungen*, durch welche die Chromosomenzahl der Kerne auf die Hälfte reduziert wird. Der Verlauf der Tetradenteilung wird bei vielen Angiospermen abgekürzt (Fig. 10). An Stelle von vier Enkelzellen entstehen nur deren drei oder zwei (Fig. 1 D—G), oder es unter-

bleibt die Tetradenteilung vollständig. Die Embryosackmutterzelle wächst im letzteren Falle direkt als Embryosackzelle weiter. Die Reduktionsteilungen finden dann während der Entwicklung des Embryosackes statt oder bleiben in Fällen parthenogenetischer Fortpflanzung aus.

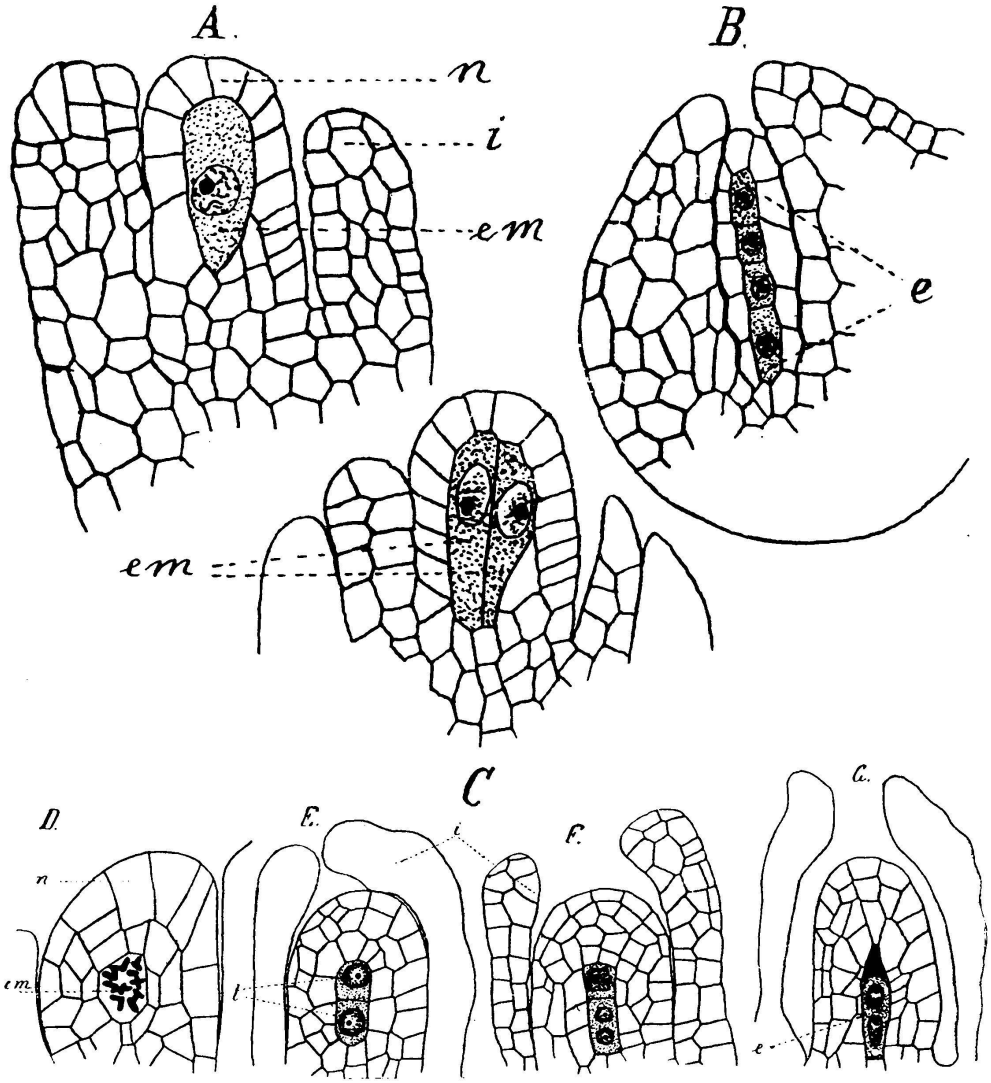


Fig. 1. Tetradenteilung der Embryosackmutterzelle.

A. *Lathraea squamaria L.* Junge Samenanlage mit einer Embryosackmutterzelle. n = Nucellus, i = Integument, em = Embryosackmutterzelle. Vergr. 350/1.

B. *Scrophularia nodosa L.* Junge Samenanlage nach vollständiger Tetradenteilung einer Embryosackmutterzelle. e = Embryosackzellen (Makrosporen). Vergr. 400/1.

C. *Pedicularis foliosa L.* Samenanlage mit zwei Embryosackmutterzellen im Nucellus. em = Embryosackmutterzellen. Vergr. 350/1.

D. *Paris quadrifolia L.* Nucellus einer jungen Samenanlage; Kern der Embryosackmutterzelle in Teilung. n = Nucellus, em = Embryosackmutterzelle. Vergr. 150/1.

E. *Paris quadrifolia L.* Embryosackmutterzelle nach der ersten Teilung in die Tochterzellen t; i = Integument. Vergr. 150/1.

F. *Paris quadrifolia L.* Tochterzellen nach dem zweiten Kernteilungsschritt der Tetradenteilung. Vergr. 150/1.

G. *Paris quadrifolia L.* Verdrängung der oberen Tochterzelle durch die zum Embryosack (e) auswachsende, untere Zelle. Vergr. 150/1.

Nach der Produktion von vier, drei oder zwei Abkömmlingen der Embryosackmutterzelle entwickelt sich in der Regel nur eine einzige derselben, meistens die unterste Zelle der kurzen Zellreihe, weiter (Fig. 10). Haben in einem Nucellus eine grössere Anzahl von Embryosackmutterzellen Tetraden gebildet, so kann die Weiterentwicklung je einer Zelle jeder Tetrade einsetzen. Gewöhnlich aber beschränkt sich die Entwicklung schon von Anfang an auf eine einzige der durch die Teilungen der Mutterzellen entstandenen Enkelzellen (Makrosporen).

Wie bei den Gymnospermen bleibt auch bei den Angiospermen der *Embryosack* (Makrospore) im Inneren des *Nucellus,* eines Gewebes der ungeschlechtlichen Generation, eingeschlossen. Der Keimungsvorgang verläuft ausserordentlich einfach. Er beginnt wie bei den Gymnospermen mit dem Vorgang der *freien Kernteilung.* Während aber bei jenen zunächst durch eine grössere Anzahl von Teilungsschritten hundert und mehr Kerne erzeugt werden, ist die Anzahl der Teilungen und damit auch diejenige der entstehenden Kerne im Embryosack der Angiospermen sehr beschränkt. Bei der grossen Mehrzahl derselben werden durch drei aufeinanderfolgende Teilungsschritte zwei, vier und dann acht Kerne gebildet. Gleichzeitig erfolgt die Vergrösserung des Zellraumes. Das in der Zelle enthaltene Cytoplasma wird vacuolig. Die Vacuolenbildung beginnt

auf sehr frühen Stadien, und nach der ersten Kernteilung hat gewöhnlich schon die Vereinigung aller Vacuolen zu einem zentralen Saftraum stattgefunden, welcher mit dem Cytoplasma auch die beiden Kerne gegen die Schmalseiten des elliptischen Sackes hindrängt (Fig. 2 A und B).

Jedem der beiden Pole des Embryosackes wird in der Regel ein Kern zugeteilt. Während der beiden weiteren Teilungsschritte teilen sich die Kerne an den Enden der langgestreckten Zelle immer gleichzeitig. Wenn im ganzen acht Kerne, vier an jedem Ende des Embryosackes, gebildet sind (Fig. 2 E), folgt dem Vorgang der freien Kernteilung derjenige der simultanen Zellbildung nach. Die der Befruchtung vorausgehende Entwicklung des Embryosackes erreicht damit ihren Abschluss. Man hat diesen Entwicklungsgang als den *Normaltypus der Embryosackausbildung bei den Angiospermen* bezeichnet.

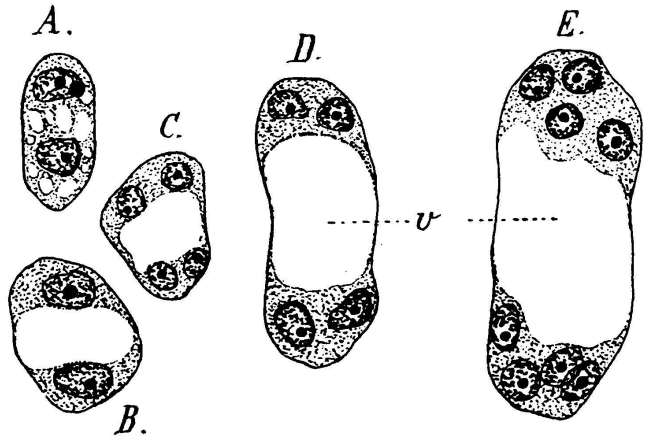


Fig. 2. Die drei Kernteilungsschritte im achtkernigen Embryosack.

A—E. *Paris quadrifolia L.* A: Embryosackzelle mit zwei Kernen und vacuoligem Plasma. Vergr. 300/1. B: zweikerniger Embryosack mit zentraler Vacuole. Vergr. 300/1. C: vierkerniger Embryosack unmittelbar nach der zweiten Kernteilung. Vergr. 300/1. D: vierkerniger Embryosack vor der letzten Teilung. E: achtkerniger Embryosack, je eine Vierergruppe von Kernen an den Polenden der Zelle. Vergr. 300/1.

Aus zahlreichen Tatsachen (Entwicklung der Samenanlage, Lage und Verhalten der Tetraden-bildenden Zellen, Übereinstimmung im Verlauf der Reduktionsteilung) geht sicher hervor, dass wir den Inhalt des Embryosackes der Angiospermen *homolog* zu setzen haben dem Inhalt der gekeimten Makrospore bei den heterosporen Pteridophyten und der im Nucellus eingeschlossenen Makrospore (Embryosack) der Gymnospermen, also einem weiblichen Prothallium mit Archegonien. Aus der Gestaltung des Embryosackinhaltes dagegen kann diese Homologie nicht mehr direkt festgestellt werden. Es werden daher bis in die neueste Zeit immer neue Ansichten über den phylogenetischen Wert der im Embryosacke enthaltenen Zellen und Kerne geäussert. Über die zahlreichen Versuche, die Bestandteile des Embryosackinhaltes (der gekeimten Angiospermen-Makrospore) mit Prothallium- und Embryosackteilen der Pteridophyten und Gymnospermen zu homologisieren, sei folgendes erwähnt:

An dem der Mikropyle der Samenanlage zugekehrten Teil des Embryosackes ist eine Zelle vorhanden, welche durch ihre besondere Gestalt und ihr späteres Verhalten vor allen anderen Inhaltsbestandteilen auffällt. Sie ist als *Eizelle* bezeichnet worden und wird gewöhnlich als ein bis auf die Eizelle reduziertes Archegonium aufgefasst. Bei einer grossen Zahl der bis jetzt embryologisch untersuchten Angiospermen sind Grösse, Lagerung und Differenzierung dieser Zelle ziemlich konstant. Sie ist meistens halbkugelig oder etwas in die Länge gezogen, elliptisch. Vor der Befruchtung wird sie durch eine zarte Plasmahaut umgrenzt; die Ausbildung einer Zellulosehaut erfolgt erst nach der Befruchtung. Das Protoplasma ist an ihrem gewölbten Scheitel angehäuft und enthält hier auch den grossen Zellkern. Durch Aufnahme eines männlichen Kernes wird die Eizelle befruchtet und entwickelt sich zum Embryo.

Mit der Eizelle sind am Mikropylarende des Embryosackes zwei weitere Zellen zu einer kleinen Zellgruppe

vereinigt. Sie sind unter dem Namen *Synergiden*, Gehülfinnen, bekannt. Diese Bezeichnung verdanken sie der Annahme, dass sie in irgend einer Weise beim Befruchtungsakt beteiligt seien. Ihr Name hat also keine Beziehung zu ihrer phylogenetischen Deutung. Diese ist sehr verschieden. Da die Synergiden bei einer grösseren Anzahl von Angiospermen ausnahmsweise befruchtungsfähig sind und hie und da auch Embryonen liefern, werden sie gewöhnlich als funktionslos gewordene Eizellen gedeutet. Nach einer zweiten Auffassung gehören sie mit der Eizelle demselben reduzierten Archegonium und zwar als dessen Halszellen an. Neuerdings sind sie von *Strasburger* als vegetative Prothalliumzellen bezeichnet worden, welche sich einer bestimmten Funktion (Zuleitung des Spermakerns zur Eizelle) angepasst haben.

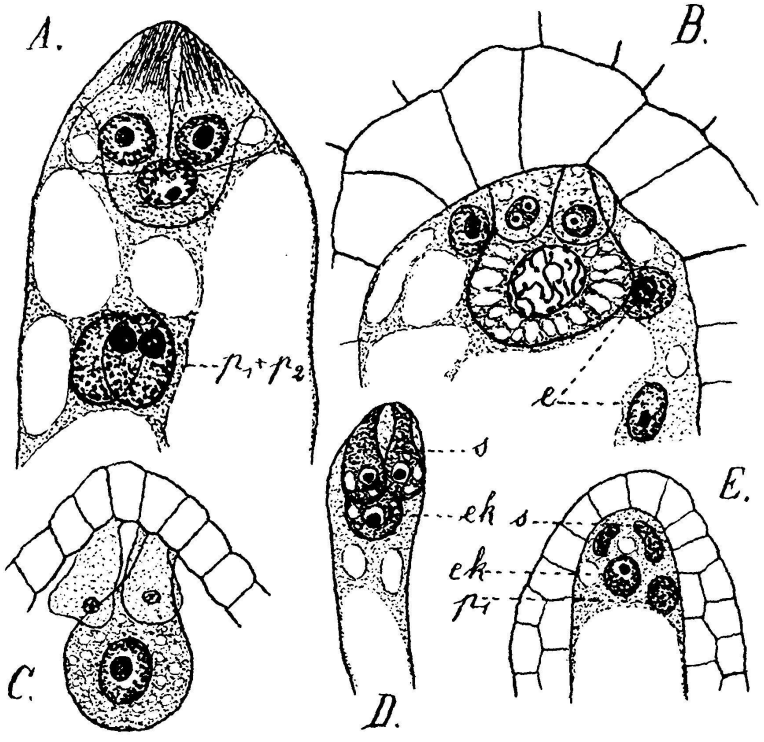


Fig. 3. Verschiedene Formen des „Eiapparates" im achtkernigen Embryosack.

A. *Paris quadrifolia L.* Embryosackscheitel mit Eizelle, den beiden Synergiden und den sich vereinigenden Polkernen ($p_1 + p_2$). Vergr. 500/1.

B. *Rafflesia Patma Bl.* Scheitel des Embryosackes mit grosser Eizelle und zwei kleinen Synergiden. Kern der befruchteten Eizelle unmittelbar vor der Teilung. Vergr. 630/1. e = Endospermkerne.

C. *Avena sativa L.* Flaschenförmige Eizelle und zwei kleinkernige Synergiden. Vergr. 350/1.

D. *Pedicularis foliosa L.* Eiapparat; s = Synergiden, ek = Eizelle. Vergr. 400/1.

E. *Tulipa Gesneriana L.* Mikropylenende des Embryosackes mit freien Kernen. s = Synergidenkerne, ek = kugeliger Eikern. p_1 = oberer Polkern. Vergr. 370/1.

Auch am entgegengesetzten Ende des Embryosackes sind drei Zellen vorhanden. Sie heissen *Antipoden*, Gegenfüsslerinnen. Nach einer weit verbreiteten Auffassung sind sie als vegetative Zellen des Prothalliums zu deuten.

Nach Bildung von sechs Zellen im achtkernigen Embryosacke verbleiben demselben noch zwei freie Kerne. Sie stammen von den beiden Polen des Embryosackes, der eine aus dessen scheitelständiger, der andere aus der basalen Vierergruppe von Kernen, und werden daher als dessen *Polkerne* bezeichnet. Später, meistens der Befruchtung vorausgehend, vereinigen sie sich zum *sekundären Embryosackkern.* Dieser liefert nach der Befruchtung durch Teilung zahlreiche Tochterkerne, die Kerne des Endosperms. Fasst man den sekundären Embryosackkern als Verschmelzungsprodukt vegetativer Prothalliumkerne auf, so ist auch das Endosperm als *vegetatives Prothalliumgewebe* zu bezeichnen. Während der Embryoentwicklung wird der wachsende Embryosackraum vollständig mit dem Reservestoffe speichernden Endosperm angefüllt. Hierin liegt ein weitgehender Unterschied zwischen Gymnospermen und Angiospermen. Während bei den meisten Gymnospermen der Embryosack *vor* der Befruchtung mit dem als vegetatives Prothallium zu deutenden Gewebe angefüllt wird, wird bei den Angiospermen dessen Bildung nach den ersten drei Teilungsschritten eingestellt und die Produktion des eigentlichen Nährgewebes vom Eintreten der Befruchtung abhängig

gemacht. Bei den Angiospermen findet der Vorgang *fraktionierter Prothalliumbildung* statt; der Anstoss zu der weiteren Entwicklung wird den beiden Polkernen oder ihrem Verschmelzungsprodukt durch den zweiten Spermakern gegeben.

Eine im letzten Jahre von *Porsch*[1]) veröffentlichte Auffassung des Embryosackinhaltes ist die Archegon-Theorie des Embryosackes. Unter Berücksichtigung der innerhalb der Geschlechts-Generation der *Gymnospermen* zum Ausdruck gelangenden Entwicklungstendenz kommt *Porsch* in seiner vergleichenden Studie zum Ergebnis, dass der Inhalt des Embryosackes der Angiospermen *aus einem scheitelständigen und einem basalen Archegonium* bestehe. Von den Zellen am Mikropylarende des Embryosackes entspricht nach seiner Auffassung die Eizelle der Eizelle eines Archegoniums; die beiden Synergiden sind Reste des Archegoniumhalses, zwei Archegoniumhalszellen; der obere Polkern, welcher beim dritten Teilungsschritt im Embryosack als Schwesterkern des Eikerns gebildet wird, ist nach ihm der Kern der nicht mehr zur Ausbildung gelangenden *Bauchkanalzelle* des Archegoniums. Die Antipodenzellgruppe, welche beim Normaltypus der Angiospermen hie und da ungefähr in gleicher Gestalt wie der Eiapparat auftritt, betrachtet er als zweites Archegonium. Es besteht nach seiner Auffassung ebenfalls aus Eizelle, zwei Halszellen und dem Kern der Bauchkanalzelle. Von den beiden Archegonien des Embryosackes ist eines, das basale, nicht mehr befruchtungsfähig, und die Embryoentwicklung erfolgt aus der Eizelle des oberen Archegoniums. Dem Endosperm, dessen Bildung durch die Vereinigung der beiden Bauchkanalkerne untereinander und mit einem Spermakern eingeleitet wird, misst *Porsch* eine Bedeutung zu, welche demselben schon früher, nach der Entdeckung der Doppel-

[1]) Porsch, O., Versuch einer phylogenetischen Erklärung des Embryosackes und der doppelten Befruchtung der Angiospermen. Jena 1907.

befruchtung, von *Nawaschin*[1]) und anderen ebenfalls zugelegt worden ist: diejenige eines *zur Fortpflanzung unfähig gewordenen Nährembryos,* in welchem die zur weiteren Entwicklung des aus der Eizelle des oberen Archegoniums hervorgehenden Embryos notwendigen Baustoffe gespeichert werden.

Die Auffassung des Embryosackinhaltes als bestehend aus zwei phylogenetisch gleichwertigen Gruppen von Zellen und Kernen wäre sehr bestechend, wenn wirklich beim achtkernigen Normaltypus der Angiospermen, welcher von *Porsch* vorläufig allein berücksichtigt worden ist, jenen Gruppen an den beiden Enden des Embryosackes immer ungefähr gleiche Gestalt zukäme. Innerhalb des achtkernigen Normaltypus sind aber eine grosse Zahl von Abweichungen bekannt; es ist also zu untersuchen, ob einzelne derselben vielleicht Anhaltspunkte zur Bestätigung der Porsch'schen Annahme geben. Im folgenden seien nur einige der häufigsten und wichtigsten dieser Abweichungen aufgezählt.

1. *Verschiedene Gestalt des „Eiapparates"* (Eizelle und Synergiden):

a) Eizelle und Synergiden von gleicher Grösse und mit gleicher Lagerung von Kern und Plasma.

b) Die Synergiden, wie schon angeführt, nicht selten befruchtungsfähig.

c) Eizelle sehr gross, Synergiden klein, aber dicht mit Plasma erfüllt (Fig. 3 B und C).

d) Die Synergidenzellen werden nicht ausgebildet, ihre Kerne liegen frei neben der Eizelle im Plasma des Embryosackes (Fig. 3 E).

2. *Verschiedene Gestaltung des „Antipodenapparates"* (Gruppe der als Antipoden bezeichneten Zellen):

---

[1]) Nawaschin, S., Resultate einer Revision der Befruchtungsvorgänge bei Lilium Martagon und Fritillaria tenella. Bull. de l'Acad. imp. d. sc. St. Petersbourg. 1898. pag. 377.

a) Antipodengruppe im Grössenverhältnis und in der gegenseitigen Lagerung der Zellen dem Eiapparat ähnlich (Fig. 4 A).

b) Alle drei Zellen der Antipodengruppe von gleicher Grösse, nebeneinander gelagert, plasmareich oder plasmaarm (Fig. 4 B).

c) In engen Embryosäcken oder in nach unten spitz auslaufenden Formen Antipoden nicht nebeneinander, sondern in einer Reihe übereinander gelagert (Fig. 4 C).

d) Antipodenzellen klein, frühzeitig degenerierend (Fig. 4 D).

e) Antipodenzellen werden nicht ausgebildet, die Kerne des unteren Embryosackendes, mit Ausnahme des unteren Polkernes, werden aufgelöst oder zerfallen vorher in eine Anzahl Stücke (Fig. 4 D—G).

Die Entwicklung der unteren Kerngruppe im Embryosacke wird schon im zweikernigen Stadium unterbrochen. Der Kern am Antipodialende der Zelle degeneriert und die Bildung von zwei, in anderen Fällen (bei Unterbrechung nach dem zweiten Teilungsschritt) diejenige von vier Kernen im unteren Ende unterbleibt.

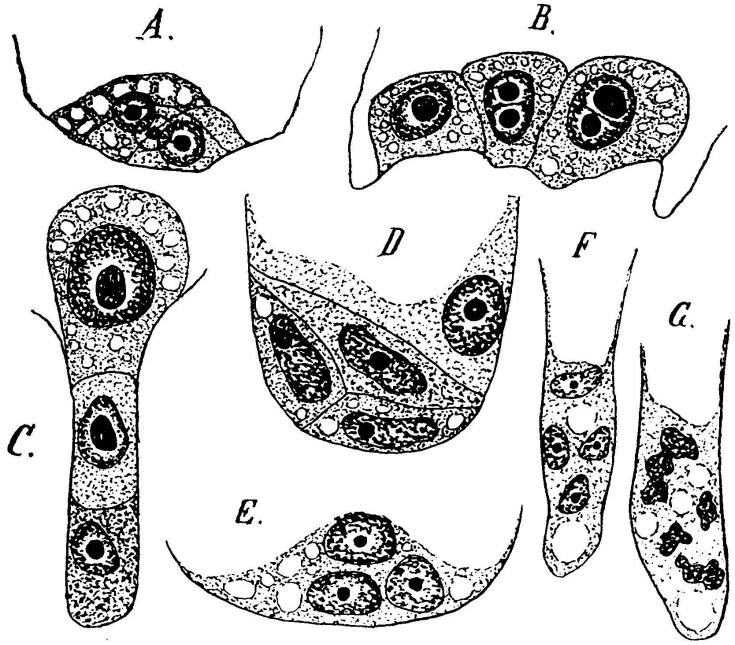


Fig. 4. Verschiedene Formen der Antipoden im achtkernigen Embryosacke.

A. *Myosurus minimus L.* Eiapparatähnliche Antipodenzellgruppe. Vergr. 600/1.

B. *Ranunculus Lingua L.* Antipodenzellen am breiten Basalende des Embryosackes nebeneinander liegend. Vergr. 600/1.

C. *Actaea Cimicifuga L.* Antipodenzellen in vertikaler Reihe das untere Ende des Embryosackes ausfüllend. Vergr. 600/1.

D. *Paris quadrifolia L.* Niedere Antipodenzellen am basalen Embryosackende; unterer Polkern. Vergr. 350/1.

E. *Paris quadrifolia L.* Die drei Antipodenkerne bei ausbleibender Zellbildung in einer gemeinschaftlichen, vakuoligen Plasmamasse. Vergr. 350/1.

F. *Tulipa Gesneriana L.* Die drei Antipodenkerne und der untere Polkern frei im Cytoplasma am basalen Ende des Embryosackes. Vergr. 350/1.

G. *Tulipa Gesneriana L.* Zerfall der Antipodenkerne. Vergr. 350/1.

f) Die Antipoden erfahren auch nach der Befruchtung noch eine beträchtliche Vergrösserung; ihr Protoplasma wird dichter, die Kerne nehmen an Grösse zu und teilen sich mitotisch oder amitotisch; die drei Antipodenzellen wachsen zu plasmareichen, mehrkernigen Riesenzellen heran (Fig. 5 A—C).

g) Den Teilungen der Antipodenkerne folgen Zellteilungen nach. Die Zahl der Antipoden wird bei zahlreichen Vertretern aus den Familien der Gramineen, Araceen und Sparganiaceen durch diese Teilungen nach und nach bis zu fünfzig, hundert und mehr Zellen vergrössert, welche das ganze basale Ende des Embryosackes erfüllen (Fig. 5 E). Auch bei Dicotyledonen gibt es zahlreiche Beispiele nachträglicher Vermehrung der Antipodenzahl im Embryosacke, so z. B. innerhalb einzelner Gattungen der Ranunculaceae, wie Anemone, Trautvetteria (Fig. 5 D), bei Asclepiadaceen, Rubiaceen, Gentianaceen und Compositen (Senecio, Conyza, Aster, Antennaria etc.). Die Anzahl der sekundär erzeugten Zellen ist sehr verschieden; bei den einen Beispielen finden nur wenige Zellteilungen statt, bei anderen aber wird die Basis des Embryosackes mit einem kompakten Gewebe erfüllt. Ist das Teilungsvermögen der Zellen erloschen, so werden sie nicht selten zum Schluss noch mehr- oder vielkernig.

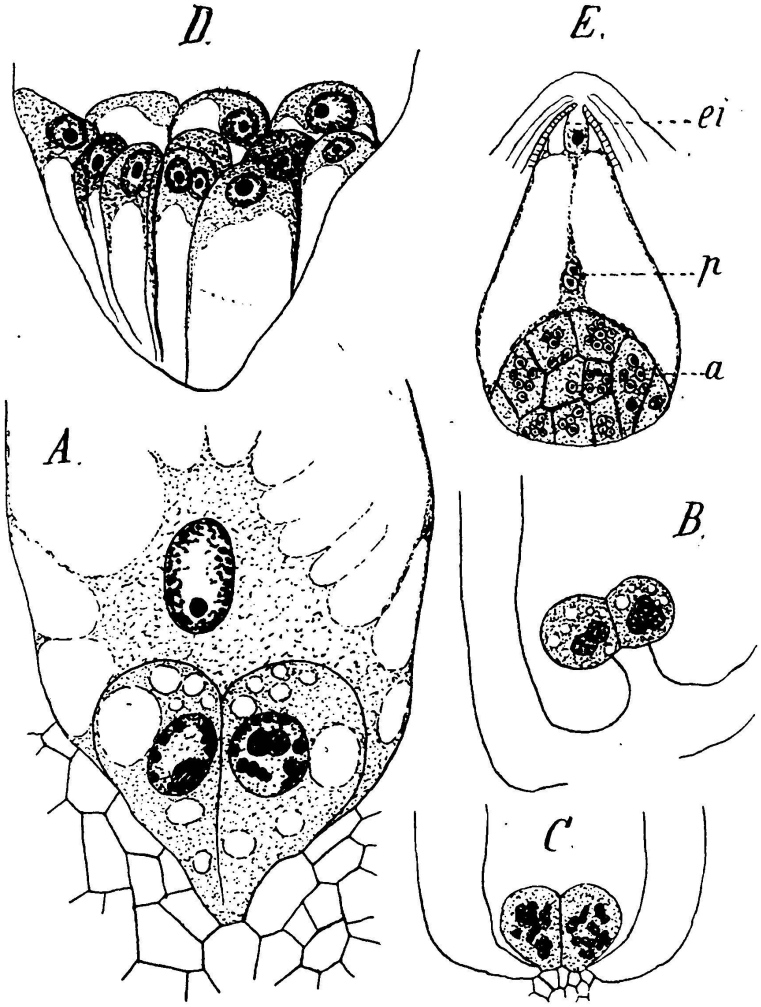


Fig. 5. Verschiedene Formen der Antipoden im achtkernigen Embryosacke.

A. *Aconitum Napellus L.* Grosse Antipodenzellen mit chromatinreichen Kernen; sekundärer Embryosackkern. Vergr. 350/1.
B. *Clematis orientalis L.* Mehrkernige Antipoden. Vergr. 110/1.
C. *Anemone Hepatica L.* Vielkernige Antipoden. (Amitotische Kernteilungen in den Antipodenzellen.) Vergr. 110/1.
D. *Trautvetteria palmata (Mich.) Fisch et Mey.* Antipodengruppe aus elf Zellen (durch Teilung aus drei Zellen entstanden). Vergr. 600/1.
E. *Avena sativa L.* Embryosack mit Eiapparat, verschmelzenden Polkernen und einem basalen Zellhügel aus dicht zusammenschliessenden, vielkernigen Antipodenzellen. ei = Eizelle, p = Polkerne, a = Antipoden. Vergr. 85/1.

In allen diesen Ausnahmefällen erfolgt die Kern- oder Zellvermehrung am Antipodenende erst, nachdem vorher im

achtkernigen Stadium des Embryosackes der Vorgang der freien Kernteilung unterbrochen und Zellbildung um sechs der acht Kerne erfolgt war. Unmittelbar nach vollzogener Embryosackdifferenzierung sind auch bei diesen Vertretern stets nur drei und zwar einkernige Antipoden vorhanden. Diese Tatsache ist zur Beurteilung all dieser abweichenden Bildungsformen von grosser Bedeutung.

3. *Verschiedenes Verhalten der Polkerne.* Noch vor wenigen Jahren nahm man an, dass die Verschmelzung der Polkerne der Befruchtung regelmässig vorausgehe und erst ihr Vereinigungsprodukt sich mit dem zweiten Spermakern des befruchtenden Pollenschlauches vereinige. In neuerer Zeit sind zahlreiche Variationen der „Endospermbefruchtung“ bekannt geworden. Der Spermakern kann sich statt mit dem Verschmelzungsprodukt der beiden Polkerne, dem sekundären Embryosackkern (Fig. 6 H und G), auch mit den beiden erst in Verschmelzung begriffenen Kernen (Fig. 6 F), oder einem derselben, dem unteren oder dem oberen, vereinigen. Die Verschmelzung der Polkerne unter sich, wie diejenige mit dem Spermakern kann am Eiende, in der Mitte des Embryosackes oder an seinem Antipodenende erfolgen (Fig. 6 A—D). Vor der ersten Teilung nimmt der „befruchtete Embryosackkern“ gewöhnlich in der Nähe des Eiapparates Aufstellung. Für einige wenige Beispiele ist auch gezeigt worden, dass zur Bildung des sekundären Embryosackkerns der eine der beiden Polkerne und der Spermakern genügen, der andere dagegen schon vor oder während deren Vereinigung degeneriert. In Fällen ausbleibender Befruchtung ist der sekundäre Embryosackkern oder der obere Polkern auch ohne Aufnahme eines männlichen Kerns für sich allein entwicklungsfähig.

Die zahlreichen Ausnahmen vom Normaltypus des achtkernigen Embryosackes lassen sich auf verschiedene Art deuten. Am wenigsten wird sich jedenfalls die Archegoniumtheorie auf diese Ausnahmen stützen können, da in

den meisten die Analogie zwischen Eiapparat und Antipodengruppe wegfällt. Speziell der auffallende Vorgang der Vermehrung der Antipodenzellen findet seine Erklärung am einfachsten in der älteren Auffassung der Antipoden als vegetative Prothalliumzellen. Im übrigen können vorläufig die zahlreichen Abweichungen vom achtkernigen „Normaltypus“ leichter zur Widerlegung bisheriger Deutungen herangezogen als zur Stütze derselben gebraucht werden.

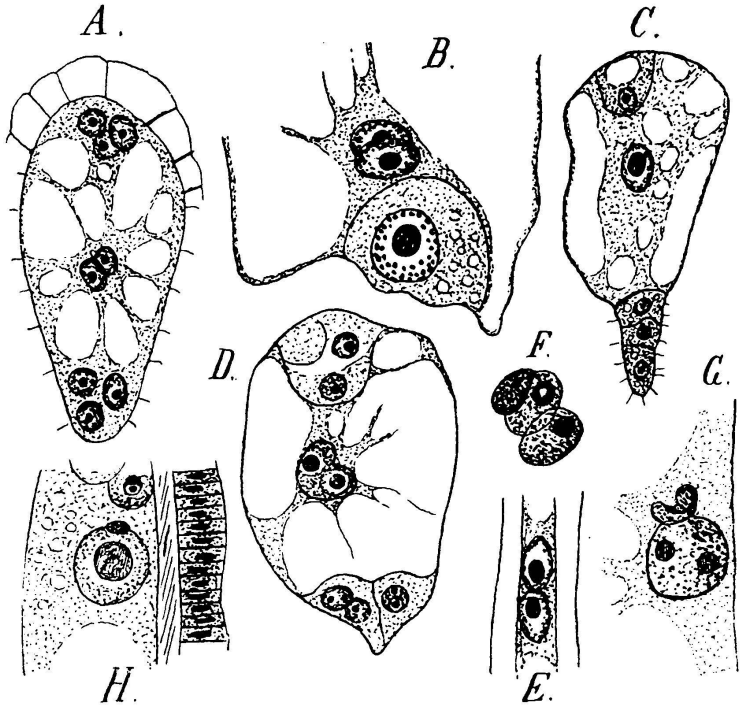


Fig. 6. Polkerne und sekundärer Embryosackkern.

A. *Avena sativa L.* Achtkerniger Embryosack vor der Ausbildung der Zellen des Ei- und Antipodenapparates; Vereinigung der beiden Polkerne in der Mitte des Embryosackes. Vergr. 370/1.

B. *Papaver bracteatum Lindl.* Vereinigung der Polkerne am Antipodenende des Embryosackes. Vergr. 600/1.

C. *Helleborus foetidus L.* Embryosack mit sekundärem Embryosackkern; vertikale Antipodenreihe. Vergr. 175/1.

D. *Caltha palustris L.* Verschmelzungsstadium der beiden Polkerne; Eiapparat und zwei Antipodenzellen, wovon die eine mit zwei Kernen. Vergr. 350/1.

E. *Pedicularis foliosa L.* Vereinigung der Polkerne in der Mitte des langgestreckten und schmalen Embryosackes. Vergr. 350/1.

F. *Paris quadrifolia L.* Vereinigung des birnförmigen Spermakerns mit den beiden Polkernen. Vergr. 250/1.

G. *Viscum album L.* Vereinigung des Spermakerns mit dem sekundären Embryosackkern. (Das Vorkommen von zwei Kernkörperchen in diesem letzteren zeigt an, dass er aus den beiden Polkernen entstanden ist.) Vergr. 630/1.

H. *Lathræa squamaria L.* Vereinigung des Spermakerns mit dem sekundären Embryosackkern. Vergr. 350/1.

Anders steht es mit einigen weiteren Ausnahmefällen, die in den letzten Jahren bekannt geworden sind. Bei einigen Angiospermengattungen sind im Embryosacke mehr als acht freie Kerne getroffen worden, im besonderen bei *Peperomia* (Piperacee) und bei *Gunnera* (Halorrhagidacee). Über *Peperomia* liegen Arbeiten von *Campbell*[1]) und *Johnson*[2]) aus den Jahren 1899—1902 vor. Für *Gunnera* ist der Entwicklungsgang des Embryosackes, der zu einem sechszehnkernigen Embryosacke führt, 1902 von *Schnegg*,[3]) allerdings lückenhaft und unrichtig, beschrieben worden. Die eigenartigen Embryosackverhältnisse dieser beiden Gattungen konnten bis vor kurzem auch nicht anders wie als unerklärbare Ausnahmefälle bezeichnet werden, da gerade das für die Auffassung als primitive Formen wichtige Verhältnis zwischen Kernteilung und Zellbildung im Embryosacke bei beiden Gattungen noch nicht mit wünschenswerter Klär-

---

[1]) Campbell, D. H., Die Entwicklung des Embryosackes von *Peperomia pellucida* Knuth. Ber. der deutsch. bot. Ges., Bd. 17, 1899, S. 452—456; Campbell, D. H., A peculiar Embryo-Sac in *Peperomia pellucida*. Ann. of Botany, Vol. 13, 1899, p. 626; Campbell, D. H., The Embryo-Sac of *Peperomia*. Ann. of Botany, Vol. 15, 1901, p. 101—118.

[2]) Johnson, D. S., On the Endosperm and Embryo of *Peperomia pellucida*. Botan. Gazette, Vol. 30, 1900, p. 1—11; Johnson, D. S., On the development of certain *Piperaceae*. Botan. Gazette, Vol. 34, 1902, p. 321—340.

[3]) Schnegg, H., Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Gunnera*. Flora, Bd. 90, 1902, S. 161—208.

heit festgestellt worden war. Weitere Untersuchungen an Vertretern dieser Gattungen waren notwendig. Über dieselben, sowie über eine weitere Gruppe von Gattungen mit sechszehnkernigen Embryosäcken liegen nun neueste Untersuchungen vor. *Johnson*[1]) hat letztes Jahr die Ergebnisse seiner Untersuchung einer weiteren *Peperomia*art veröffentlicht. *E. L. Stephens*[2]) hat sechszehnkernige Embryosäcke bei drei verschiedenen Gattungen aus der Familie der südafrikanischen *Penaeaceae* gefunden. Den Entwicklungsgang des Embryosackes einer *Gunnera*art[3]) habe ich selbst im Juniheft (1908) der Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft eingehend beschrieben.

In Hinsicht auf die viel weitergehende Entwicklung der keimenden Makrospore der Gymnospermen sind nach meiner Ansicht die im Embryosacke der genannten Pflanzen stattfindenden Entwicklungsvorgänge von allergrösster Bedeutung für die Erklärung derjenigen im achtkernigen Embryosacke. Sie sind von denselben so verschieden, dass mir die Aufstellung eines zweiten Typus der Embryosackentwicklung bei den Angiospermen geboten erscheint. Dem *achtkernigen* ist der *sechszehnkernige Embryosacktypus* gegenüber zu stellen.

Zur Begründung dieser Ansicht möchte ich zunächst den Entwicklungsgang der Embryosäcke der genannten Gattungen kurz darstellen.

Bei den Penaeaceae (fünf Arten aus den Gattungen *Sarcocolla*, *Penaea* und *Brachysiphon*) geht nach den Mit-

---

[1]) Johnson, D. S., A new type of Embryo-Sac in *Peperomia*. Johns Hopkins University Circular, 1907, Nr. 3, p. 19—21.

[2]) Stephens, E. L., A preliminary note on the Embryo-Sac of certain *Penaeaceae*. Ann. of Botany, Vol. 22, Nr. 86, April 1908, p. 329.

[3]) Ernst, A., Zur Phylogenie des Embryosackes der Angiospermen. Ber. d. deutsch. Botan. Gesellschaft. Jahrg. 1908, Bd. XXVI a, Heft 6, pag. 419—438.

teilungen von *E. L. Stephens* der Entwicklung des sechszehnkernigen Embryosackes eine Teilung der Embryosackmutterzelle in vermutlich drei Tochterzellen, also eine fast vollständige Tetradenteilung, voraus. In der Embryosackzelle sind nach den ersten beiden Teilungsschritten, im vierkernigen Stadium, die Kerne mehr oder weniger kreuzweise gelagert. Infolge der Ausbildung eines grossen, zentralen Saftraumes werden sie mit dem Cytoplasma an die Wand gedrängt. Jeder der vier Kerne erzeugt hierauf durch zwei weitere Teilungsschritte je eine Gruppe von vier Kernen. In den vier Vierergruppen erfolgt Zellbildung um je drei Kerne, so dass im Embryosack vier Eiapparat-ähnliche Gruppen gebildet werden. Die vier freibleibenden Kerne, „Polkerne", vereinigen sich im Zentrum des Embryosackes zu einem einzigen, grossen Kern, dem sekundären Embryosackkern. Nach einer brieflichen Mitteilung von *Fräulein Stephens* haben die seither weitergeführten Untersuchungen den in der vorläufigen Mitteilung geschilderten Verlauf der Entwicklung vollkommen bestätigt. Als wichtigste Abweichung ist gefunden worden, dass in einzelnen Embryosäcken mit den vier Polkernen sich noch andere Kerne vereinigen können, einzelne Zellgruppen also unvollständig werden. Im Maximum ist die Vereinigung von sieben Kernen (vier Polkerne und drei weitere Kerne) beobachtet worden.

Bei *Gunnera macrophylla* geht der Embryosackentwicklung keine Tetradenteilung der Mutterzelle voraus. Während der beiden ersten Kernteilungen im Embryosacke (Reduktionsteilungen) findet im Cytoplasma der wachsenden Zelle die Bildung zahlreicher, kleiner Vacuolen statt (Fig. 7 B und A). Nach der zweiten Teilung sind die vier Kerne im Embryosacke kreuzweise gelagert (Fig. 7 B). Unmittelbar nach der dritten Teilung liegen zwei Kerne am Mikropylarende, zwei am Antipodialende und vier in der Mitte der achtkernigen Zelle (Fig. 7 C).

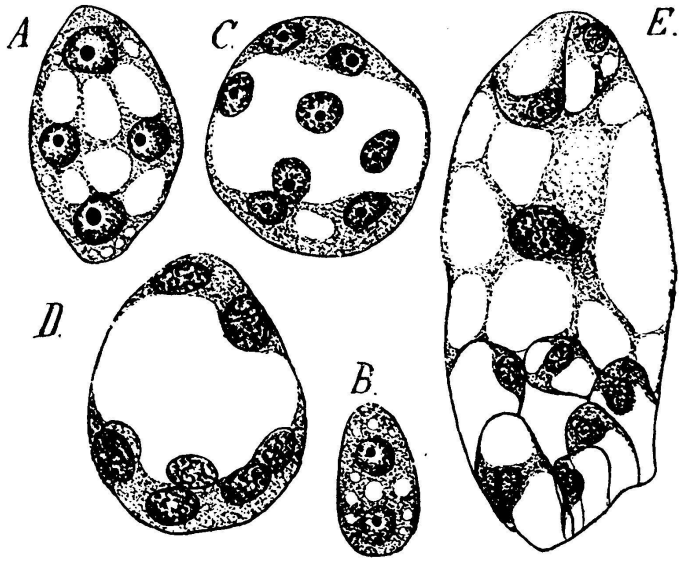


Fig. 7. Embryosackentwicklung von Gunnera macrophylla Bl.

A. Vierkerniger Embryosack mit kreuzweis gelagerten Kernen und vacuoligem Plasma. Vergr. 420/1.

B. Beginn der Vacuolenbildung im Cytoplasma des zweikernigen Embryosackes. Vergr. 420/1.

C und D. Achtkernige Embryosäcke vor und nach der Wanderung der vier mittleren Kerne an das Chalazaende. Vergr. 420/1.

E. Embryosack mit Eiapparat, Antipoden und den sich vereinigenden Polkernen. Eizelle mit scheitelständigem Kern und basaler Vacuole, Synergide mit inverser Lagerung von Kern und Vacuole. Die sechs Antipoden sind zu zwei Dreiergruppen angeordnet. Die Vereinigung des oberen und des unteren Polkernes (dieser aus sechs Kernen entstanden) erfolgt in einem zentralen, den Eiapparat mit den Antipoden verbindenden Plasmastrang. Vergr. 420/1.

Gewöhnlich haben sich auf diesem Stadium die Vacuolen schon zu einem grösseren, zentralen Saftraum vereinigt. Vor der letzten Teilung wandern die vier mittleren Kerne im seitlichen Wandbelag an die Basis des Embryosackes hinunter (Fig. 7 D). Am Ende des Achtkern-Stadiums enthält also der eine Pol des Embryosackes zwei, der andere sechs Kerne. Durch den vierten Teilungsschritt werden im Embryosacke von *Gunnera* am Mikropylarende vier, am Chalazaende zwölf Kerne erzeugt. Die ersteren liefern die Kerne für die Eizelle und zwei Synergiden, der

vierte derselben wird zum oberen Polkern. Von den zwölf basalgelagerten Kernen werden sechs zu Kernen von Antipodenzellen (zwei Gruppen von drei Zellen?), sechs bleiben freie Kerne (die Polkerne zweier Vierergruppen und die vier Kerne einer Vierergruppe?). Diese letzteren vereinigen sich zunächst gewöhnlich untereinander und hernach mit dem oberen Polkern zum sekundären Embryosackkern (Fig. 7 E).

Auch bei den *Peperomia*arten wird die Embryosackentwicklung ohne Tetradenteilung der Mutterzelle eingeleitet.

Im Embryosacke von *Peperomia pellucida* werden wieder durch einen vierten Teilungsschritt sechszehn Kerne erzeugt, die ungefähr gleichmässig im Plasma des Embryosackes verteilt liegen. In der Mikropylengegend entstehen um zwei derselben die Eizelle und eine Synergide (Fig. 8 D). Acht Kerne ballen sich zur Zeit der Befruchtung zum sekundären Embryosackkern zusammen (Fig. 8 D und E). Die sechs verbleibenden Kerne behalten ihre seitliche Stellung und werden durch Membranen vom übrigen Embryosacke abgetrennt. Bei der Bildung des Endosperms werden diese seitlichen Zellen (Antipoden?) zusammengedrückt und resorbiert.

Der Entwicklungsgang des Embryosackes der kürzlich von *Johnson* untersuchten *Peperomia hispidula* zeigt bis zum Vierer-Stadium Übereinstimmung mit den *Penaeaceae* und *Gunnera*, im achtkernigen Stadium noch mit *Gunnera*. Von den acht Kernen liegen wieder zwei in einer Plasmaansammlung am Mikropylenende, die sechs anderen am Chalazaende des Embryosackes (Fig. 8 A). Auch bei dieser Pflanze sind also nach dem vierten Teilungsschritte am einen Ende des Embryosackes zwölf, am anderen vier Kerne vorhanden (Fig. 8 B). Um einen der letzteren entsteht eine wohlgeformte Eizelle, um einen anderen eine Synergide; die beiden übrigen Kerne dieser Vierer-Gruppe

wandern ins Zentrum des Embryosackes und vereinigen sich dort mit den sämtlichen zwölf Kernen des Antipodialendes zum sekundären Embryosackkern (Fig. 8 C).

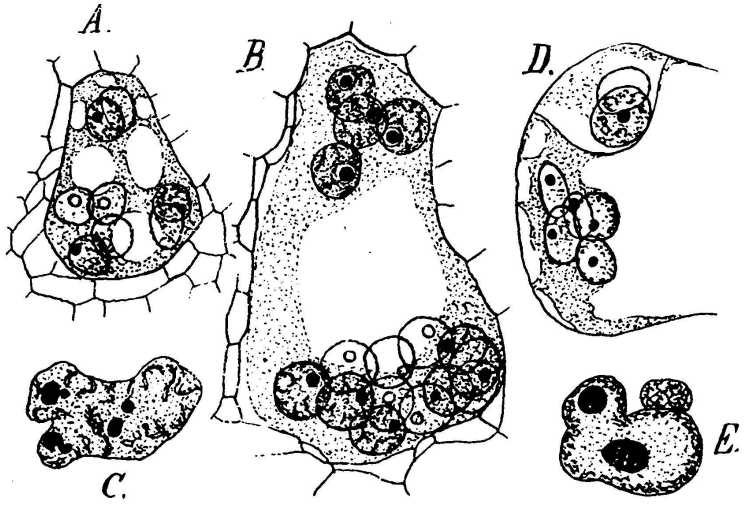


Fig. 8. Embryosackentwicklung bei Peperomia.

A. *Peperomia hispidula.* Achtkerniger Embryosack; zwei Kerne am Mikropylenende, 6 am Antipodialende des Embryosackes. (Nach Johnson.) Vergr. 500/1.

B. *Peperomia hispidula.* Sechszehnkerniger Embryosack vor Beginn der Zellbildung und der Kernverschmelzung. (Nach Johnson.) Vergr. 900/1.

C. *Peperomia hispidula.* Sekundärer Embryosackkern (aus 14 Kernen hervorgegangen) im befruchtungsfähigen Embryosacke. (Nach Johnson.) Vergr. 950/1.

D. *Peperomia pellucida Knuth.* Sechszehnkerniger Embryosack. In der Nähe der Eizelle eine Gruppe verschmelzender Kerne. (Nach Campbell.) Vergr. 600/1.

E. *Peperomia pellucida Knuth.* Schnitt durch die Gruppe der zum sekundären Embryosackkern verschmelzenden Kerne. (Nach Johnson.) Vergr. 775/1.

In Figur 9 stelle ich die Entwicklungsgänge der Embryosäcke bei den genannten Gattungen zum Vergleich mit demjenigen des achtkernigen Embryosackes in schematisierter Form zusammen. In den Zeichnungen sind die Kerne mit Punkten, die Zellen im Embryosacke mit Halbkreisen angedeutet. Um die Figuren möglichst klein zeichnen zu können und nicht mit Einzelheiten zu über-

laden, ist die Einzeichnung des Plasmas und der Vacuolen unterblieben.

Wie sind nun die sechszehnkernigen Embryosäcke der *Penaeaceae*, von *Gunnera* und *Peperomia* zu deuten? Sind sie vom achtkernigen Embryosack abzuleiten oder sind sie prinzipiell von demselben unterschieden und als Vertreter eines älteren oder eines neben dem achtkernigen entstandenen Entwicklungstypus aufzufassen? Ich möchte mich auf Grund der nachfolgenden Erwägungen für das Letztere entscheiden.

Beim Normaltypus des achtkernigen Embryosackes ist die Bipolarität gewöhnlich schon kurz nach der ersten Teilung durchgeführt. Zwischen den beiden Kernen entsteht der zentrale Saftraum, durch welchen sie mit dem grössten Teil des Plasmas an das obere und das untere Ende des Embryosackes gedrängt werden, wo dann die zwei weiteren Teilungen stattfinden und schliesslich, nach dem dritten Teilungsschritt, der Vorgang der Zellbildung erfolgt. Der Embryosack der *Penaeaceae* ist nicht zwei- sondern vierpolig. Bei *Gunnera macrophylla* und ebenso bei *Peperomia hispidula* wird der Embryosack erst sehr spät, im achtkernigen Stadium, zweipolig. Bei allen Vertretern mit sechszehnkernigen Embryosäcken sind im vierkernigen Stadium die Kerne mehr oder weniger kreuzweise, an den Enden der grossen und kleinen Achse der elliptischen Zelle, also quadripolar, gelagert. Von diesem Stadium an ist die Weiterentwicklung des Embryosackes bei den genannten Gattungen im einzelnen verschieden, in einem Punkte von grösster Wichtigkeit aber stets völlig gleich: es folgt dem dritten Kernteilungsschritte, durch welchen in der Ausbildung des achtkernigen Typus das definitive Achtkernstadium erreicht wird, noch ein *vierter*, vollkommen regelmässig verlaufender Teilungsschritt nach (Fig. 9 B, a—d). Die Vermehrung der Kernzahl im Embryosacke dieser Pflanzen ist also nicht etwa zu vergleichen mit der Vermehrung der Kernzahl, wie sie im achtkernigen Embryo-

sacke sekundär, zum Beispiel durch Teilung der Kerne in den Antipodenzellen, also *nach* erfolgter Zellbildung im Embryosacke, eintritt. Der Vorgang der freien Kernteilung, der im Embryosacke der Gymnospermen zur Bildung einer grossen Zahl freier Kerne führt, bei den meisten Angiospermen aber nach dem dritten Teilungsschritte eingestellt wird, ist bei diesen Formen durch einen vollkommen normalen, dem dritten sich anschliessenden, *vierten* Teilungsschritt verlängert. Hierin stimmen alle diese Formen, so verschieden auch nach dem vierten Teilungsschritt ihre weitere Ausgestaltung erfolgen mag, völlig überein und hierauf ist nach meiner Ansicht bei der Beurteilung dieser Fälle ein Hauptgewicht zu legen.

Gegen die Aufstellung des selbständigen, neben oder vor dem achtkernigen entstandenen Typus des sechszehnkernigen Embryosackes sind folgende Einwände vorauszusehen:

1. Steht die besondere Art der Embryosackentwicklung der genannten Pflanzen, im besonderen das Vorkommen eines vierten Teilungsschrittes, nicht etwa in Beziehung zu dem Umstand, dass die der Embryosackentwicklung vorausgehende Tetradenteilung bei den *Penaeaceae* unvollständig ist und bei den Gattungen *Peperomia* und *Gunnera* sogar ganz unterbleibt?

2. Im sechszehnkernigen Embryosacke dieser Pflanzen hält die Vermehrung der Zellenzahl derjenigen der Kernzahl nicht Schritt; es findet daher stets Verschmelzung einer grösseren Zahl von Kernen statt. Spricht das Ausbleiben der Zellbildung und die Vereinigung zahlreicher Kerne nicht eher für reduzierte als für primitive Verhältnisse?

Besonders eingehend wird der erste Einwand widerlegt werden müssen. Es scheint mir dies durch folgende Überlegungen möglich zu sein.

Zählt man die Kernteilungsschritte, die zum normalen achtkernigen Embryosacke der Angiospermen führen, nicht von der ersten Teilung in der Embryosackzelle, sondern

von derjenigen in der Embryosackmutterzelle an, so erfolgen bei vollkommener Tetradenteilung zur *Bildung des achtkernigen Sackes fünf Teilungsschritte* (Fig. 10 I und Fig. 9 A). Teilt sich die Embryosackmutterzelle nur in zwei Tochterzellen. von denen die eine zum achtkernigen Embryosacke wird, so ist die Anzahl der Teilungsschritte *vier* (Fig. 10 III u. IV u. Fig. 9 A). Unterbleibt die Tetradenteilung vollständig, so entsteht der achtkernige Embryosack durch *drei* Teilungsschritte (Fig. 10 V und Fig. 9 A). Im ersten Falle ist die Gesamtzahl der stattfindenden Teilungen grösser, im zweiten gleich gross und im dritten Falle kleiner als bei *Gunnera* und *Peperomia*.

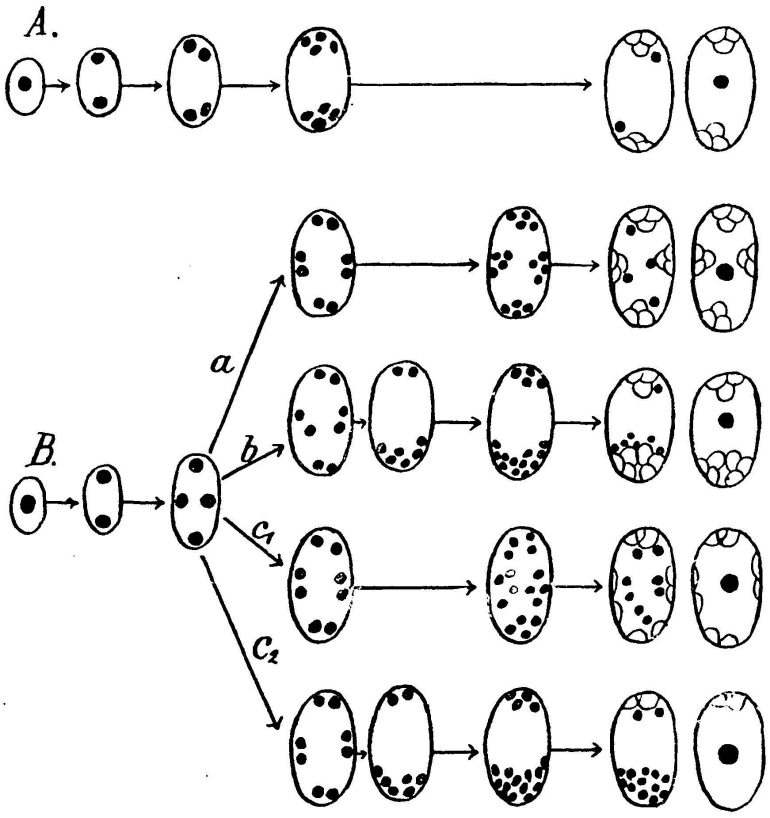


Fig. 9. Achtkerniger und sechszehnkerniger Embryosacktypus.

A. *Kern- und Zellbildung im achtkernigen Typus.* Durch *drei* Teilungsschritte entstehen zwei Vierergruppen von Kernen; Bildung von sechs Zellen und Vereinigung der beiden Polkerne zum sekundären Embryosackkern.

B. *Kern- uud Zellbildung im sechszehnkernigen Typus.* Nach dem *zweiten* Teilungsschritt sind die vier Kerne kreuzweise gelagert; dem *dritten* Teilungsschritt folgt ein regelmässig verlaufender *vierter* nach. a: Verlauf der Embryosackentwicklung bei den *Penaeaceae* (*Brachysiphon, Sarcocolla, Penaea*). b: Verlauf der Embryosackdifferenzierung bei *Gunnera macrophylla Bl.*, c1: bei *Peperomia pellucida* und c2: bei *Peperomia hispidula.*

Von dieser Überlegung geht auch in einer gleichzeitig mit meiner Mitteilung im Juni dieses Jahres erschienenen Studie *Coulter*[1]) aus und zwar zum entgegengesetzten Nachweis, dass die Embryosackverhältnisse der *Penaeaceae* und von *Peperomia abgeleiteter und nicht primitiver Natur* seien.

Von den fünf Teilungsschritten, die für den Verlauf der Tetradenteilung und die Entstehung des achtkernigen Embryosackes notwendig sind, sind die beiden ersten, die während der Tetradenteilung stattfinden, nach *Coulter* für den Prozess der Embryosackbildung die wichtigsten. Es sind die Reduktionsteilungen, die nicht wegfallen können, wenn später die Befruchtung erfolgen soll. Wird die Anzahl der Teilungsschritte von fünf auf vier, oder wie bei *Lilium, Tulipa* u. s. w. sogar auf drei reduziert, so finden daher immer zuerst diese beiden Reduktionsteilungen statt, und die Anzahl der nachfolgenden Teilungen wird von drei auf zwei oder sogar auf eine reduziert. Die Gesamtzahl der Teilungen vermindert sich dadurch auf vier oder drei. Ähnlicher Art wie die Reduktionsvorgänge innerhalb der Gattungen *Lilium* und *Tulipa* sind nach *Coulter* auch diejenigen der *Penaeaceae*, von *Peperomia* etc. Die Tetradenteilung unterbleibt teilweise oder vollständig, von den Reduktionsteilungen finden beide oder doch die zweite im Embryosacke selbst statt, und es folgen denselben, wenigstens bei *Peperomia*, nur noch zwei weitere Teilungen nach. Statt normalen fünf Teilungen finden also nur deren vier statt und die Embryosackentwicklung

[1]) Coulter, J. M., Relation of Megaspores to Embryo-sacs in Angiosperms. Botanical Gazette. Vol. 45. June 1908. p. 361—366.

dieser Gattungen erscheint trotz der Zahl von sechszehn Kernen im Vergleich zum achtkernigen Embryosack, dem eine normale Tetradenteilung vorausgeht, reduziert. Auch wenn diese Embryosäcke statt sechszehn Kerne deren zweiunddreissig enthalten würden, könnten sie, nach *Coulter*. immer noch nicht als primitive Formen bezeichnet werden, da dann erst die Fünfzahl der auch beim Normaltypus stattfindenden Teilungen erreicht wäre. Nach der Anzahl der Teilungsschritte ist also *Peperomia* — das Gleiche würde wohl auch für *Gunnera* gelten, — nach Coulters Auffassung zwischen die gewöhnlichen Angiospermen einerseits, *Lilium* und *Tulipa* anderseits einzustellen.

Die sechszehnkernigen Embryosäcke dieser Gattungen wären demnach nicht primitive, sondern ebenfalls reduzierte Formen.

Ich kann mich dieser Ansicht *Coulters* nicht anschliessen. Für die im Embryosacke sich abspielenden Entwicklungsvorgänge haben nicht alle Teilungen, von derjenigen in der Embryosackmutterzelle an gerechnet, dieselbe Bedeutung. Die Entwicklungsvorgänge *im* Embryosack scheinen mir unabhängig von seiner Entstehung betrachtet werden zu müssen. Gewiss ist das Ausbleiben der die Reduktionsteilungen begleitenden Tetradenteilung der Embryosackmutterzelle kein Merkmal primitiven, sondern reduzierten Verhaltens; es hat aber nach meiner Ansicht keinen Einfluss auf die Embryosackentwicklung selbst. Die fünf Teilungen, welche bei einer grossen Zahl von Angiospermen von der Embryosackmutterzelle zum achtkernigen Embryosack führen, gehören ja ganz verschiedenen Entwicklungsvorgängen an. *Die beiden ersten repräsentieren die letzten Teilungen in einem Makrosporangium;* sie sind die Reduktionsteilungen einer tetradenbildenden Makrosporenmutterzelle und gehören dem Vorgang der Sporen*bildung* an. Die drei anderen Teilungen dagegen erfolgen im Verlaufe der Sporen*keimung*. Für die ersteren ist der *Vorgang der Chromosomenreduktion*, für die letzteren die *Schaffung bestimmter Polaritäts- und*

Gestaltsverhältnisse in der keimenden Spore charakteristisch. Die beiden ersten Teilungen einerseits, die drei letzten anderseits gehören also verschiedenen Entwicklungsprozessen an und haben innerhalb der Angiospermen, unabhängig von einander, in verschiedenem Grade Reduktionen erfahren. Gerade dieser Umstand bedingt, *dass die ursprünglich den Vorgang der Tetradenteilung begleitenden Reduktionsteilungen und der Vorgang der Embryosackentwicklung in einem ganz verschiedenen Verhältnis zu einander stehen können.* Bei zahlreichen Monokotyledonen, weniger häufig bei Dikotyledonen, wird der Vorgang der Tetradenteilung teilweise oder vollständig unterdrückt, von den Reduktionsteilungen wird die eine oder werden beide in den Embryosack hineinverlegt. Bei vollkommener Tetradenteilung verlaufen die beiden zur Chromosomenreduktion notwendigen Teilungen *vor* Beginn der Embryosackentwicklung (Makrosporenkeimung). Bei teilweiser Unterdrückung der Tetradenteilung (Bildung von zwei Tochterzellen) wird der zweite Teilungsschritt der Reduktionsteilung in die keimende Spore verlegt, und bei vollständig ausbleibender Tetradenteilung finden beide der zur *Reduktion notwendigen Teilungen innerhalb der keimenden Makrospore* statt.

Der in den letzten Jahren von verschiedenen Autoren gebrauchte, nun von *Coulter* angegriffene Ausdruck „die Embryosackmutterzelle wird direkt zum Embryosack“ ist also nicht unrichtig. Die Makrosporenmutterzelle ist ohne Teilung zur Makrospore geworden, die Reduktionsteilungen sind verschoben worden und finden nun während der *Sporenkeimung* statt. Für den Verlauf derselben (Embryosackentwicklung) ist die *Anzahl der Teilungsschritte*, die *Lagerung der Kerne*, die *Vacuolenbildung* und der *Vorgang der Zellbildung* charakteristisch. *Der Umstand, ob die Teilung der Kerne unter Reduktion der Chromosomenzahl stattfindet oder nicht, scheint auf die Entwicklung des Embryosackinhaltes ganz ohne Einfluss zu sein.* Das geht ja gerade aus dem Beispiel der *Liliaceen*, das *Coulter* zum gegenteiligen Beweis benutzen möchte, besonders schlagend

hervor. Innerhalb dieser Familie finden sich, ausgehend von normaler Tetradenbildung *(Galtonia)* die verschiedensten Reduktionen im Verlauf der Tetradenteilungen und damit die Verlegung von einem oder von beiden Teilungsschritten der ursprünglich mit der Tetradenteilung verbundenen Reduktionsteilung der Kerne in den Embryosack hinein (Fig. 10 I—V). Dennoch hat diese Verschiebung des nach *Coulter* für die Embryosackbildung wichtigsten Vorganges die übrigen Gestaltungsvorgänge innerhalb des Embryosackes in keiner Weise berührt. Die Bipolarität, die Bildung der zentralen Vacuole, die Anzahl der Teilungsschritte im Embryosack, der Vorgang der simultanen Zellbildung, die Ausgestaltung der einzelnen Zellen, alles bleibt unverändert, gleichgültig, ob die acht Kerne aus einem, zwei oder aus vier „Megasporen-Kernen“ (Kernen von Makrosporenzellen) hervorgegangen sind.

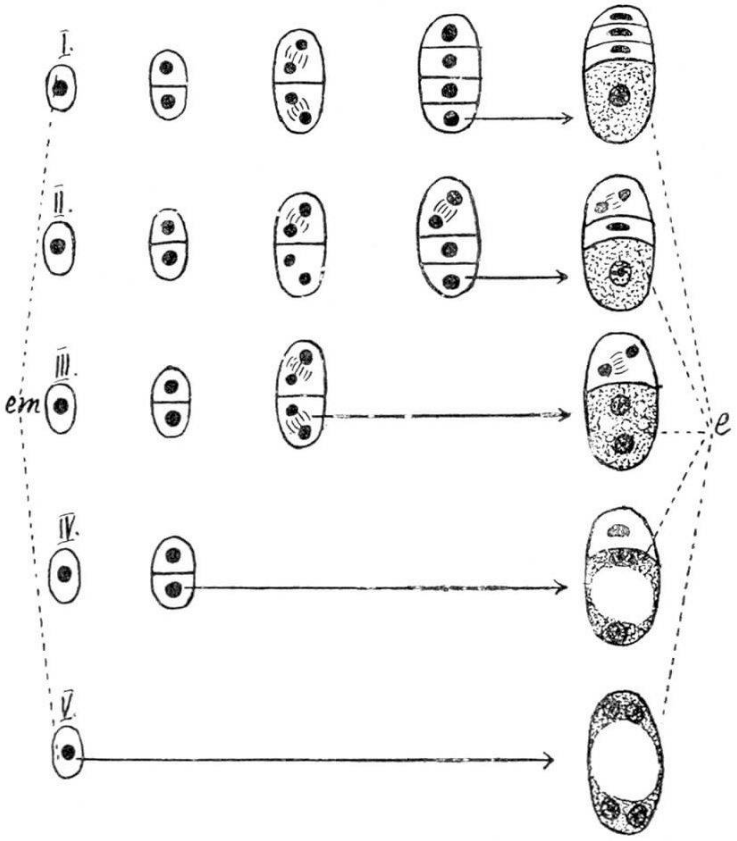


Fig. 10. Verhältnis von Tetradenteilung, Reduktionsteilungen und Embryosackentwicklung.

Bei vollkommener Tetradenbildung (I) verlaufen die beiden Reduktionsteilungen ausserhalb des Embryosackes; ebenso bei Ausbildung von drei Enkelzellen (II). In beiden Fällen entsteht der Embryosack aus der untersten Zelle der kleinen Reihe (unter allmählicher Verdrängung der anderen) und enthält nur einen einzigen der vier durch die Reduktionsteilungen erzeugten Kerne („Megasporenkerne"). In der Embryosackzelle finden noch *drei* Teilungsschritte statt.

Findet nur eine Teilung der Embryosackmutterzelle statt (III und IV) und entwickelt sich eine der beiden Tochterzellen zum Embryosack (gewöhnlich die untere), so enthält sie *zwei* der durch die Reduktionsteilungen erzeugten Kerne. Den beiden Reduktionsteilungen folgen noch zwei Teilungen nach.

Bleibt die Tetradenteilung ganz aus, wird also die Mutterzelle direkt zu einer Embryosackzelle, so verlaufen beide Reduktionsteilungen während der Entwicklung des Embryosackes. Es enthält dieser nach der zweiten Teilung *alle vier* der durch die Reduktionsteilungen erzeugten Kerne. Ein weiterer Teilungsschritt genügt zur Bildung der acht Kerne.

In ähnlicher Weise wie bei den *Liliaceen* und anderen Vertretern der Monokotyledonen und Dikotyledonen wird auch bei den *Penaeaceen* die Abkürzung der Tetradenbildung und die teilweise Verlegung der Reduktionsteilungen in den Embryosack, sowie bei *Peperomia* und *Gunnera* das vollständige Ausbleiben der Tetradenteilung und die Verlegung beider Teilungsschritte der Reduktionsteilung in den Embryosack nicht von Einfluss sein auf die Vorgänge während der nachfolgenden Embryosackentwicklung. Der vierte Teilungsschritt *im* Embryosack ist nicht in Beziehung zu setzen mit der Unterdrückung zweier Teilungsschritte *vor* dessen Entstehung. Der Vorgang der Tetradenteilung ist wie bei den *Liliaceen* reduziert, der Vorgang der Embryosackentwicklung (der Makrosporenkeimung) zählt einen normalen Teilungsschritt mehr und wird dadurch als *ältere oder doch als selbständige Form des Embryosackes der Angiospermen* gekennzeichnet.

Der zweite Einwand gegen die genannte Auffassung des sechszehnkernigen Embryosackes nimmt Bezug auf die bei *Gunnera,* besonders aber bei *Peperomia* nicht mit der

Vermehrung der Kernzahl schritthaltende Vermehrung der Zellenzahl und die Vereinigung einer grösseren Anzahl freibleibender Kerne.

Im Normaltypus des achtkernigen Embryosackes werden um sechs der acht Kerne Zellen ausgebildet. Wie schon in den einleitenden Ausführungen beschrieben worden ist, findet der Vorgang der Zellbildung im achtkernigen Embryosacke lange nicht bei allen untersuchten Formen regelmässig statt, vielmehr unterbleibt bald die Ausbildung der Synergiden, bald diejenige einzelner oder aller Antipoden und für einige Fälle ist — für die *wildwachsenden Tulpen* von *Guignard,*[1]) für *Juglans* von *Karsten*[2]) und *Nawaschin*[3]) — ein vollständiges Ausbleiben der Zellbildung im Embryosack beschrieben worden. In gleicher Weise wie im achtkernigen Embryosacke ist auch im sechszehnkernigen eine Reduktion der Zellenzahl möglich. Der entwicklungsgeschichtlichen Gleichheit der beiden Gruppen, bestehend aus drei Zellen und einem freien Kern, im bipolaren, achtkernigen Embryosacke entspricht im sechszehnkernigen Embryosacke diejenige der vier quadripolar gelagerten Vierergruppen, ebenfalls aus je drei Zellen und einem freien Kerne bestehend, wie sie bei den *Penaeaceae* in der Regel zu beobachten ist. Ausnahmsweise vereinigen sich mit den vier Polkernen auch noch ein bis drei weitere Kerne (im Maximum zusammen sieben Kerne), so dass also die Reduktion der Zellenzahl bereits innerhalb der *Penaeaceae* eingeleitet wird und bei den Gattungen *Gunnera* und *Peperomia* weiter fortschreitet. Nach dem vierten Kernteilungsschritt entstehen im sechszehnkernigen Embryosacke von *Gunnera* neun Zellen (drei Zellen des Eiapparates und sechs Antipoden); bei *Peperomia pellucida* entstehen

---

[1]) Guignard, L., L'appareil sexuel et la double fécondation dans les *Tulipes*. Ann. Sc. nat. Bot. 7, Vol. 11, p. 365—387, 1900.

[2]) Karsten, G., Über die Entwicklung der weiblichen Blüten bei einigen *Juglandaceen*. Flora. Bd. 90, 1902, S. 316–333.

[3]) Nawaschin, S., Ein neues Beispiel der Chalazogamie. Bot. Centralblatt, Bd. 63, 1895, S. 353—357.

zwei Zellen des Eiapparates und sechs zerstreut an den Wänden entlang liegende kleine Zellen (Antipoden?); bei *Peperomia hispidula* ist die Zahl der entstehenden Zellen auf zwei eingeschränkt. Innerhalb der kleinen Reihe von Beispielen sechszehnkerniger Embryosäcke kommt also *Peperomia hispidula* ungefähr eine ähnliche Stellung zu wie den *wilden Tulpen* innerhalb der Beispiele achtkerniger Embryosäcke mit reduzierter Zellenzahl.

Die Verschmelzung einer grösseren Zahl von Kernen im sechszehnkernigen Embryosacke (vier, ausnahmsweise bis sieben bei den *Penaeaceae*, sieben bei *Gunnera*, acht bei *Peperomia pellucida* und zwölf bei *Peperomia hispidula*) scheint mir, obschon dieser Vorgang auf den ersten Blick sehr auffallend ist, für die Auffassung des ganzen Entwicklungsganges nicht von grosser Bedeutung. In den sechszehnkernigen Embryosäcken folgt einfach dem Vorgange der Zellbildung die Vereinigung von allen frei im Embryosacke verbliebenen Kernen nach. Das Gleiche ist nicht selten auch im achtkernigen Embryosacke der Fall. Werden in demselben weniger als sechs Zellen ausgebildet, indem die Ausbildung von Synergiden- oder Antipodenzellen unterbleibt, so können die betreffenden Kerne, wie z. B. von *Murbeck*[1]) für *Alchimilla* festgestellt worden ist, sich ebenfalls mit den Polkernen zum sekundären Embryosackkern vereinigen. Von grossem biologischem Wert scheint diese auffallende Vermehrung der Kernmasse zum mindesten bei *Peperomia* nicht zu sein, da die Teilungsenergie des grossen, sekundären Embryosackkerns gering ist und das Endosperm im reifen Samen höchstens aus 40 bis 50 Zellen besteht.

Aus den vorstehenden Betrachtungen geht nach meiner Ansicht hervor, dass die besprochenen Beispiele sechszehnkerniger Embryosäcke nicht vom achtkernigen Typus abzu-

[1]) Murbeck, S., Über Anomalien im Baue des Nucellus und des Embryosackes bei parthenogenetischen Arten der Gattung *Alchimilla*. Lunds Univ. Arsskrift. Bd. 38, Afd. 2, 1902. No. 2, pag. 6.

leiten sind. Sie bilden vielmehr Glieder einer Formenreihe, deren Ausgangsform die doppelte Kern- und auch die doppelte Zellenzahl des achtkernigen Embryosackes enthält und innerhalb welcher Abweichungen im Vorgang der Zellbildung in derselben Richtung und relativ in demselben Masse vorkommen, wie sie vom Normaltypus des achtkernigen Embryosackes bekannt geworden sind. Es brauchen demnach auch die dieser Formenreihe angehörenden Beispiele nicht unmittelbar in der Aufwärtsentwicklung des achtkernigen Embryosackes und dessen weiterer Reduktionsform, des vierkernigen Embryosackes, zu liegen.

Anhänger der Archegoniumtheorie von *Porsch* werden die besprochenen Beispiele sechszehnkerniger Embryosäcke jedenfalls als Belege für die Richtigkeit dieser Theorie willkommen heissen. Betrachtet man mit *Porsch* die Reduktion der Archegonien und ihrer Anzahl als besonders charakteristisch für die Aufwärtsentwicklung der Geschlechtsgeneration der Embryophyten, so lassen sich wenigstens zwei der beschriebenen Formen sechszehnkerniger Embryosäcke als dem Normaltypus der Angiospermen vorausgehende Glieder dieser Entwicklungsreihe deuten.

Der Inhalt des Embryosackes der *Penaeaceae* mit seinen vier quadripolar gelagerten Gruppen kann nach der Archegoniumtheorie als bestehend aus vier Archegonien, deren Bauchkanalkerne sich als die vier Polkerne zum sekundären Embryosackkern vereinigen, aufgefasst werden. Bei *Gunnera* und *Peperomia* ist der Vorgang der Zellbildung innerhalb der vier Gruppen mehr oder weniger unvollständig. Zellbildungen und Kernverschmelzungen im Embryosacke von *Gunnera* würden der Bildung von drei Archegonien entsprechen. Mit den drei Bauchkanalkernen derselben vereinigen sich die vier Kerne des vierten, nicht mehr zur Ausbildung kommenden Archegoniums. Ausgehend von Embryosäcken mit vier Archegonien *(Penaeaceae)* würde also innerhalb der kleinen Reihe der bis jetzt bekannt gewordenen Beispiele sechszehnkerniger Embryosäcke eine Reduktion auf drei

Archegonien erfolgen. Der achtkernige Embryosack enthält noch zwei Archegonien und bei einzelnen Vertretern, bei denen der dritte Teilungsschritt unterbleibt, wie bei *Cypripedium*,[1]) oder bei denen die zur Bildung der basalen Vierergruppe führenden Teilungen ausfallen, wie bei *Helosis*[2]) und *Limnocharis*,[3]) liegt im Embryosacke mit einer einzigen Vierergruppe das Schlussglied in der Reduktion des Embryosackes der Angiospermen vor.

In den vorstehenden Betrachtungen über die verschiedenartigen Embryosackverhältnisse bei den Angiospermen ist absichtlich weder die systematische Stellung der genannten Pflanzen, noch das Vorkommen oder Fehlen primitiver Merkmale ihrer *Sporophytengeneration* in die Diskussion gezogen worden. Es geschah dies aus verschiedenen Gründen, vor allem, weil über die Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der Angiospermen noch sehr wenig bekannt ist, und weil für die bisherigen Versuche, Beziehungen der Angiospermenreihen unter einander und zu den Gymnospermen fest zu stellen, durch die Entwicklungsvorgänge im Embryosack nähere Anhaltspunkte nicht gegeben worden sind. Nach dem bisherigen Stande unserer Kenntnisse zu schliessen, ist es auch nur wenig wahrscheinlich, dass sie in Zukunft solche Merkmale liefern werden. So weit sich nämlich bis jetzt beurteilen lässt, ist es nicht ausgeschlossen, dass Formen, welche uns weiteren Aufschluss über die *Phylogenie des Embryosackes* geben können, nicht ausschliesslich unter denjenigen zu treffen sind, welche auch in den *Merkmalen der Sporophytengeneration primitiver Natur* sind; ferner weisen gerade diejenigen Angiospermen, welche in Gestalt oder Bau

[1]) Pace, L., Fertilisation in *Cypripedium*. Botan. Gazette, Vol. 44. Nov. 1907. S. 356.

[2]) Chodat, R. et Bernard, Ch., Sur le sac embryonnaire *d'Hélosis guyanensis*. Journal de Botanique, Vol. 14, 1900. Sep.-Abdr. S. 11.

[3]) Hall, J. G., An embryological Study of *Limnocharis emarginata*. Bot. Gazette. Vol. 32, 1902, pag. 214—218.

am meisten Anklänge an die Gymnospermen zeigen, wie *Casuarina, Drimys* etc. im Verlauf der Embryosackentwicklung durchaus den Normaltypus des achtkernigen Embryosackes der Angiospermen auf. Dass primitivere Embryosackverhältnisse nicht innerhalb bestimmter Reihen und Familien, sondern sporadisch innerhalb weit auseinander stehender Familien vorhanden sein mögen, lassen auch andere mit der Bildung der Geschlechtsgeneration in Beziehung stehende Vorgänge, wie derjenige der *Archesporbildung,* erwarten. Das Vorkommen einer grösseren Zahl von Embryosackmutterzellen im Nucellus der Angiospermensamenanlage ist sicher ein Merkmal primitiven Charakters, und doch findet man Beispiele dafür nicht nur bei Formen mit vermutlich primitiven Sporophyten wie *Casuarina, Fagaceen, Betulaceen* und *Salicaceen,* sondern auch in sog. hochstehenden Reihen, z. B. bei Vertretern von verschiedenen Gattungen der *Rosaceen,* bei *Ranunculaceen,* gelegentlich bei *Asclepiadaceen, Rubiaceen, Compositen* und vereinzelten Vertretern anderer Familien. Das primitive Merkmal eines mehrzelligen Archespors ist also gar nicht mit dem Vorkommen primitiver Merkmale am Sporophyten verknüpft. In gleicher Art kann auch der Vorgang der Embryosackgestaltung von jenen unabhängig sein. Damit ist allerdings auch das Aufsuchen weiterer Ausnahmen vom achtkernigen Embryosack erschwert. Doch werden neue Beispiele sechszehnkerniger Embryosäcke oder anderer primitiver Embryosacktypen vielleicht nicht allzu selten gefunden werden, sobald einmal das Material zu neuen entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen etwas häufiger, als bis jetzt geschehen ist, den zahlreichen in dieser Richtung noch wenig oder gar nicht untersuchten Familien entnommen werden wird. Die in der letzten Zeit erzielten Erfolge berechtigen jedenfalls zu der Hoffnung, dass die weitere Forschung auf diesem Gebiete uns zuletzt doch noch zu einer sicher begründeten Auffassung der Entwicklungsvorgänge im Embryosack der Angiospermen führen wird.

III.

Zoologische Sektion

zugleich Versammlung der schweizerischen zoologischen Gesellschaft.

Sitzung: Dienstag, den 1. September 1908.

Einführender: Herr Dr. H. Wegmann, Mollis.
Präsident: „ Prof. Dr. F. Zschokke, Basel.
Sekretär: „ Dr. P. Steinmann, Basel.

---

1. Herr Prof. Dr. *C. Keller* (Zürich) spricht über *die Haustierrelikten*, die bisher in Asien, Afrika und Europa zur Beobachtung gelangt sind. Er fügt als neuen Fall den Balearen-Windhund oder Ibizahund hinzu, den er vor kurzer Zeit zu beobachten Gelegenheit hatte. Er weist nach, dass diese Rasse einen sehr primitiven Charakter besitzt und vollkommen identisch ist mit dem Windhund, den die Pharaonenleute in Altägypten hielten. Er ist hauptsächlich zur Jagd auf Kaninchen verwendet worden und verdankt den Wildkaninchen seine heutige Erhaltung. Als Ableger der Balearenkolonie muss die Kolonie auf den kanarischen Inseln betrachtet werden.

Diskussion: Herr Prof. *E. A. Göldi* (Bern) teilt mit, dass sich (soweit aus den vorliegenden Abbildungen zu schliessen und aus den vom Vortragenden gegebenen mündlichen Informationen bezüglich des Gesamthabitus) ein dem Balearen-Hund sehr ähnlicher Hund als *brasilianischer „Rehhund“* in den Südstaaten Brasiliens (von Minas Geraes bis Rio Grande do Sul) vorfindet, immerhin in einförmigem gelb-

lichem Kolorit und in der Regel nicht gefleckt, d. h. gelbrot gescheckt auf weissem Grunde. Alles übrige stimmt. Da liegt die Vermutung nahe, dass die Importation schon früh stattfand via Azoren. Herr Prof. Göldi macht darauf aufmerksam, dass schon von R. Hensel eine gute Schilderung des „veadeiro" 1872 im „Zoologischen Garten" gegeben wurde. (Vol. XIII, p. 5—7.)

2. Herr Prof. *E. A. Göldi* (Bern) teilt in Anlehnung an eine in Prof. *Keller*'s Buch über Haussäugetiere enthaltene Bemerkung über die Seltenheit von längsgestreiften Ferkeln bei unseren Hausschwein-Rassen mit, *dass selbst bei so hoch entwickelten Kultur-Rassen von Hausschweinen wie Yorkshire und Berkshire*, die der Stammform der wilden Suiden, sowie der Tapiriden und Equiden wahrscheinlich eigentümliche Längsstreifung (beim Wildschwein wohlerhalten) bei ebengeborenen Ferkeln bei gewisser Beleuchtung (schief einfallendem Licht) sehr wohl zu erkennen ist und zwar regelmässig, *nämlich solange das geborene Ferkel noch nass ist vom Fruchtwasser (Amnion-Flüssigkeit)*. Das Phänomen hält also bloss kurze Zeit, höchstens Stunden an; verschwindet aber mit dem Eintrocknen völlig und ist zeitlebens weggeblasen.

Es ist merkwürdig, dass keiner von den Züchtern bisher diese leicht zu machende Beobachtung registriert hat und es einem Zoologen überlassen blieb, diese hochwichtige Erscheinung zu konstatieren.

Diskussion: Herr Prof. *Keller* (Zürich) hält das Auftreten der Streifung für eine atavistische Erscheinung, wie sie bei Kreuzungen dann und wann auftreten.

3. Herr *H. Goll* (Lausanne) spricht über *Coregonen des Genfer-, Neuenburger- und Murtensees* und zeigt eine bedeutende Anzahl von ihm angefertigter Aquarelle von Felchen und andern Fischen.

4. Herr Dr. *P. Steinmann* (Basel): *Anatomische Untersuchungen an künstlich erzeugten Doppelplanarien*. Spaltet

man das Vorderende einer Planarie median longitudinal in zwei Hälften, so entsteht ein doppelköpfiges Tier, indem jede Hälfte das, was ihr fehlt, neu bildet. In ähnlicher Weise erhält man durch Zweiteilung des Hinterendes eine zweischwänzige Planarie. Die Regeneration solcher Doppelteile zeigt nun bestimmte Verschiedenheiten von der selbständigen Regeneration gänzlich getrennter Längshälften, die auf die Anwesenheit eines den Doppeltieren gemeinsamen Körperabschnittes zurückzuführen ist. Bei doppelköpfigen Planarien z. B. wirkt der gemeinsame Schwanz modifizierend auf die Regeneration der beiden Vorderenden. Der Grad dieser Beeinflussung hängt ab von der Selbständigkeit der vordern Teilindividuen, also von der Grösse des gemeinsamen Hinterendes und von der Tiefe des operativen Eingriffs. Wird nur gerade das äusserste Kopfende gespaltet, so entstehen zwei Köpfe von der Grösse eines halben normalen Kopfes. Ging der Schnitt tiefer, so nimmt die Selbständigkeit der Vorderteile und damit auch die Grösse des gebildeten Kopfes zu. Wenn der Schnitt bis in die Nähe des Hinterendes reicht, so erreichen die beiden Köpfe nahezu die normale Grösse eines Einzelkopfes. Die Correlation zwischen den Vorderenden und ihrem gemeinschaftlichen Hinterende gibt sich aber nicht nur in der genannten Art quantitativ, sondern auch qualitativ in der Organverteilung zu erkennen. Zum Beispiel liegt in einem Vorderende der Pharynx nicht, wie man erwarten sollte, in der Längsaxe dieses Abschnittes, sondern wird nach der Axe des Hinterendes hin, also einwärts, von beiden Seiten gegen die Mitte zu abgelenkt. Die Grösse dieser Ablenkung ist direkt proportional der Grösse des gemeinsamen Hinterendes und indirekt proportional der Tiefe des Einschnittes. Diese Beziehungen können mathematisch sehr einfach ausgedrückt werden und daraus ergibt sich die Möglichkeit, die jeweilige Ablenkung der beiden Rüssel nach der Axe des Hinterendes hin aus der Tiefe des Einschnittes zu ermitteln.

Auch für Doppelbildungen, die durch seitliche Einschnitte entstanden sind, gelten dieselben Gesetze.

Von allgemeinerer Wichtigkeit sind diese Untersuchungen deshalb, weil sie mit Sicherheit nachgewiesen haben, dass die Gesamtform des Regeneranten an der Ausgestaltung des Regenerates ursächlich beteiligt ist und nicht nur die Qualität der an das Schnittende grenzenden Partien.

Diskussion: Herr Prof. Dr. *Hescheler* vermutet, dass speziell das Nervensystem zur Lösung der Frage beitragen werde. Weiter wird die Diskussion benützt von Herrn Prof. Dr. F. Zschokke und dem Vortragenden.

5. Herr Dr. *Franz Leuthardt* (Liestal): *Über fossile Tierkolonien und die Veränderung ihrer Arten in geologisch kurzen Zeitabschnitten.* Tierkolonien, das heisst die Anhäufung von Individuen ein und derselben Art auf verhältnismässig kleinem Raume treffen wir wie in der Gegenwart, so auch in der erdgeschichtlichen Vergangenheit. Hauptsächlich Echinodermen und unter ihnen wieder die Krinoiden sind zur Koloniebildung geneigt. So treten die Reste der letztern in verschiedenen geologischen Epochen *gesteinsbildend* auf, doch sind diese Reste zoologisch meist nicht mehr oder nur unsicher bestimmbar, indem die Individuen in ihre zahlreichen Segmente zerfallen sind.

Eine Ausnahme hievon machen zwei Krinoidenhorizonte im Basler Tafeljura, die fast ausschliesslich aus den wohlerhaltenen Resten zweier Krinoidenarten bestehen. Die Tiere sind vielfach als Ganzes erhalten oder es hängen doch noch ihre Stielglieder, Kelchstücke, Armglieder, Cirrhi und Primulæ in grössern Partien zusammen, so dass ein detailliertes zoologisches Studium möglich ist.

Der untere dieser Horizonte, welcher die beiden Spezies *Cainocrinus Andreæ* (Des) Loriol und *Cainocrinus major* Leuthardt einschliesst, liegt nahe an der Basis des Hauptrogensteins und erreicht eine Mächtigkeit von 30 bis 40 cm. Sie ist für ein Gebiet von mindestens 15 km Durchmesser

(Basel bis Ziefen im Tale der hintern Frenke) an zahlreichen Fundstellen nachgewiesen. Die beiden Arten kommen nicht miteinander vermischt vor, sondern bilden Kolonien *nebeneinander*. Die Dichtigkeit der Individuen ist eine äusserst grosse; auf einer Platte von 10 dm^2 zählen wir 60 Individuen, so dass füglich von fossilen *Krinoidenwiesen* gesprochen werden kann. Neben diesen Krinoiden kommen ausser einer *Avicula* nur sehr spärlich andere Tierreste vor.

Während der Existenz dieser Kolonie musste das Jurameer temporär einen durchaus ruhigen Charakter gezeigt haben, was für die Zeit der Oolithbildung vor- und nachher nicht zutrifft.

Der zweite Horizont liegt über dem Hauptrogenstein in den Variansschichten. Er ist aus einer eigentümlichen Pentacrinusspezies zusammengesetzt, deren Axillarglieder je einen langen spitzen Dorn tragen. (Pentacrinus Leuthardti, P. de Loriol.) Die 10—15 cm mächtige Schicht ist bis jetzt nur auf dem *Sichternfelde* bei Liestal nachgewiesen worden. Mit den Krinoiden vergesellschaftet ist die seltene Ophiure *Ophiomusium ferrugineum* Bœhm, sowie eine Anzahl Bivalven und Brachiopoden.

Die geologisch jüngsten, im Hangenden der Bank liegenden Individuen zeigen sich in ihrem Habitus gegenüber den an der Basis liegenden ältern nicht unwesentlich verändert. Ihre Körpergrösse ist meist eine auffallend geringere, die Arme sind verhältnismässig kurz, die Bedornung der Axillarglieder schwach oder ganz fehlend; die Stiele sind schmächtiger und die Glieder an der Naht eingezogen, so dass die Stiele ihrer ganzen Länge nach etwas geknotet erscheinen. Diese Individuen machen gegenüber ihren Vorfahren den Eindruck der Schwächlichkeit, der Degeneration. Allerdings sind die Unterschiede nur relative, nicht leicht greifbare. Immerhin haben wir hier ein Beispiel vor uns, dass eine Tierart während der Bildung einer handhohen Gesteinsschicht ihren Habitus recht merk-

lich verändert. Den Grund dieser Veränderung mögen wir in ungünstigern äussern Verhältnissen, vielleicht eintretender Kalkarmut des Wassers zu suchen haben.

Der Vortragende legt zur Demonstration seiner Mitteilungen eine grössere Anzahl Fundstücke und Photographien solcher vor.

Die vorgelegten Fossilien erregen allgemeines Interesse und werden von dem Vortragenden im einzelnen erklärt.

6. Herr Dr. *H. Fischer-Sigwart: Neue Nistorte seltener Vögel.* Es existieren eine Anzahl Vogelarten, die in unsern Gegenden bisher, oder bis vor wenig Jahren als selten galten, oder nur im Zuge beobachtet wurden, und die jedenfalls bei uns nicht, oder nur selten brüteten. Ich hatte schon in einer frühern Versammlung Gelegenheit, über das immer häufigere Auftreten des *Trauerfliegenschnäppers, Muscicapa atricapilla L.* zu sprechen, der schon seit längern Jahren in der Umgebung von Zofingen und auch anderwärts immer häufiger beobachtet wird. Die alten Linden auf dem „Heiternplatze" beherbergen jeden Frühling mehrere Familien und in den sogenannten „Rebbergen", die gegenwärtig als Obstbaumgärten dienen, in schöner, geschützter Lage, nistet diese Art regelmässig, so auch in der Nähe meines dort befindlichen Hauses. Ähnlich verhält es sich mit dem *Halsbandfliegenschnäpper, Muscicapa collaris Bechst.* In der Nähe meines Hauses brütete dieser hübsche Sänger dies Jahr zum zweiten Male, und ich besitze als Beleg ein prächtiges Männchen, das durch Anfliegen an die Ostwand meines Hauses am 21. April 1907 den Kopf einstiess. Es war bald ersetzt, und das Paar brütete. Dies Jahr (1908) nisteten in der Nähe meines Hauses drei Fliegenschnäpperarten, indem auch die gewöhnliche Art, Muscicapa grisola L., hier brütete. Wenn die Jungen ausgeflogen sind, was jeweilen im Monat Juni geschieht, so verschwinden die Familien bei den Nistorten und streichen bis zum Wegzuge oft weit entfernt von denselben in der Gegend herum.

Ich erwähne hier noch, dass im Mai 1895 auch die vierte Fliegenschnäpperart *Muscicapa parva Bechst.* nahe bei meinem Hause gebrütet hat, ein einziges Mal, in einem Nistkästchen. Am 15. Mai jenes Jahres konnte ich das Paar, in der Nähe des Nistkästchens auf einem Zweige sitzend, mit einem Feldstecher genau beobachten.

Das Wiggertal, sowie noch andere Nebentäler der Aare, auch das Aaretal selbst, wird jeweilen im Frühlinge und im Herbste, während der Zugzeiten von einer grossen Anzahl von *Blaukehlchen, Erithacus cyaneculus (Wolf)* bevölkert. Dieses hübsche Vögelein fliegt dann nicht in Schwärmen, sondern die einzelnen Individuen bewegen sich nahe der Erdoberfläche fort und halten sich während des Zuges in Äckern, im Herbste namentlich in Kartoffel- und Kohläckern auf. Aufgestöbert fliegen sie nur eine kurze Distanz weit und verschwinden sofort wieder unter diesen Pflanzen. In den genannten Tälern sind keine Nistorte dieser Art bekannt. Auch im Wauwylermoos, wo, namentlich im Herbste, die Blaukehlchen recht häufig auftreten, trifft man im Sommer keine an, ein Beweis, dass sie dort nicht nisten. Herr A. Wendnagel in Basel, ein sehr guter Kenner der Singvögel, hat nun unterhalb Basel am Rhein Niststellen entdeckt in dem versumpften Gelände längs dieses Flusses, das zum Teil durch Dämme abgegrenzt ist. Am 17. Mai 1908 konnte ich nun bei einer Exkursion mit einigen Basler Ornithologen, an der auch Wendnagel teilnahm, dort die Anwesenheit von Blaukehlchen selbst konstatieren, und am 28. Juli schrieb mir dieser eifrige Beobachter, dass er dort Nester gefunden habe, und Gelege, die durch Hochwasser zu Grunde gegangen seien. Das Überschwemmungsgebiet längs des Rheines, wo sich grosse, mit niedrigem Gebüsche bedeckte Strecken unbebauten Landes befinden, bildet ein Nistgebiet für die Blaukehlchen. Es wäre nicht unmöglich, dass sich bei genauerer Beobachtung auch längs der Aare solche Niststellen finden.

An den gleichen Stellen längs des Rheines haben sich auch *Heuschreckensänger, Locustella naevia (Bodd)* angesiedelt, die dort nisten. Nach den Beobachtungen Wendnagels trat dieser Sänger dort erst seit dem Frühlinge 1907 auf. Vorher war er in der Gegend von Basel nicht beobachtet worden; im Frühling 1907 traten aber plötzlich einige Paare auf, die dann den ganzen Sommer über beobachtet werden konnten, und dies Jahr (1908) waren es 10—12 Paare. Bei der Exkursion am 17. Mai konnten wir ihn dort nicht nur singen hören, sondern auch sehen. Während der Brütezeit halten sich die Männchen im niedrigen Gebüsche auf, nie weit vom Boden entfernt, wo sie ihren eigentümlichen Gesang zum Besten geben, der dem Zirpen einer Grille oder einer Heuschrecke täuschend ähnlich ist; mir schien er dem Zirpen der Maulwurfsgrille (Gryllotalpa europæa L.) am ähnlichsten zu sein, und als ich den Gesang an dieser Stelle hörte, konnte ich mir ganz gut vorstellen, dass ein Mensch dicht bei dem Sänger vorbei gehen kann, ohne ihn zu beachten, indem er glaubt, das bekannte Zirpen der Maulwurfsgrille oder einer Heuschrecke zu hören. Die Heuschreckensänger waren in den Jahren 1907 und 1908 den ganzen Sommer über an diesen Stellen anwesend, und man hörte die Männchen häufig singen. Sie nisteten also dort und Wendnagel hat auch Nester aufgefunden. Anfangs September 1907 verunglückte nahe bei Basel ein Männchen an einer Drahtleitung, befand sich also auf dem Wegzuge. Dieses Exemplar befindet sich als Belegstück in der Zofinger Sammlung.

Bei Basel hat Wendnagel im Sommer 1908 auch zwei Paare *Zaunammern, Emberiza cirlus L.* brütend angetroffen, zu welchem Funde er Belege beizubringen hofft.

Von neuen Niststellen seltener Raubvögel kann ich folgende zwei Beobachtungen mitteilen:

Die Sumpfohreule, Asio accipitrinus Pall., wurde seit vielen Jahren jeweilen während der Herbstjagdsaison im Wauwylermoos öfters angetroffen. Da keinerlei Beobach-

tungen über deren Vorkommen dort während des Sommers bekannt waren, nahmen ich und andere Beobachter an, dass sie dort nur während des Zuges erscheine. Am 21. August (1908) machten nun mein Bruder Eduard Fischer und ich eine Beobachtungsexkursion in diese Sumpflandschaft, und mein Bruder fand während derselben im alten Seebett am Boden ein verlassenes Nest dieser Eulenart, in welchem er noch eine Anzahl Federn und um dasselbe eine Anzahl Gewölle fand, an denen man die Art mit Sicherheit nachweisen konnte. Währenddem der Beobachter sorgfältig diese Belegstücke sammelte, machte sein Stellhund nur wenige Schritte von ihm entfernt, eine Sumpfohreule hoch, die in ganz geringer Höhe über seinen Kopf wegflog, wodurch jeder Zweifel gehoben wurde.

Es ist hiemit bewiesen, dass diese ziemlich seltene Eulenart im Sommer 1908 im Wauwylermoos genistet hat. Der Umstand, dass bis jetzt weder von uns, die wir doch diese Sumpflandschaft hin und wieder besuchten, noch von den Bewohnern derselben, welche diesen Vogel von seinem ziemlich regelmässigen Erscheinen im Herbste her kennen, diese Eulenart dort im Sommer bisher beobachtet worden ist, spricht dafür, dass das Brüten dort bis jetzt nicht oder nur äusserst selten vorkam. Während der Jagdzeit im September scheuchte mein Bruder einmal fünf Exemplare miteinander aus einem Kartoffelacker auf, welche als eine Familie gelten konnten, was auf das Nisten in dortiger Gegend hindeutete. Hoffentlich folgen diesem ersten beobachteten Brüten weitere ähnliche Vorkommnisse.

Die Wiesenweihe, Circus pygargus L. In der Sammlung des verstorbenen Herrn Stämpfli in Münchenbuchsee, die durch Kauf an die landwirtschaftliche Schule in Rüty bei Bern kam, befindet sich eine Wiesenweihe, die im September 1885 von Herrn Sam. Käser, Lehrer und Präparator in Diessbach bei Kappelen erlegt und präpariert worden war.

Herr Käser schrieb mir nun im Jahr 1905, dass im Frühling dieses Jahres im „Altwasser“ in der Grencher

Witi, einer sumpfigen Aarebene, ein Paar dieser seltenen Weihe genistet habe. Vom Neste, das sich am Boden befand, gingen strahlenförmig Gänge ins Gras hinaus, die von den Jungen benützt wurden, ehe sie fliegen konnten. Herr Käser erhielt von dort einen erschlagenen noch nicht flüggen Jungen und besuchte dann die Stelle, wo er die inzwischen flügge gewordenen Jungen sah. Am 8. August 1906 wurde dann einer dieser letztern dort lebend gefangen. Dieser befindet sich nun als Belegstück in der Sammlung des Herrn Apotheker Daul in Bern.

7. Herr *H. Fischer-Sigwart: Die Erlegung eines Zwergschwanes.* Eine weitere ornithologische Mitteilung, die ich hier vorläufig anbringen will, ist die Erlegung eines *Zwergschwanes, Cygnus Bewicki Yarr.* am 20. Dezember 1907 unterhalb Basel auf dem Rheine. Es befanden sich drei Exemplare beisammen, von denen Herr Direktor Georg in Basel eines erlegen konnte. Durch die Bemühungen eines lieben Freundes in Basel kam dieser seltene Vogel als Geschenk ins Zofinger Museum. Es ist das dritte Exemplar schweizerischer Herkunft (eigentlich ist es ausserhalb aber ganz nahe der Schweizergrenze im Elsass erlegt worden), das in schweizerischen Sammlungen existiert. Die zwei andern bekannten Exemplare wurden auf dem Bodensee erlegt, eines im November 1860, das andere angeblich am 26. Juni 1870. Beide befinden sich im Museum zu St. Gallen. Ferner wurde im Jahr 1821 auf dem Untersee ein solcher Schwan erlegt, der aber nicht präpariert und erhalten wurde.

8. Herr *H. Fischer-Sigwart: Eine Beobachtung über den Schwalbenzug.* Am 16. Mai 1908 fing Herr A. Lütholf in Mehlsäcken bei Reiden im Kanton Luzern eine Mehlschwalbe, welche am Halse angehängt ein kleines Stück Rohr hatte, in dem sich ein kleines Billet befand, das in spanischer Sprache einige Notizen enthielt. Herr Professor F. A. Forel in Morges, dem ich dieses Dokument schickte,

gab sich viele Mühe, dasselbe zu entziffern und hat das Zettelchen photographieren lassen, um die Herkunft der Schwalbe festzustellen, was ihm viel Korrespondenzen mit spanischen Gelehrten im Lande kostete. Er konnte so schliesslich feststellen, dass es sich um eine Schwalbe handelte, die im Jahr 1907 in Vilabertran in der Provinz Barcelona am Hause des Bauern Louis Albert genistet hatte, wo ihr am 25. August das Röllchen angehängt wurde. Sie hat dasselbe also nahezu neun Monate am Halse herumgetragen und nistete dann, nachdem sie von ihrer Bürde befreit worden war, im Jahr 1908 in Mehlsäcken im Kanton Luzern. Der spanische Bauer glaubte eine der alten Schwalben, die an seinem Hause genistet hatte, gefangen zu haben. Nach meiner Überzeugung war es aber eine der Jungen, die dort ausgebrütet worden waren, denn nach meinen langjährigen Beobachtungen beziehen stets die Alten wieder ihre alten Niststellen, während dann die Jungen sich eine neue Heimat suchen müssen. Die betreffende Schwalbe hat also von Spanien aus ihre Reise nach dem Süden angetreten, und kam dann im Frühling 1908 nach der Schweiz, wo sie am Hause des Herrn Lütholf ein neues Heim gründete, wohl nach vielen Kreuz- und Querzügen, denn ihre Ankunft Mitte Mai 1908 muss als eine sehr späte bezeichnet werden.

Herr Prof. *F. A. Forel* zeigt photographische Aufnahmen von dem Zettel und erzählt von seinen Bemühungen, den Absender aufzufinden.

9. Mr. *F. A. Forel* raconte quelques traits des mœurs des mouettes, *Larus ridibundus*. Il décrit, d'après le Dr. Paul Vouga de St-Aubin, une colonie de mouettes qui, depuis quelques années, nichent sur des îlots de sables à la sortie de la Thièle du lac de Neuchâtel. Il signale la capture faite à Lyon d'une mouette marquée par la station ornithologique de Rossitten, en Courlande. Il constate que la mouette albino, qui revient à Morges chaque année au commencement d'août, a passé tout l'hiver jusqu'en mars

dans le golfe de Morges; les allures de ces oiseaux sont donc moins vagabondes qu'on ne le croyait.

10. Mr. *M. Musy* (Fribourg): *Une observation relative au régime du goëland à manteau noir (Larus marinus).* Ce grand et bel oiseau se reproduit en colonies dans les falaises océaniques au nord du 50me 0; il est assez répandu dans les deux continents jusqu'au 70° environ et ce n'est qu'exceptionnellement, qu'après les grandes tempêtes surtout, il se répand à l'intérieur de l'Europe et nous arrive en Suisse.

Ce n'est que dans sa troisième année, dit Fatio, qu'il prend le plumage de l'adulte qui lui a valu son nom, soit en français, soit en allemand. Jusque-là, on le nomme *grisard,* et ce nom caractérise assez bien le plumage avec lequel on le voit le plus souvent sur le Léman et le lac de Neuchâtel; l'adulte se rencontre cependant quelquefois.

C'est pour la première fois au mois de janvier 1908, que Mr. Musy a eu l'occasion d'examiner un grisard capturé à Sugiez sur le lac de Morat.

Les auteurs prétendent qu'il se nourrit presque exclusivement d'animaux vivants ou morts, de poissons surtout, qu'il happe à la surface de l'eau ou ramasse sur les grèves.

L'estomac de l'individu tué à Sugiez ne contenait qu'un petit poisson, mais bien deux passereaux tout entiers: un pinson (Fringilla coelebs L.) et un bruant jaune (Emberiza citrinella L.). Notre goëland avale donc des oiseaux avec leurs plumes comme les oiseaux de nuit.

L'intestin du goëland tué à Sugiez contenait en outre un parasite qui, probablement, est le Taenia porosa Rud.

11. Mr. *M. Musy* montre en outre la photographie d'un jeune chamois *blanc* tué l'hiver dernier dans le massif de Brenleire (Fribourg). Ses yeux étaient cependant normaux.

12. Le même signale en outre le faucon pélerin comme espèce nicheuse pour Fribourg depuis quelques années. Il arrive habituellement vers la fin de février.

IV.

Chemische Sektion

zugleich Versammlung der Schweizerischen Chemischen Gesellschaft.

Sitzung: Dienstag, den 1. September 1908.

Einführender: Herr Dr. H. Schäppi, Mitlödi.
Präsidenten: „ Prof. Dr. H. Rupe, Basel.
„ Prof. Dr. Ed. Schär, Strassburg.
Sekretär: „ Prof. Dr. F. Fichter, Basel.

---

1. Herr Prof. Dr. *Ed. Schär* (Strassburg) hat in Gemeinschaft mit Herrn *W. Mielck* ein im europäischen Handel bisher unbekanntes, auf Java unter dem Namen *Gala-Gala* gesammeltes und in seinen Verwendungen an Schellack erinnerndes Harz näher untersucht und in allen Haupteigenschaften mit dem ostindischen Stocklack resp. Schellack übereinstimmend gefunden.

2. Herr Prof. Dr. *Ed. Schär* (Strassburg) berichtet ferner über eine in letzter Zeit im Strassburger pharmazeutischen Institut durch Herrn *P. Goerner* ausgeführte Arbeit. Es wurden eine grössere Zahl mit Pikrinsäure verwandter *Nitroderivate* auf ihr Verhalten zu *Alkaloïden* geprüft und konstatiert, dass eine Anzahl derselben, wegen des Auftretens besonders charakteristischer krystallinischer Niederschläge, sich in hohem Masse als *Alkaloïdreagentien* eignen.

Diskussion: *Schäppi, Schär.*

3. Mr. le prof. Dr. *L. Pelet* (Lausanne) fait une communication préliminaire sur *les combinaisons d'adsorption.* Cette étude porte sur le produit formé par la silice et la base du bleu de méthylène; ce produit ne peut en aucun cas être considéré comme une combinaison chimique définie.

Diskussion: *Kehrmann, Fichter, Pelet.*

4. Herr Prof. Dr. *A. Werner* (Zürich) hat die von den Herren *Sand* und *Bökmann* durch Einwirkung von Jod auf die schwarzen Nitrosopentamminkobaltsalze erhaltenen grünen Komplexsalze genau untersucht und sie als die bisher unbekannten, durch ihre Farbe auffälligen *Jodopentammin-kobaltsalze* erwiesen.

Diskussion: *Kehrmann, Werner.*

5. Mr. *Frédéric Reverdin* (Genève): *Sur quelques dérivés des acides p-monométhyl- et p-diméthylaminobenzoïques.* En étudiant la nitration de l'acide p-diméthylaminobenzoïque ainsi que, avec MM. *Delétra* et *de Luc*, celle de son éther méthylique il a été constaté qu'il se forme en premier lieu un *dérivé mononitré.* Si l'on cherche à nitrer davantage, il y a, dans le cas de l'acide, élimination d'un des groupes „méthyle" liés à l'azote et du „carboxyle", tandis que dans le cas de l'éther on obtient par élimination du „méthyle" seulement et suivant les conditions: *l'éther méthylique de l'acide dinitro-3-5-méthylnitrosamino-4-benzoïque* ou celui de *l'acide nitraminé* correspondant.

L'auteur a observé que ce dernier, sous l'influence de H^2SO^4 conc. à une température modérée, est réduit en *dérivé nitrosaminé* avec formation simultanée de *l'acide dinitro-monométhylamino-benzoïque* et il a commencé l'étude de cette réaction avec d'autres nitramines.

Diskussion: *Rupe, Reverdin.*

6. Herr Prof. Dr. *F. Fichter* (Basel) demonstriert einen Vorlesungsversuch zur Darstellung der durch ihre Eigenschaften leicht erkennbaren *p-Dialkyldioxychinone* durch die

Einwirkung von Natrium auf ein Gemisch eines Fettsäureesters mit Oxalsäureester und Toluol als Verdünnungsmittel. Der Versuch lässt sich in etwa 10 Minuten durchführen und zeigt den Aufbau aromatischer Chinonverbindungen aus aliphathischem Material.

Diskussion: *Werner.*

7. Mr. *Georges Baume* (Genève) rend compte des expériences qu'il a effectuées en collaboration avec Mr. *F. L. Perrot* sur *la densité des gaz* H_2S, C_2H_6, CH_4, HBr.

8. Mr. *Georges Baume* (Genève) fait connaître le résultat de ses recherches sur *une nouvelle méthode physico-chimique de détermination du poids moléculaire des gaz* (méthode du *facteur complémentaire*). — Ce „facteur complémentaire" permet également de résoudre un certain nombre de problèmes relatifs à la compressibilité et à la dilatation des fluides, dont la discussion fera l'objet d'un prochain mémoire détaillé.

9. Herr Dr. *J. Schmidlin* (Zürich): Über Triphenylmethyl.

10. Herr Dr. *Ad. Grün* (Zürich): *Komplexsalze mehrwertiger Alkohole.* 1,2-Glykole (Aethylen- und Propylenglykol, α-Monochlorhydrin, Monomethylin) und Glycerin wurden auf ihre Fähigkeit zur Bildung komplexer Verbindungen mit Metallsalzen untersucht. Es entstehen cyclische Komplexsalze, die viel beständiger sind als die nichtcyclischen Additionsprodukte der einwertigen Alkohole. Die Metalloxyde und -Salze addieren im Maximum 3 Molekeln 1,2-Glykol oder Glycerin; auf der Bildung von komplexen Glycerinverbindungen beruht die bekannte Methode der Borsäure-Titration.

11. MM. *E. Briner* et *E. Mettler* (Genève): *Recherches complémentaires sur la formation de l'ammoniac par les décharges électriques.* (Communication faite par Mr. *E.*

Briner.) — La méthode suivie, basée sur l'élimination de l'ammoniac par l'emploi des basses températures, est la même que celle décrite dans la réunion de St-Gall en 1906. On a mesuré le rendement dans différentes conditions d'intensité primaire, de pression, de température, de distances explosives, etc. La formation de l'ammoniac par ce moyen peut s'expliquer d'une façon purement thermique en admettant que les températures élevées, réalisées par les décharges, ont pour effet de dissocier les molécules N_2 et H_2 en leurs atomes; la formation de l'ammoniac aurait alors lieu dans les régions plus froides, où ce corps est stable, et à partir des atomes N et H, parvenus dans ces régions par diffusion. Les autres synthèses, effectuées par les décharges, s'expliquent d'une manière analogue.

12. MM. *E. Briner* et *E. Durand* (Genève): *Recherches sur l'action chimique des décharges électriques aux basses températures.* (Communication faite par Mr. *E. Briner.*)

1° Action de l'étincelle sur les mélanges d'hydrocarbure et d'azote. Le tube laboratoire est maintenu à — 78° pour éliminer le CNH formé. Il se produit en outre du carbone de l'hydrogène, de l'ammoniac et des hydrocarbures supérieurs. Avec les hydrocarbures saturés la formation de NH_3 prédomine sur celle de CNH, avec les hydrocarbures non-saturés, c'est l'inverse.

2° Action de l'effluve sur l'oxygène. A la température de — 190°, l'oxygène est intégralement transformé en ozone, qui n'a pas de tension de vapeur et le rendement est notablement amélioré. On a obtenu jusqu'à 55 gr d'ozone par kilowatt-heure.

3° Action de l'effluve sur le chlore. En opérant sur du chlore pur et sec, à la température d'ébullition du chlore, on n'a pas constaté de diminution de pression. Il ne se forme donc pas de polymère du chlore par l'action de l'effluve comme on l'a prétendu.

4° Action de l'effluve sur les hydrocarbures et leurs mélanges avec l'azote. Il se forme surtout des hydrocarbures supérieurs.

13. MM. *E. Briner* et *A. Wroczynski* (Genève): *Sur un exemple de pile et d'électrolyse dans l'ammoniac liquide.* (Communication faite par Mr. *A. Wroczynski.*) Comme le prouvent les différences de potentiel et l'analyse des produits formés, dans une électrolyse de nitrate d'argent dans l'ammoniac liquide, le courant se porte au début uniquement sur le nitrate d'argent et ensuite, en partie, sur la solution d'ammoniac dans l'eau formée par réaction secondaire.

Voici les caractéristiques de la pile reversible

$$Pb \,/\, Pb\,(NO_3)_2 \,/\, (Ag\,NO_3)_2 \,/\, Ag_2$$

Dans l'ammoniac liquide:

Force électromotrice à -70^0 $e = 0{,}52$ volt

Coefficient de température $\frac{de}{dt} = -0{,}0011$

Tonalité thermique déduite de la formule de *Gibbs-Helmholtz*

$$q = 34{,}2 \text{ Cal.}$$

Dans l'eau:

à 0^0 $e = 0{,}98$ volt, $\frac{de}{dt} = -0{,}00063$, $q = 50{,}7$ Cal.

La différence des forces électromotrices prouve que le mécanisme du processus est différent dans les deux cas.

14. Herr Prof. Dr. *H. Rupe* (Basel): *Über Semicarbazid-Semicarbazone.* Es wurde die Einwirkung von salpetriger Säure auf Mesityloxyd-Semicarbazid-Semicarbazon untersucht, wodurch die Konstitution dieser Verbindung festgestellt wurde; ebenso gelang die Darstellung des Monosemicarbazids.

V.

Physikalisch-mathematische Sektion

zugleich Versammlung der Schweizerischen Physikalischen Gesellschaft.

Präsident: Herr Dr. E. Sarasin, Genf.
Sekretär: „ Dr. H. Zickendraht, Basel.

---

1. Herr Prof. *Siegm. Mauderli* (Solothurn): *Untersuchungen über Stabilität im strengen Sinne.* Anschliessend an die bis jetzt bekannten Resultate von *Laplace, Lagrange, Poisson* und andern, die keine andern als Newton'sche Kräfte in Rechnung zogen, unternimmt es der Vortragende zu untersuchen, welchen Einfluss ein widerstehendes Mittel auf die Bahnelemente eines Planeten auszuüben vermöge. Ausgehend von den Differentialgleichungen des Zweikörperproblemes vermehrt er die rechte Seite der gewöhnlichen Bewegungsgleichungen um ein Zusatzglied, in welchem der Widerstand gebührend berücksichtigt ist. Die Auswertung der Integrale lässt bis auf den Augenblick soviel erkennen, dass sich die Bahnelemente in der Weise ändern, dass der in Frage stehende Planet sich immer mehr dem Zentralkörper nähern muss, um schliesslich in denselben einzustürzen. Die Annahme des widerstehenden Mittels scheint nach *Seeliger* wenigstens für die 4 innern Planeten gerechtfertigt. Auch die noch nicht aufgeklärte Verkürzung der Umlaufszeit des Encke'schen Kometen zielt auf die Existenz eines solchen Mittels hin.

Den Schluss des Vortrages bildet eine Mitteilung über die Lücken des Asteroidenschwarmes an den Kommensurabilitätsstellen.

2. Mr. *Pierre Weiss,* professeur à l'Ecole polytechnique de Zurich expose *la corrélation entre la variation du magnétisme avec la température et la chaleur spécifique.* Il montre que les résultats expérimentaux confirment d'une manière frappante la théorie fondée sur la notion du *champ moléculaire.*

Cette même théorie est destinée à fournir l'explication d'un grand nombre de faits encore mystérieux, tels que la loi de l'aimantation des dépôts électrolytiques minces et la variation de l'aimantation dans les métaux déformés mécaniquement. Le champ moléculaire a, en outre, une parenté incontestable avec les champs atomiques dont Mr. W. Ritz s'est servi récemment pour expliquer les lois des séries des raies spectrales.

3. Mr. *Albert Perrier* (Zurich): *Recherches sur l'hystérèse aux températures élevées.* Les expériences ont été faites avec un hysterésimètre à mesure mécanique. Le phénomène à observer est toujours accompagné, et de façon très gênante, par de l'irréversibilité et de la viscosité thermiques. Malgré cela, le fer et spécialement le nickel accusent une décroissance régulière de l'hystérèse avec l'augmentation de la température. Pour le dernier métal, l'aire du cycle limite et le maximum d'hystérèse tournante ont une loi de variation très approximativement linéaire.

4. Herr Dr. *H. Zickendraht,* Basel: *Untersuchungen am fluorescierenden Natriumdampfe.* Der im Wood'schen Apparate erzeugte Natriumdampf wurde hinsichtlich seiner Temperatur sowie seines Verhaltens beim Durchgang elektrischen Stromes untersucht. Der Eintrittsmoment der grünen Fluorescenz liegt zwischen den Temperaturen 280° und 300° und ist ferner durch ein Minimum der Anfangsspannung (demjenigen Elektrodenpotentiale, bei welchem die Entladung eben einsetzt) gekennzeichnet. Von der Natur des Einbettungsgases hängt der Eintritt der Fluorescenz ab, wie überhaupt nicht der Dampf des Natriums

allein, sondern das System Dampf-Einbettungsgas für die untersuchten Grössen massgebend ist. Für das System Natriumdampf-Luft wurden die folgenden Charakteristiken aufgenommen: Spannung-Stromstärke; Spannung-Druck und Spannung-Temperatur.

5. Herr Prof. *August Hagenbach,* Basel: *Über das Bandenspektrum des Stickstoffs im Metallbogen unter vermindertem Druck.* Brennt man den elektrischen Lichtbogen zwischen Metallen, Eisen, Kupfer, Messing oder Silber in einem geschlossenen Gefäss bei zirka 10 mm Luftdruck, so beobachtet man bei einer Betriebsspannung von 220 Volt am negativen Pol fast ausschliesslich das Metallspektrum, am positiven hingegen das Bandenspektrum des Stickstoffes. Die Intensität des letzteren ist bei den genannten Metallen verschieden, am grössten beim Kupfer.

Auffallend ist, dass die Intensitätsverhältnisse innerhalb der Struktur der Banden nicht ist wie im Geisslerrohr, sondern wie am positiven Pol des Metallfunkens ohne eingeschaltete Selbstinduktion.

6. Mr. *L. de la Rive,* Genève: *Sur la ligne d'aimantation d'une couche sphérique.* On obtient l'équation différentielle de la ligne d'aimantation, en coordonnées polaires, en égalant l'expression connue de la tangente de l'angle de l'élément avec le rayon vecteur à la tangente de l'angle de la résultante magnétique avec ce même rayon et, en l'intégrant, on trouve pour l'équation:

$$\text{Sin } \Theta = C \left(\frac{r}{r^3 - 2\, ma'^3} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Θ est l'angle du rayon vecteur avec la direction du champ, r la distance du point considéré au centre, a' le rayon de la sphère intérieure, m un paramètre qui ne dépend que du coefficient de perméabilité μ, et C une constante d'intégration.

7. Herr *J. Beglinger*, Wetzikon: *Über Schwere und Gravitation.* Der Vortragende zeigt, dass die zwei genannten Kräfte von Newton als vollständig übereinstimmende Äusserungen der Anziehung dargestellt werden, während die irdische Schwere offenbar von der Kälte unseres äussern Dunstkreises und die auf die Erde ausgeübte Gravitation von der ausserordentlichen Hitze des innern Dunstkreises der Sonne herrühren.

Nachdem Herr Dr. *P. Chappuis* (Basel) noch einige Mitteilungen über die neugegründete Schweizerische Physikalische Gesellschaft vorgetragen hat, wird die Sitzung geschlossen.

VI.

Meteorologische Sektion.

Präsident: Herr Dr. Julius Maurer, Direktor der schweiz. meteorologischen Zentral-Anstalt in Zürich.

Sekretär: „ Wilh. Oertli, Oberförster in Glarus.

---

1. Herr Dr. *J. Maurer* legt seine neue Karte der mittlern Regenhöhen der Schweiz vor. Auf der Generalkarte der Schweiz im Massstab 1 : 250 000 sind auf Grund 40jähriger Beobachtungen an etwa 400 Stationen die mittleren Regenhöhen durch Isohyeten dargestellt. Der Vortragende schildert die Entwicklung des Stationsnetzes, wie die zur Zeichnung der Kurven befolgte Methode und erläutert an hervorstechenden Beispielen die Beziehungen der Regenhöhe zur Bodengestalt und zu Lokalwinden (Föhn).

2. Mr. *F.-A. Forel* expose les relations qui existent entre les variations périodiques des glaciers et la météorologie, en particulier les chutes de neige qui président à l'alimentation des névés et les chaleurs estivales qui transforment la glace en eau à l'extrémité terminale des glaciers. Il démontre ces relations en s'appuyant sur la belle série, continue et uniforme, des observations météorologiques de Genève.

3. Mr. *Raoul Gautier*, très intéressé par l'étude que Mr. le professeur F.-A. Forel a publiée sur les «variations périodiques des glaciers des Alpes suisses» en utilisant la série des observations météorologiques de l'Observatoire de Genève, a cherché, par la même méthode, comment se

comportaient les faits glaciaires en présence de la *série des observations météorologiques du Grand-Saint-Bernard.* Depuis un certain nombre d'années, l'Observatoire de Genève est occupé à étudier l'ensemble des observations météorologiques faites au Saint-Bernard depuis 1817, et publiées chaque mois dans les *Archives.* Cette série n'est pas aussi homogène que celle de Genève, mais en procédant avec quelque précaution et en éliminant, au point de vue des précipitations, quelques années suspectes entre 1835 et 1842, il est possible d'etablir des courbes qui représentent les chutes d'eau au Saint-Bernard de 1826 à l'époque actuelle.

Pour les températures de l'été, la comparaison est facile et la série semble homogène. En comparant la courbe des températures estivales et celle des chutes d'eau aux variations qu'a révélées l'étude des glaciers, on est immédiatement frappé du fait que, depuis 1856, les quantités d'eau tombées (sous forme de neige surtout) sont inférieures à ce qu'elles étaient auparavant; il n'y a d'exception que pour la période de 1880 à 1890, où il y a un léger excédent par rapport à la moyenne. Quant aux températures de l'été au Grand-Saint-Bernard, elles présentent à peu près les mêmes fluctuations qu'à Genève: il y a en tout cas un déficit de température de 1840 à 1860, puis un excès de chaleur de 1865 à 1883, suivi d'un déficit, et actuellement d'un nouvel excédent.

Ces faits correspondent aux fluctuations modernes de décrue et de crue des glaciers, ainsi qu'aux principales constatations que l'on peut faire sur la station de Genève, elles apportent donc, pour une station de montagne tout au moins, une confirmation aux idées si intéressantes exposées par Mr. Forel.

Im Anschlusse an die vorhergehenden Mitteilungen spricht Herr Hofrat Hann den Wunsch aus, es möchten die Aufzeichnungen der Bewölkung in Genf und auf dem St. Bernhard (wenigstens die zur Mittagszeit) einer ähn-

lichen Bearbeitung unterworfen werden, aus denselben würde sich der Einfluss eines weitern meteorologischen Faktors, der Dauer der Besonnung, auf den Gletscherstand, abschätzen lassen.

4. Herr Dr. *A. de Quervain* hat im Laufe der Jahre 1907 und 1908 von Zürich aus etwa 100 Pilotballons steigen lassen und mit seinem Wolkentheodoliten verfolgt. Ein besonderes Interesse bieten die Aufstiege bei Nordostwind, da bei diesem der Himmel gewöhnlich wolkenlos ist, mithin die Methode der Bestimmung der obern Luftströmungen aus dem Wolkenzuge versagt. Etwa 40 solcher Fälle gestatten folgende 4 Typen zu unterscheiden:

1. Die Windrichtung bleibt bis zu den grössten erreichten Höhen (Maximum 14 000 m) merklich dieselbe.

2. Über einem NE an der Erdoberfläche findet sich in der Höhe ein NW-Wind, die Änderung der Windrichtung erfolgt entweder plötzlich in einer Höhe von 2 bis 3 km, offenbar entsprechend der mittlern Höhe der Alpen, oder allmählich in einem höhern Niveau.

3. Plötzlicher Umschlag des Windes aus NE in WSW oder W in einer Höhe von 5 bis 6 km.

4. Über einem schwachen nur wenige 100 Meter hinaufreichenden NE-Wind fliesst ein Strom aus S oder SW. Der schwache Unterwind bestimmt jedoch in diesem Falle den Witterungscharakter an der Erdoberfläche, besonders die Temperatur, wie dies bei Kälteeinbrüchen aus Osten häufig der Fall ist.

Herr Dr. de Quervain führt hierauf noch ein typisches Beispiel der Überlagerung ein S-Windes über einen kalten NW an der Rückseite einer Depression aus. Dem wissenschaftlich wie für die Praxis der Wetterprognose bedeutsamen Interesse solcher Pilotaufstiege entsprechend ist seit 1907 ein besonderer Posten für Pilotbeobachtungen in das Budget der Meteorologischen Zentral-Anstalt eingestellt worden.

VII.

Medizinische Sektion.

Sitzung: Dienstag, den 1. September 1908.

Einführender und Vorsitzender: Herr Dr. Fritzsche, Glarus.
Sekretär: „ Dr. R. Oeri, Glarus.

---

1. Herr Dr. *Pierre Conti* de Lugano: *Sur la maladie de Kahler* (siehe den in extenso aufgenommenen Vortrag am Schluss).

Diskussion: Dr. *Fritzsche*, Dr. *Hoffmann* und der Vortragende.

2. Herr Dr. *Rossel* (Wiesen, Graubünden): *Neue, sehr wirksame Heilverfahren gegen Infektionskrankheiten und Verletzungen bei Menschen und Tieren.*

An Hand von ca. 30 Temperaturkurven demonstriert der Vortragende die abkürzende und nach seiner Ansicht sehr sichere Heilwirkung neuer, durch ihn gefundener und hergestellter Immunstoffe, über deren Art und physiologische Wirkungsweise er sich jedoch aus patentamtlichen Rücksichten nicht aussprechen kann. Es handelt sich nicht nur um fast alle Infektionskrankheiten, sondern auch um chirurgische Affektionen, wie Distorsionen, Appendicitiden, Schädelfrakturen etc., die nach Injektion dieser Stoffe in auffallend kurzer Zeit überraschend gut geheilt sein sollen. Ein trotzdem erfolgter Todesfall bei Pneumonie wird auf die zu stark lösende Wirkung des in Wickelform applizierten „Heilstoffes“ zurückgeführt.

Diskussion: Dr. *Fritzsche*, Dr. *Rossel*, Dr. *Oeri*.

3. Dr. *Rossel* (Wiesen): *Über Heilerfolge mit Karl Spenglerschen Tuberkulinen.*

Vortragender erwähnt die Verdienste Spenglers (Davos) um die Tuberkuloseforschung. Die auf Grund dieser neuen diagnostischen Mittel hergestellten therapeutischen Präparate, welche u. a. von Bandelier sehr gelobt werden, und eigene, nach eigenem Verfahren hergestellte Stoffe, hat Vortragender in seiner eigenen Praxis angewandt. Er möchte deren gute Wirkung an Hand verschiedener Temperaturkurven demonstrieren. Er glaubt, dass durch diese Stoffe dem Körper neue Widerstandskräfte zugeführt würden im Kampf gegen die Krankheit. Ebenso glaubt er entdeckt zu haben, dass bei mit diesen Stoffen vorbehandelten Kranken die sonst üblichen Heilmethoden (namentlich die Röntgen- und Lichtbestrahlung) viel rascher und besser wirkten, als bei solchen, wo keine derartige Vorbehandlung stattgefunden hatte.

Diskussion: Dr. *Fritzsche*, Dr. *Rossel.*

Leere Seite
Blank page
Page vide

Contribution à la connaissance de la Maladie de Kahler (myélomes multiples).

Par le

Dr. *Pierre Conti* de Lugano.

Médecin primaire à l'Ospedale Maggiore de Milan.

Très honorés confrères,

J'aime vous résumer l'histoire clinique et les observations anatomo-histologiques d'un cas digne de fixer votre attention. Il s'agit d'un cas de *Maladie de Kahler*, dont vous vous rappelez sans doute la physionomie clinique, et les débats soulevés par les différents observateurs à propos de la véritable nature de la production morbide qui la représente. La dénomination synonimique elle-même de *myélomes multiples* a prêté beaucoup à la confusion, ou plutôt elle a été adoptée trop souvent sans une idée bien arrêtée de sa signification histologique. Ainsi est-il arrivé que les histologistes ont réuni des faits similaires, mais point identiques, pour créer la nouvelle forme morbide ; et que les cliniciens de leur côté, n'ayant que très rarement l'occasion d'étudier un cas de la maladie, n'ont pas su fixer le tableau clinique dans ses véritables limites.

En effet, jusqu'à ces dernières années, on a cru reconnaître dans la néoproduction caractéristique de la maladie de Kahler une structure sarcomateuse. Cependant on admettait déjà que certains cas ne reconnaissent point cette explication ; et si l'on songe que souvent entre les différentes observations il n'y a pas de correspondance clinique, il faut en conclure qu'on a fait facilement confusion de

formes apparemment semblables, mais foncièrement différentes. En général les derniers observateurs font précisément la remarque qu'il faudra revenir à la définition primitive du myélome, et ne pas perdre de vue que déjà Rustizky 1873 le considérait „als eine primär im Knochenmark auftretende Geschwulst, welche keine Metastasen macht und aus Rundzellen besteht, welche mit den Elementen des normalen lymphoiden Knochenmarkes übereinstimmen."

Vis-à-vis de la confusion qui régnait alors dans les relations cliniques et histologiques (en publiant l'illustration d'un cas clinique en 1902), j'ai dû conclure que dans la maladie de Kahler nous avions certainement une nouvelle *syndrôme*, mais pas une *maladie* bien caractérisée. En acceptant la définition orthodoxe du myélome, la plus grande partie des cas n'y appartiendrait pas ; tandis que l'idée courante (partagée même par des autorités, p. ex. par Ziegler), que les myélomes sont des sarcômes à petites cellules rondes, se heurte contre les caractères cliniques bien connus du sarcôme. Je faisais remarquer en effet que la maladie de Kahler présente des caractères cliniques bien tranchés : elle a une marche à poussées, ses productions sont multiples dès le commencement, elles ne donnent jamais de métastases viscérales, le syndrôme est susceptible d'amélioration, et surtout on dirait qu'il s'accompagne toujours à l'*albumosurie*. Tous ces caractères classiques manquent absolument aux sarcômes primitifs des os.

Je restais donc attaché au syndrôme, en attendant une explication anatomique plus satisfaisante. En espèce je pensais que la moëlle osseuse, depuis qu'on en a fait un organe hæmatopojétique, a besoin d'être mieux étudiée : cette fonction reste encore, à plus d'un titre, une hypothèse — tout au moins la dérivation des globules blancs et rouges du sang de la cellule médullaire est encore aujourd'hui plutôt entrevue que démontrée. Et alors comment pourrait-on espérer de définir exactement les productions morbides de cette même cellule ?

On peut croire que la question se réduise à un détail de technique, et sur cette voie on a fait tout récemment d'éclatants progrès. C'est grâce à eux que parmi les leucocythes on a pu différencier nombre d'espèces. On vient de soumettre le myélome aussi à des nouvelles méthodes de différenciation, et l'on commence à entrevoir quelque rayon séduisant de lumière. Ainsi à propos de la maladie de Kahler on peut dire que la période sarcomateuse du myélome va bientôt être close : dernièrement on a rencontré des cas où les éléments néoplastiques résultèrent de nature tout à fait spéciale. Et surtout il faut rappeler les cas où l'on aurait retrouvé comme élément constitutif du myélome la *plasmazelle :* nous en connaissons quatre au moins. Et puis le cas tout à fait unique de Ribbert, 1906, où l'on a reconnu dans les éléments du myélome des *érythroblastes.* On a déjà affirmé que les myélomes sont des *plasmomes:* il faudrait à présent admettre que ce qu'on a appelé myélome jusqu'ici, n'est en réalité qu'un *érythroblastome.*

L'hypothèse, très séduisante, attend sa démonstration de par les faits. Quant aux *plasmomes* on pourrait objecter de suite que trois cas sur quatre ne présentèrent point d'albumosurie, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas offert le terme clinique plus important de la maladie de Kahler. Et quant au cas de Ribbert il faut remarquer qu'il n'a pas été reconnu cliniquement; et d'abord on aurait de la peine à le considérer comme un spécimen absolu de la maladie de Kahler.

* * *

Je viens maintenant à la relation du cas que j'ai eu la chance d'observer dans mon service pendant l'année dernière.

Il s'agit d'un paysan, âgé de soixante-dix ans, aux antécédents négatifs. Au mois de septembre 1906 il tomba malade avec des fièvres mal caractérisées, qui cédèrent à

la quinine dans peu de jours, mais elles laissèrent de la dyspepsie, avec sensation de lourdeur épigastrique après les repas, et une soif très intense. Quinze jours après il ressentit des douleurs très vives, perçantes, dans la section inférieure du dos, surtout pendant les efforts et les mouvements brusques du corps, de façon qu'il cru à un traumatisme. Mais les douleurs empiraient rapidement, prenant le caractère en ceinture et s'irradiant jusque dans les cuisses. Petit à petit le patient ne pouvait plus quitter le lit et maigrissait à vue d'œil; il fut envoyé à l'hôpital le 24 février 1907.

Ce serait trop long d'entrer dans les détails : il suffira de résumer en quelques mots l'état présent :

1. Le système nerveux et les organes ne présentaient aucun fait digne de remarque.
2. Le squelette prèsentait seulement des altérations de sensibilité, très marquées au thorax et à la colonne vertébrale, en espèce dans la région lombaire; mais dans cette période on ne remarquait aucune altération de forme ou de consistance, exceptée une déviation cyphotique générale de la colonne dorsale.
3. L'examen du sang trahissait une anémie très grave.
4. L'urine, émise en abondance, contenait le *corps de Bence Jones* dans la proportion de 2 °/₀₀ environ (Esbach).

Le traitement ne pouvait être que symptomatique, et surtout reconstituant. Au commencement du mois de mai on remarqua des signes d'amélioration générale ; à la fin du mois le malade pouvait faire quelques pas à la canne, les douleurs avaient beaucoup diminué, l'état des forces et de la nutrition générale gagnaient chaque jour davantage. On pensa alors d'appliquer la *Röntgenthérapie :* les séances furent plutôt espacées, de la sorte elles montèrent à onze seulement, du 6 juin au 19 juillet. Le résultat parut très satisfaisant : les douleurs lombaires avaient presque disparu,

et le malade pouvait faire des petites promenades à l'aide de la canne ; l'examen du sang démontrait une amélioration inattendue de la crase. Cependant l'albumosurie persistait. Ce fut dans ces conditions, le 2 août, que le malade laissa l'hôpital.

Il devait y rentrer le 20 avril 1908, mais dans quel état pitoyable ! Un mois et demi après sa sortie de l'hôpital, les douleurs augmentèrent graduellement d'intensité et envahirent le tronc tout entier ; les mouvements devinrent chaque jour plus difficiles ; à la fin de l'année le pauvre vieillard dût s'aliter à jamais. Il devait rester couché sur le dos : les mouvements quelque peu étendus lui arrachaient des cris, la respiration elle-même était très fatigante et réveillait de la douleur. Cependant jamais de fièvre. A son entrée à l'hôpital, il se plaignait fortement d'avoir sa caisse thoracique flétrie : en effet celle-ci se montrait déformée par une dépression remarquable de son anneau sous-claviculaire, y compris le manubrium du sternum ; les côtes suivantes au contraire étaient bombées, surtout du côté droit ; la troisième côte gauche venait brusquement soulevée par le choc de la pointe, et sous le toucher on la sentait en même temps craquer. Les côtes en général se présentaient abnormément élastiques, plusieures entre elles craquaient sous la moindre pression. L'épine dorsale était aussi le siège de violentes douleurs, on ne pouvait pas y toucher. Le bassin à son tour était en proie à des douleurs térébrantes, qui rayonnaient dans les cuisses.

Les urines étaient abondantes, d'un faible poids spécifique ; elles contenaient toujours à peu près 2 °/₀₀ de corps de Bence Jones. Dans les derniers jours ce corps se déposait sous la forme d'un sédiment granuleux blanchâtre.

La marche de la maladie se conserva absolument apyréthique.

La mort arriva le 12 mai sous le syndrôme d'une occlusion intestinale.

* * *

Ce serait trop long de vous exposer en détail les résultats de l'autopsie. Qu'il vous suffise de savoir que les viscères ne présentaient aucune métastase, et que le squelette (la tête et les membres exceptés) se trouvait dans un état de ramollissement singulier : les côtes, les vertèbres, le bassin se laissaient couper comme de la cire. La colonne vertébrale ne consistait plus qu'en une coque très mince de tissu osseux : on a pu mettre à découvert la moëlle épinière du côté antérieur tout simplement à l'aide du bistouri.

J'aimerais à vous faire connaître maintenant en détail le résultat de l'observation histologique que M. le professeur C. Zenoni, prosecteur de l'hôpital, a eu l'obligeance de me transmettre. Mais ce serait trop long aussi, et du reste, l'observation elle-même va être l'objet d'une relation détaillée et convenablement illustrée. Je me bornerai donc à vous donner un précis de diagnostic histo-pathologique :

„Myélome du type érythroblastique diffus, avec des noyaux néoplastiques de myélocytes non différenciés (promyélocites) et des foyers de érythropojèse (érythroblastome de Ribbert). Veut-on profiter de la dénomination usuelle de Myélome dans son acception la plus large et indéterminée, on dirait qu'il s'agit d'un procès à caractère néoplastique de *myélogénèse atypique* limité à la moëlle osseuse, et jamais *hétérotope*. Le dit procès est *systematisé*, non seulement quant au siège homologue des noyaux myélomateux, mais aussi parce qu'on en remarque l'origine dans les parties de la moëlle osseuse d'apparence normale.“

En outre le cas est très intéressant parce qu'il permet de démontrer d'une manière évidente la différenciation entre les myéloblastes et les érythroblastes d'un côté et certaines cellules-mère d'autre côté, et la filiation progressive des différents myélocites jusqu'aux myélocites granuleux et aux érythrocites.